

2016 Fall Meeting of
The Korean Ceramic Society

2016년 한국세라믹학회 추계학술대회 및 총회

2016년 11월 23일(수) ~ 25일(금)

서울 코엑스

1안



2안



The Korean Ceramic Society
한국세라믹학회

2016 Fall Meeting of
The Korean Ceramic Society

2016년 한국세라믹학회 추계학술대회 및 총회

2016년 11월 23일(수) ~ 25일(금)
서울 코엑스

1안



2안



The Korean Ceramic Society
한국세라믹학회

모시는 말씀

존경하는 한국세라믹학회 회원 여러분!

만추의 계절에 회원님의 건승과 가정의 행복을 기원합니다.

한국세라믹학회는 오는 11월 23일(수)부터 25일(금)까지 서울 코엑스(Coex)에서 2016년 추계학술대회 및 총회를 개최합니다. 그동안 한국세라믹학회 학술대회는 지속적으로 발전하여 세라믹을 중심으로 한 신소재기술의 연구결과를 회원 및 관련 분야 전문가들과 공유하고 토론하는 국내 최대의 세라믹 축제의 장이 되었습니다.

2016년 추계 학술대회에도 회원님 여러분들께서 그동안 노력하여 얻은 소중한 연구 결과와 기업체의 관심분야를 회원님들과 공유하는 발표의 장이 되고, 우리나라 세라믹 관련분야의 현재를 확인하고, 미래를 준비하는 계기가 되기를 기원합니다. 더욱이 이번 학술대회에 적극적으로 참여하시어 각 분야 전문가와 활발한 토론 및 연구 정보에 대한 상호교류를 이루고, 회원님들의 우의와 친목을 다지는 기회도 되셨으면 합니다.

이번 학술대회에서는 중국의 재료공정기술 항공연구소의 Yanchun Zhou 교수님과 LG 디스플레이 윤수영 연구소장님의 기조 강연과 36건의 기업체 초청강연등 총 770편 이상의 연구논문이 발표될 예정입니다. 또한 국내 세라믹스 산업체가 모두 참여하는 ‘세라믹의날 기념행사’, ‘한국세라믹 발전을 위한 산학연 심포지엄’ 및 ‘산업소재핵심기술개발사업 세라믹분야 신규과제현황’도 학회기간 중 함께 열려, 국내 세라믹 산업·기술발전을 위한 새로운 방향을 산·학·연·관이 모여 심도있게 논의하는 자리도 마련하였습니다.

한해의 결실을 맺기에 바쁘신 중에라도 부디 국내 최대 컨벤션센터인 코엑스(서울)에서 열리는 2016년 한국세라믹학회 추계 학술대회에 참석하시어 자리를 빛내 주시기 바랍니다. 저희 조직위원회에서는 본 행사 기간 동안, 회원 여러분께서 불편함 없이 뜻 깊고 유익한 시간을 가질 수 있도록 최선을 다하겠습니다.

항상 조언과 격려를 주심에 감사드리며 한국세라믹학회에 아낌없는 사랑과 성원을 부탁드립니다. 회원 여러분들 모두의 건승을 기원합니다.

2016년 한국세라믹학회 추계 학술대회 조직위원회 위원 일동

2016 한국세라믹학회 추계 학술대회 조직위원회

2016년 11월 23일(수) ~ 25일(금) | 서울 코엑스

【 조직위원장 】

· 김응수(경기대)

【 조직부위원장 】

· 이남양(이데쓰미전자재료한국주식회사)
· 이종국(조선대)

· 이기성(국민대)
· 백종후(KICET)

· 공영민(울산대)

【 조직위원회 】

· 강기석(서울대)
· 권도균(항공대)
· 권용우(홍익대)
· 김용남(KTL)
· 김지완(경기대)
· 김형태(KICET)
· 양희선(홍익대)

· 여정구(KIER)
· 오민욱(한밭대)
· 윤희숙(KIMS)
· 이규형(강원대)
· 이상진(목포대)
· 이상한(GIST)
· 이우성(KETI)

· 전민석(KTL)
· 조소혜(KIST)
· 조 욱(UNIST)
· 최용규(항공대)
· 한영환(영남대)
· 허영우(경북대)
· 홍기곤((주)나우E&C)

【 심포지엄 Organizer 】

G1	전자 세라믹스	정대용(인하대), 허영우(경북대)
G2	에너지 환경 세라믹스	이종원(KIER)
G3	엔지니어링 세라믹스	이상진(목포대), 이성민(KICET)
G4	나노융합 세라믹스	양희선(홍익대)
G5	바이오 세라믹스	장정호(KICET)
G6	유리 및 비정질 세라믹스	최용규(항공대)
G7	내화물 및 시멘트 세라믹스	이현권(금오공대)
G8	전산재료과학 및 재료분석	오민욱(한밭대)
G9	생활 및 전통 세라믹스	김형태(KICET)
S1	유전/압전 세라믹스 현황 및 전망	조 욱(UNIST)
S2	SiC전력소자및소재	방 욱(KERI)
S3	이머징 소재에 대한 빅 아이디어	김일두(KAIST)
S4	세라믹3D프린팅	윤희숙(KIMS)
S5	태양에너지변환용신소재	문주호(연세대)
S6	리튬 이온 전지 및 차세대 전지 시스템을 위한 소재 기술	강기석(서울대)
S7	열전소재	이규형(강원대)
S8	긴급진단! 국내 SOFC 기술 및 산업의 현안과 전망	송락현(KIER)
S9	바이오-에너지 융합재료	변재철(연세대)
S10	산화물박막소재및광전자기적특성분석	이상한(GIST)
S11	통전 가압 소결 및 마이크로웨이브 소결	한영환(영남대)
S12	제9회 세라믹스 표준화 심포지엄	김용남(KTL)
S13	탄소재료 응용	양철민(KIST)
S14	차세대융합세라믹소재	전민석(KTL)
S15	나노과학 및 응용분야 여성세라미스트	조소혜(KIST)
S16	2016년 산업소재핵심기술개발사업 세라믹분야 신규과제 현황점검	정봉용(KEIT)
S17	2016(제2회) 한국세라믹산업발전을 위한 산학연 심포지엄	한국세라믹학회 산학연협력위원회 위원장
S18	제30회 내화물부회 심포지엄	이현권(금오공대)
S19	제29회 도자기 심포지엄	조우석(KICET)

목 차

일정표

04

초록 전문

- 구두 발표 69
- 포스터 발표 I (수) 183
- 포스터 발표 II (목) 243
- 포스터 발표 III (금) 297

발표자 리스트

351

좌장 리스트

365

일정표

2016년 11월 23일(수)

수(11/23)	D홀		
12:30-18:00	이 문 록		
13:00-13:30	포스터 부착		
13:30-14:00			
14:00-14:30			
14:30-15:00			
15:00-15:30	포스터 집중심사 (15:00-16:00)	세라믹의 날 행사	
15:30-16:00			
16:00-16:30			
16:30-17:00			
17:00-17:30			
17:30-18:00	경품 추첨		

2016년 11월 24일(목)

목(11/24)	E4	317A	318C	308B	308A	318B	E3	307	308C
08:00-17:00	등 록								
08:30-09:00	G1. 전자세라믹스 I (정대용/인하대, 허영우/경북대)	G2. 에너지환경 세라믹스 I (이종원/KIER)	G3. 엔지니어링 세라믹스 I (이상진/목포대, 이성민/KICET)	G4. 나노융합 세라믹스 (양희선/홍익대)	G5. 바이오세라믹스 (장정호/KICET)	G8. 전산재료과학 및 재료분석 (오민욱/한밭대)	S1. 유전/압전 세라 믹스 현황 및 전망 (조욱/UNIST)	S2. SiC 전력소자 및 소재 (방욱/KERI)	S4. 세라믹 3D프린팅 (윤희숙/KIMS)
09:00-09:30									
09:30-10:00									
10:00-10:30									
10:30-11:00									
11:00-11:30									
11:30-12:30	기조강연 I (Room 300)								
12:30-13:30	Lunch								
13:30-14:00	G1. 전자세라믹스 II (정대용/인하대, 허영우/경북대)	S8. 긴급진단! 국내 SOFC 기술 및 산업의 현안과 전망 (송락현/KIER)	S15. 나노과학 및 응 용분야 여성세 라미스트 (조소혜/KIST)	S5. 태양에너지 변 환용 신소재 (문주호/연세대)	S9. 바이오-에너지 융합재료 (변재철/연세대)	G8. 전산재료과학 및 재료분석 (오민욱/한밭대)	S1. 유전/압전 세 라믹스 현황 및 전망 (조욱/UNIST)	S2. SiC 전력소자 및 소재 (방욱/KERI)	S4. 세라믹 3D프린팅 (윤희숙/KIMS)
14:00-14:30									
14:30-15:00									
15:00-15:30									
15:30-16:00									
16:00-16:30									
16:30-17:00	한국국제세라믹산업전 투어								
17:00-17:15									
17:15-17:30	젊은세라미스트상 기념 강연 (Room 300)								
17:30-18:00	총회 (Room 300)								
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)								

일정표

2016년 11월 24일(목)

목(11/24)	317B	E2	301A	E7	317C	318A	301B	327	포스터 발표
08:00-17:00									포스터 게시
08:30-09:00	S6. 리튬 이온 전지 및 차세대 전지 시스템을 위한 소재 기술 (강기석/서울대)	S10. 산화물 박막 소재 및 광전자 기적 특성 분석 (이상한/GIST)	건강강좌: 피부 장벽과 보습제 (이승헌교수/ 연세대)	S12. 제9회 세라믹스 표준화 심포지엄 (김용남/KTL)	S13. 탄소재료 응용 (양철민/KIST)	S16. 2016년 산업 소재핵심기술 개발사업 세라믹 분야 신규과제 현황 (정봉용/KEIT)	S17. 2016(제2회) 한국세라믹산업 발전을 위한 산학연 심포지엄 (산학연협력 운영위원장)	S18. 제30회 내화물 부회 심포지엄	
09:00-09:30									
09:30-10:00									
10:00-10:30									
10:30-11:00									
11:00-11:30									
11:30-12:30	기조강연 I (Room 300)								
12:30-13:30	Lunch								
13:30-14:00	S6. 리튬 이온 전지 및 차세대 전지 시스템을 위한 소재 기술 (강기석/서울대)	S10. 산화물 박막 소재 및 광전자기적 특성 분석 (이상한/GIST)	S11. 통전 가압 소결 및 마이크로 웨이브 소결 (한영환/영남대)	S12. 제9회 세라믹스 표준화 심포지엄 (김용남/KTL)	S13. 탄소재료 응용 (양철민/KIST)	S16. 2016년 산업소 재핵심기술개발 사업 세라믹분야 신규과제 현황 (정봉용/KEIT)	S17. 2016(제2회) 한국세라믹산업 발전을 위한 산학연 심포지엄 (산학연협력 운영위원장)	S18. 제30회 내화물 부회 심포지엄	
14:00-14:30									
14:30-15:00									
15:00-15:30									
15:30-16:00									
16:00-16:30									
16:30-17:00	한국국제세라믹산업전 투어								포스터 발표 (16:30-17:30)
17:00-17:15									
17:15-17:30	젊은세라미스트상 기념 강연 (Room 300)								
17:30-18:00	총회 (Room 300)								
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)								

2016년 11월 25일(금)

금(11/25)	327B+C	317A	318C	318B	317C	327A	317B	318A	포스터 발표
08:00-16:00	등 록								포스터 게시
08:30-09:00	G1. 전자세라믹스 Ⅲ (정대용/인하대, 허영우/경북대)	G2. 에너지환경 세라믹스 Ⅱ (이종원/KIER)	G3. 엔지니어링 세라믹스 Ⅱ (이상진/목포대, 이성민/KICET)	G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스 (이현권/금오공대)	S3. 이머징 소재에 대한 빅 아이디어 (김일두/KAIST)	S7. 열전재료 (이규형/강원대)	S14. 차세대융합 세라믹소재 (전민석/KTL)	S19. 도자기 심포지엄	
09:00-09:30									
09:30-10:00									
10:00-10:30									
10:30-11:00									
11:00-11:30									
11:30-12:30	기조강연Ⅱ (D홀 세미나장)								
12:30-13:30	Lunch								
13:30-14:00	G1. 전자세라믹스 Ⅳ (정대용/인하대, 허영우/경북대)	G2. 에너지환경 세라믹스 Ⅲ (이종원/KIER)	G3. 엔지니어링 세라믹스 Ⅲ (이상진/목포대, 이성민/KICET)	G6. 유리 및 비정질 세라믹스 (최용규/향공대)	S3. 이머징 소재에 대한 빅 아이디어 (김일두/KAIST)	S7. 열전재료 (이규형/강원대)	S14. 차세대융합 세라믹소재 (전민석/KTL)	S19. 도자기 심포지엄	포스터 집중심사 (13:30-14:30)
14:00-14:30									
14:30-15:00									
15:00-15:30									
15:30-16:00									
16:00-16:30									
16:30-17:30	포스터 시상 및 경품추첨 (D홀 세미나장)								

일반세션 및 심포지엄 발표 일정

일반세션 및 심포지엄		Organizer	발표 일자	발표장소
G1	전자 세라믹스	정대용(인하대), 허영우(경북대)	목(09:00-16:30), 금(09:00-16:15)	E4(목) 327B+C(금)
G2	에너지 환경 세라믹스	이종원(KIER)	목(08:50-11:30), 금(08:45-15:00)	317A
G3	엔지니어링 세라믹스	이상진(목포대), 이성민(KICET)	목(08:30-11:30), 금(09:00-15:15)	318C
G4	나노융합 세라믹스	양희선(홍익대)	목(08:30-11:30)	308B
G5	바이오 세라믹스	장정호(KICET)	목(08:30-11:20)	308A
G6	유리 및 비정질 세라믹스	최용규(항공대)	금(13:15-16:30)	318B
G7	내화물 및 시멘트 세라믹스	이현권(금오공대)	금(08:30-11:20)	318B
G8	전산재료과학 및 재료분석	오민욱(한밭대)	목(08:50-16:30)	318B
S1	유전/압전 세라믹스 현황 및 전망	조옥(UKIST)	목(08:30-16:15)	E3
S2	SiC 전력소자 및 소재	방욱(KERI)	목(08:30-16:10)	307
S3	이미징 소재에 대한 빅 아이디어	김일두(KAIST)	금(08:45-16:30)	317C
S4	세라믹 3D프린팅	윤희숙(KIMS)	목(09:00-15:50)	308C
S5	태양에너지 변환용 신소재	문주호(연세대)	목(13:30-17:00)	308B
S6	리튬 이온 전지 및 차세대 전지 시스템을 위한 소재 기술	강기석(서울대)	목(09:00-16:00)	318B
S7	열전소재	이규형(강원대)	금(09:00-15:50)	327A
S8	간접전도도 국내 SOFC 기술 및 산업의 현안과 전망	송락현(KIER)	목(13:30-16:20)	317A
S9	바이오-에너지 융합재료	변재철(연세대)	목(13:30-16:30)	308A
S10	산화물 박막 소재 및 광전자기적 특성 분석	이상한(GIST)	목(08:50-16:10)	E2
S11	통전 가압 소결 및 마이크로웨이브 소결	한영환(영남대)	목(14:00-16:40)	301A
S12	제9회 세라믹스 표준화 심포지엄	김용남(KTL)	목(10:00-16:00)	E7
S13	탄소재료 응용	양철민(KIST)	목(08:45-16:45)	317C
S14	차세대융합세라믹소재	전민석(KTL)	금(09:00-16:30)	317B
S15	나노과학 및 응용분야 여성세라미스트	조소혜(KIST)	목(13:30-16:50)	318C
S16	2016년 산업소재핵심기술개발사업 세라믹분야 신규과제 현황	정봉용(KEIT)	목(13:30-17:20)	318A
S17	2016(제2회) 한국세라믹산업발전을 위한 산학연 심포지엄	한국세라믹학회 산학연 협력위원회 위원장	목(10:30-18:00)	301B
S18	제30회 내화물부회 심포지엄	이현권(금오공대)	목(10:00-17:50)	327
S19	제29회 도자기 심포지엄	조우석(KICET)	금(10:00-16:30)	318A

일 정 표



구두발표

Room E4



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00

등록

G1. 전자 세라믹스

(Organizer: 정대용/인하대, 허영우/경북대)

좌장: 정대용(인하대), 김지완(경기대)

G1-1 Au가 도포된 Cr_2O_3 난황구조를 이용한 Trimethylamine 감응 특성 향상

09:15-09:30 김태형*, 윤지욱, 강운찬, 이종훈 (고려대)

G1-2 LTCC 공정부산물을 재활용한 AgCl 제조 연구 (포스터발표로 변경)

이덕희*, 신동윤, 안낙균, 윤진호 (고등기술연구원)

G1-3 비카드륨 양자점을 이용한 최신 디스플레이 응용 기술 (invited)

09:30-09:55 김지완* (경기대)

G1-4 Engineering the Shape of Block Copolymer Particles by Surface-Modulated Graphene Quantum Dots (invited)09:55-10:20 양현승*, 김범준², 박성대¹, 이우성¹ (¹KETI, ²KAIST)

10:20-10:35

Coffee Break

좌장: 양현승(KETI), 정대용(인하대)

G1-5 모바일 기기 및 광학기술 트렌드 - 모바일 카메라 그리고 세라믹 기판 (invited)

10:35-11:00 문혁수* (LG 이노텍)

G1-6 차세대 전력소자 및 광소자 응용을 위한 Ga_2O_3 산화물 에피 성장 기술 개발 (invited)11:00-11:25 문영부^{1*}, 이현협¹, 정형석¹, 이대장², 하준석² (¹(주)유제이엘, ²전남대)

11:30-12:30

기조강연 (Room 300)

좌장: 김영욱(서울시립대)

PL-1 "Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs"

Yanchun Zhou (ARIMPT)

12:30-13:30

Lunch

좌장: 황건태(KIMS), 김상태(KIST)

G1-7 Isothermal Mass and Charge Transport Properties of Donor-doped $\text{La}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ (invited)13:30-13:55 전상윤*, 홍재운², 송선주² (¹전력연구원, ²전남대)**G1-8** 금속-절연체 상전이 특성을 이용한 이산화바나듐 나노와이어 소자 응용 (invited)13:55-14:20 배성환^{1*}, 박찬², 이상민³, 구현² (¹경남대, ²서울대, ³중앙대)**G1-9** Study on the Phase Control of the Vanadium Oxide Grown by Atomic Layer Deposition

14:20-14:35 송광엽*, 허재영 (전남대)

G1-10 Flux Pinning Properties of $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ Coated Conductors by Post-annealing Process14:35-14:50 오원재^{1*}, 박인성¹, 이재훈², 문승현², 유상임¹ (¹서울대, ²(주)서남)

14:50-15:10

Coffee Break

좌장: 배성환(경남대), 전상윤(전력연구원)

G1-11 Flexible and High-performance Piezoelectric Energy Harvesters for Bio-medical and Electronic Applications (invited)15:10-15:35 황건태^{1*}, 이진재² (¹KIMS, ²KAIST)**G1-12** Electrochemically driven Mechanical Energy Harvesting (invited)

15:35-16:00 김상태* (KIST)

G1-13 Hardening Behavior and Highly Enhanced Mechanical Quality Factor in $(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{NbO}_3$ -Based Ceramics16:00-16:15 한형수^{1*}, Jurij Koruza², Eric A. Patterson², Jan Schultheiß², Emre Erdem³, 조욱⁴, 이재신¹, Jürgen Rödel²
(¹울산대, ²Technische Universität Darmstadt, ³Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, ⁴UNIST)**G1-14** Phase Coexistence and Electric Properties of Nano-grained BaTiO_3 - NaNbO_3 Films Fabricated by Aerosol-deposition Method16:15-16:30 양대열^{1*}, 이정근¹, 류정호², 최종진², 한병동², 정대용¹ (¹인하대, ²KIMS)

16:30-17:00

한국국제세라믹산업전 투어



구두발표

Room E4



2016년 11월 24일(목)

17:15-17:30	젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)
17:30-18:00	총회 (Room 300)
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)



구두발표

Room 317A



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00

등록

G2. 에너지 환경 세라믹스
(Organizer: 이종원/KIER)

좌장: 이종원(KIER)

G2-1 페로브스카이트 모상 기반 금속 나노입자 in-situ 성장 (invited)

08:50-09:15 명재하^{1*}, Dragos Negue², John T.S. Irvine² (¹KIER, ²Univ. St. Andrews)G2-2 In-situ Synthesis of Metal Nanoparticles on Doped CeO₂ through Heterogeneous Doping09:15-09:30 박노우^{*}, 정승진, 서한길, 이시원, 김연주, 정우철 (KAIST)

G2-3 Development of a Novel Redox Stable Ruddlesden-Popper Oxide Catalysts for IT-SOFC

09:30-09:45 마너스^{*}, 이강택 (DGIST)

G2-4 Atomic Layer Deposition of an Aluminum Oxide Capping Layer for Thermally Robust Nanoporous Thin-Film SOFC Cathodes

09:45-10:00 지상훈^{1*}, 서종수¹, 서한길¹, 김정환², 정우철¹ (¹KAIST, ²KIMM)

10:00-10:20

Coffee Break

G2-5 Current R&D Status of Lithium Rechargeable Batteries with High Energy Density and Safety (invited)

10:20-10:45 임진섭^{*} (한국생산기술연구원)

G2-6 Facile Synthesis of Metal Oxide-Metal Oxide Composite Materials as High Performance Anodes for Lithium-ion Batteries

10:45-11:00 정준영^{*}, 김찬훈, 정지원, 윤두영, 윤기로, 조수호, 장혜연, 김일두 (KAIST)

G2-7 Chemical Ordering in Li-Mn-Ni Spinel Oxides through Formation of Frenkel Defects

11:00-11:15 류혜원^{1*}, 배형빈¹, 김영민², 김진규³, 이상수⁴, 정성운¹ (¹KAIST, ²성균관대, ³한국기초과학지원연구원, ⁴KAERI)G2-8 Hybrid Solid Electrolyte in Combination of Li₇La₃Zr₂O₁₂ Ceramic and Ionic Liquid for High Voltage Pseudo-Solid-State Li-ion Batteries11:15-11:30 김현우^{*}, Palanisamy Manikandan (UNIST)

11:30-12:30

기조강연 (Room 300)

좌장: 김영욱(서울시립대)

PL-1 "Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs"

Yanchun Zhou (ARIMPT)

12:30-13:30

Lunch

S8. 긴급진단! 국내 SOFC 기술 및 산업의 현안과 전망
(Organizer: 송락현/KIER)

좌장: 이종호(KIST)

S8-1 Cost Effectiveness of Solid Oxide Fuel Cells (invited)

13:30-14:10 이해원^{*}, 이종호 (KIST)

S8-2 국내 SOFC 기술개발 현황 및 사업 전망 (invited)

14:10-14:50 이동원^{*}, 박승환, 김하이얀, 서미란 (STX중공업)

S8-3 700W급 건물용 평판형 SOFC 시스템 개발 (invited)

14:50-15:10 신석재^{*}, 이용, 박세진, 김준호 (경동나비엔)

15:10-15:20

Coffee Break

▣ 패널토론

15:20-16:20 - 송락현 (한국에너지기술연구원)

- 황해진 (인하대학교)

- 김승구 (포스코에너지)

- 최광옥 (LG화학)

- 오성진 (두산퓨얼셀)

- 박상희 (싸이텍코리아)

- 양태현 (한국에너지기술평가원)

구두발표

Room 317A



2016년 11월 24일(목)

16:30-17:00	한국국제세라믹산업전 투어
17:15-17:30	젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)
17:30-18:00	총회 (Room 300)
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)



구두발표

Room 318C



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00

등록

G3. 엔지니어링 세라믹스
(Organizer: 이상진/목포대, 이성민/KICET)

좌장: 한윤수(KICET)

G3-1 다결정 투명 이트리아 세라믹스의 제조 및 응용 (*invited*)

08:30-08:55 박영조*, ZHU Linlin, 김진명, 김하늘, 고재웅 (*KIMS*)

G3-2 성형체 특성과 Sinter-HIP 조건에 따른 마그네슘 알루미늄이트 스피넬의 투광성 및 기계적 특성 변화

08:55-09:10 김진명*, 김하늘, 박영조, 고재웅 (*KIMS*)

G3-3 고열전도 SRBSN 세라믹스 물성에 미치는 Si 분말 입도분포 및 용매의 영향

09:10-09:25 오현명*, 이현권 (*금오공대*)

G3-4 실리콘분말 분급과 소결조제 크기에 따른 질화규소의 미세구조와 열전도도

09:25-09:40 고신일*, 박영조*, 김진명*, 김하늘*, 고재웅* (*¹부산대, ²KIMS*)

G3-5 희토류 산화물 소결조제 종류에 따른 다공성 반응소결 질화규소의 특성 평가

09:40-09:55 김하늘*, Li Yinsheng, 김진명, 박영조, 고재웅 (*KIMS*)

G3-6 High-temperature Strength of a Thermally Conductive Silicon Carbide Ceramic Sintered with Yttria and Scandia

09:55-10:10 서유광*, 김영욱 (*서울시립대*)

10:10-10:25

Coffee Break

좌장: 이상진(목포대)

G3-7 지르코니아 분말의 응집 및 소결밀도에 대한 영향 (*invited*)

10:25-10:50 이종국*, 김재홍*, 황규홍* (*¹조선대, ²경상대*)

G3-8 Fabrication of High Purity AlN Powder by Carbothermal Reduction/Nitridation Method and its Future to Market (*invited*)

10:50-11:15 김대웅*, 신광희, 강문수 (*케이씨주식회사*)

G3-9 Self-propagating High-temperature Synthesis of Tantalum Carbide powder from Ta Metal Scrap

11:15-11:30 박경태*, 심재진*, 최상훈*, 주원*, 최원정*, 바시트 알리*, 이태혁*, 임정목*, 김범성*, 김택수* (*¹KITECH, ²세필드대학교*)

11:30-12:30

기조강연 (Room 300)

좌장: 김영욱(서울시립대)

PL-1

“Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs”

Yanchun Zhou (ARIMPT)

12:30-13:30

Lunch

S15. 나노과학 및 응용분야 여성세라미스트

(Organizer: 조소혜/KIST)

좌장: 조소혜(KIST)

13:15-13:20

개회사 및 대한여성과학기술인회 소개

부하령 (KWSE 회장)

축사 및 세라믹학회 여성세라미스트부회 소개

이종숙 (여성세라미스트부회 회장)

13:20-13:30

진명상 수상 특별강연

이미재 (KICET)

좌장: 임형미(KICET)

S15-1 액상법을 이용한 삼중수소 증식재용 Li_2TiO_3 분말 합성 (*invited*)

13:30-13:50 민정미*, 박이현, 조승연 (*국가핵융합연구소*)

S15-2 Nature Inspired Nanotechnology (*invited*)

13:50-14:10 임현의* (*KIMM*)

S15-3 Electropsun Nb-doped TiO_2 Nanofiber Support for Pt with High Electrocatalytic Activity and Durability (*invited*)

14:10-14:30 MinJoong Kim¹, ChoRong Kwon², JiHyun Kim², EunAe Cho^{1*} (*¹KAIST, ²Korea Univ.*)

S15-4 Functional Organic/Inorganic Nanomaterials and Beyond (*invited*)

14:30-14:50 김지원* (*연세대*)



구두발표

Room 318C



2016년 11월 24일(목)

14:50-15:10

Coffee Break

좌장: 곽지혜(KIER)

S15-5 박형 결정질 실리콘 태양전지 기술 개발 (*invited*)

15:10-15:30 송희은* (KIER)

S15-6 Interconnected Porous Structures for Efficient Energy Devices (*invited*)

15:30-15:50 이현정* (국민대)

S15-7 Colloidal Semiconductor Nanocrystals for Energy Applications (*invited*)

15:50-16:10 정소희* (KIMM)

S15-8 PbS와 PbSe 나노구조의 특성과 응용 (*invited*)

16:10-16:30 오은순* (충남대)

S15-9 Nanophosphors for Enhancing Solar Cell Efficiency (*invited*)16:30-16:50 조소혜^{1*}, Sovann Khan² (¹KIST, ²UST)

16:30-17:00

한국국제세라믹산업전 투어

17:15-17:30

젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)

17:30-18:00

총회 (Room 300)

18:30-20:00

세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)

구두발표

Room 308B



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00	등록
	G4. 나노융합 세라믹스 (Organizer: 양희선/홍익대)
	좌장: 양희선(홍익대)
G4-1	Chemically Assisted Manipulation of sub-10 nm Hollow Catalyst and Heterogeneous Oxide for Direct Observation of Simulated Halitosis at Room-temperature
08:30-08:45	장지수*, 최선진, 구원태, 김상준, 정준영, 김일두 (KAIST)
G4-2	In-situ Synthesized CdS Nanowire Photosensor with PMT-level Sensitivity for Disposable Chemiluminescence Biosensor (invited)
08:45-09:10	변재철* (연세대)
G4-3	에너지 전달을 통한 나노형광체의 발광 증대 (invited)
09:10-09:30	장호성*, 김수연 (KIST)
G4-4	LED/LD용 발광소재의 기술개발 동향 및 이의 응용 (invited)
09:30-09:55	임종찬*, 한상혁 (대구전자재료(주))
09:55-10:05	Coffee Break
	좌장: 장호성(KIST)
G4-5	Field-Induced Confinement of Carriers into Two-Dimensional Functional Interfaces: Realizaion of Nano-Probe for Energy Conversion/Storage Devices (invited)
10:05-10:25	박병남* (홍익대)
G4-6	Phosphor Plate and Enhanced Thermal Property by Graphene-wrapping for High Power LED (invited)
10:25-10:50	임원빈* (전남대)
G4-7	LED Color Quality 개선을 위한 Spectrum Engineering (invited)
10:50-11:15	윤철수*, 오정록, 최성우 (삼성전자)
G4-8	퀀텀닷 쉘 구조 제어를 통한 적색 InP 퀀텀닷 발광 다이오드 고성능화 연구
11:15-11:30	조정호*, 이기현, 김민석, 신종우, 양희선 (홍익대)
11:30-12:30	기조강연 (Room 300)
	좌장: 김영욱(서울시립대)
PL-1	"Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs" Yanchun Zhou (ARIMPT)
12:30-13:30	Lunch
	S5. 태양에너지 변환용 신소재 (Organizer: 문주호/연세대)
	좌장: 문주호(연세대)
S5-1	Photoelectrochemical Water Splitting from Metal Oxide Semiconductors (invited)
13:30-13:55	박종혁* (연세대)
S5-2	태양광 물분해를 위한 가시광 흡수 반도체 광전극의 개발 (invited)
13:55-14:20	황윤정* (KIST)
S5-3	Fabrication of High Performance Cu NW FLExible Trasparent Conductive Patterns Using Selective Light Irradiation (invited)
14:20-14:45	우규희* (KIMM)
S5-4	Materials and Design of Photoelectrochemcial Solar CO ₂ Reduction Cells (invited)
14:45-15:10	오지훈* (KAIST)
15:10-15:20	Coffee Break
	좌장: 우규희(KIMM)
S5-5	Perovskite Solar Cells: Performance, Structure and Versatile Applications (Tandem & Color Generation) (invited)
15:20-15:45	박희준* (아주대)

구두발표

Room 308B



2016년 11월 24일(목)

- S5-6** Organic-inorganic Hybrid Flexible Perovskite Solar Cells (*invited*)
 15:45-16:10 임상혁* (경희대)
- S5-7** Metal Oxide and Hybrid Halide Perovskite Heterojunction Solar Cells (*invited*)
 16:10-16:35 노준홍* (KRICT)
- S5-8** Exploitation of New Materials and New Process for Commercialization of Perovskite Solar Cell (*invited*)
 16:35-17:00 정현석* (성균관대)

16:30-17:00	한국국제세라믹산업전 투어
17:15-17:30	젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)
17:30-18:00	총회 (Room 300)
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)



구두발표

Room 308A



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00		등록
		G5. 바이오 세라믹스 (Organizer: 장정호/KICET)
		좌장: 장정호(KICET)
G5-1	전복껍질로부터 미세절편형 탄산칼슘의 회수	
08:30-08:45	이연승*, 신상모, 박정호, 최병욱, 김동민 (한밭대)	
G5-2	High Purity Calcium Phosphate Powder Derived from Waste Seashells for Biomedical Applications with a very Simple Room Temperature Process	
08:45-09:00	신상모*, 이연승, 박정호, 김동민, 최병욱 (한밭대)	
G5-3	Biocompatible Calcium Phosphate Ceramics Prepared Using Recycled Eggshell and Their Properties	
09:00-09:15	강태성*, 이상진 (목포대)	
G5-4	바이오 세라믹을 응용한 의료기기 소개 (invited)	
09:15-09:35	황창규* (메타바이오메드)	
09:35-09:50		Coffee Break
		좌장: 오경식(안동대)
G5-5	Layered Bio-Ceramic Nanocomposites for Industrial Applications (invited)	
09:50-10:10	한양수* ((주)나노스페이스)	
G5-6	차세대 진주광택안료에 대한 연구 및 방향 (invited)	
10:10-10:30	최병기* (씨큐브주식회사)	
G5-7	바이오 융합 세라믹 소재 개발을 위한 단일도메인화합기술 (invited)	
10:50-11:10	임명운* ((주)중검)	
G5-8	디지털 덴티스트리의 현재 동향과 핵심 개발 사항 (invited)	
11:10-11:30	양동준* ((주)메가젠)	
11:30-12:30		기조강연 (Room 300)
		좌장: 김영욱(서울시립대)
PL-1	"Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs"	
		Yanchun Zhou (ARIMPT)
12:30-13:30		Lunch
		S9. 바이오-에너지 융합재료 (Organizer: 변재철/연세대)
		좌장: 이진형(KICET)
S9-1	광합성 전자의 직접적 추출을 위한 나노전극 시스템 (invited)	
13:30-13:50	류원형* (연세대)	
S9-2	연료전지와 미세조류의 성장 촉진을 위한 나노바이오촉매 응용 기술 (invited)	
13:50-14:10	김중배* (고려대)	
S9-3	태양에너지 자원화를 위한 광전극 및 촉매 기술 개발 (invited)	
14:10-14:30	민병권* (KIST)	
S9-4	2차원 무기 나노시트: 고성능 전기화학촉매 합성을 위한 다용도 빌딩블록 (invited)	
14:30-14:50	황성주* (이화여대)	
14:50-15:10		Coffee Break
		좌장: 김종영(KICET)
S9-5	다양한 전자전달체 시스템을 이용한 효소연료전지의 개발 (invited)	
15:10-15:30	Dong Sup Kim, Ju Hun Lee, Soo Kwon Lee, Ji Hyun Yang, and Seung Wook Kim* (Korea Univ.)	
S9-6	미생물연료전지에서 발생하는 전암역전현상 제어 (invited)	
15:30-15:50	안준영* (KET)	
S9-7	유성불일 전처리를 이용한 바이오연료 생산 공정 단순화 (invited)	
15:50-16:10	이진형* (KICET)	



구두발표

Room 308A



2016년 11월 24일(목)

S9-8 왕겨 유래 리튬이차전지용 고용량 음극소재 개발 (*invited*)16:10-16:30 정대수^{1*}, 최장욱², 박승빈² (¹KICET, ²KAIST)

16:30-17:00 한국국제세라믹산업전 투어

17:15-17:30 젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)

17:30-18:00 총회 (Room 300)

18:30-20:00 세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)



구두발표

Room 318B



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00

등록

G8. 전산재료과학 및 재료분석
(Organizer: 오민욱/한밭대)

좌장: 오민욱(한밭대)

G8-1 Origin of the Metallic Nanoparticle Exsolution on ABX_3 Perovskite (invited)

08:50-09:10 한정우*, 김경학 (서울시립대)

G8-2 제일원리 기반의 고효율 Pb-free 페로브스카이트 태양전지 개발 (invited)

09:10-09:30 이동화*, 신경록, 김성훈 (전남대)

G8-3 전산모사를 활용한 상변화메모리 기반 뉴로모픽 소자 설계 (invited)

09:30-09:50 권용우¹, 임동혁², 조영재¹, 정홍식³, 조만호², 송윤흡⁴ (¹홍익대, ²연세대, ³Tsinghua Univ., ⁴한양대)

G8-4 클러스터 확장법을 이용한 2차원 소재의 제일원리 계산 (invited)

09:50-10:10 이학성*, 문중훈 (KIMS)

10:10-10:30

Coffee Break

좌장: 권용우(홍익대)

G8-5 전산유체역학(CFD)을 활용한 탄화규소 화학증착공정과 그 응용 (invited)

10:30-10:50 최균¹, 서진원¹, 김경미¹, 이종훈² (¹KICET, ²고려대)

G8-6 계면에너지 이방성과 수지상의 형상변화 (invited)

10:50-11:10 이재욱* (KIMS)

G8-7 표면 입계, BaZrO_3 전해질 내부로의 쉬운 프로톤 경로

11:10-11:25 김지수*, 김영철 (한기대)

11:30-12:30

기조강연 (Room 300)

좌장: 김영욱(서울시립대)

PL-1 "Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs"

Yanchun Zhou (ARIMPT)

12:30-13:30

Lunch

좌장: 이학성(KIMS)

G8-8 제일원리계산을 이용한 III-V 화합물 반도체의 표면, 기체 흡탈착 및 고온체 연구 (invited)

13:30-13:50 최정혜¹, 여인원¹, 한규승¹, Krishnamohan Thekkepat¹, Mahesh Chandran¹, 이승철¹, 황철성² (¹KIST, ²서울대)

G8-9 열전 현상의 이해, 계산, 예측: 소재에서 소자까지 (invited)

13:50-14:10 류병기¹, 류병기¹, 정재환², 오민욱³ (¹KERI, ²국가수리과학연구소, ³한밭대)

G8-10 Phosphorene Undergoes a Little "nip-and-tuck": From Remarkably Low-energy Line Defects to Twisted Nanoribbons (invited)

14:10-14:30 손알로이시우스* (연세대)

G8-11 Optical Control of the Layer-index of Electrons in Polar-stacked MoS_2 14:30-14:45 박재홍¹, 황철성¹, 최정혜² (¹서울대, ²KIST)

14:45-15:00

Coffee Break

좌장: 류병기(KERI)

G8-12 Applications of Nanonetwork Structures in Gas Sensors (invited)

15:00-15:20 현상열*, 박영호, 전명표, 정현성 (KICET)

G8-13 Finite Element Analysis of Nanoporous Metal-based Lithium-ion Batteries (invited)

15:20-15:40 조훈휘¹, Matthew P. B. Glazer², David C. Dunand² (¹한밭대, ²Northwestern Univ.)

G8-14 First Principles Computational Studies for a Universal Relation between the Thermodynamic Variables and the Catalytic Activities of a Pyrite toward Hydrogen Evolution Reaction (invited)

15:40-16:00 강준희*, 황지민, 한병찬 (연세대)

G8-15 IET(Impulse Excitation Technique) 를 이용한 Glass & Ceramic의 탄성계수 및 포아송비 측정평가

16:00-16:15 정대웅*, 이준권, 서대석 (선문대)



구두발표

Room 318B



2016년 11월 24일(목)

G8-16 초음파 속도를 이용한 모바일 디스플레이용 강화유리의 강화 전 후 동탄성계수 측정 분석

16:15-16:30 서대석*, 이종권, 문태용, 정호빈, 김희준, 박인규, 이창순, 조인식 (선문대)

16:30-17:00 한국국제세라믹산업전 투어

17:15-17:30 젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)

17:30-18:00 총회 (Room 300)

18:30-20:00 세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)



구두발표

Room E3



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00	등록
	S1. 유전/압전 세라믹스 현황 및 전망 (Organizer: 조옥/UNIST)
	좌장: 조옥(UNIST)
S1-1	Status and Perspectives of Dielectric/Piezoelectric Ceramics (invited)
08:45-09:15	조옥* (UNIST)
S1-2	Large Strain in $K(\text{Nb}_{1-x}\text{Mn}_x)\text{O}_3$ Lead-free Piezoelectric Ceramics with Excellent Thermal and Fatigue Properties (invited)
09:15-09:45	Jong-Hyun Kim ¹ , Dae-Hyeon Kim ² , Tae-Ho Lee ² , Tae-Gon Lee ¹ , Bo-Yun Kim ¹ , and Sahn Nahm ^{1,2*} (¹ KU-KIST Graduate School of Converging Science and Technology, ² Korea Univ.)
09:45-10:00	Coffee Break
S1-3	$0.77\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ - 0.23SrTiO_3 세라믹스의 Core Shell 도메인 구조와 전계유기 변형을 (invited)
10:00-10:30	조정호*, 박정수, 김성원, 박운익, 윤지선, 정영훈, 백종후 (KICET)
S1-4	High Piezoelectric Performance of Lead-free BiFeO_3 - BaTiO_3 Thin Films Grown by Pulsed Laser Deposition Method (invited)
10:30-11:00	송태권*, 박진수, 김다정, 이명환, 김명호 (창원대)
S1-5	적층형 압전세라믹의 응용 (invited)
11:00-11:30	정현호*, 장기봉, 황용주 ((주)삼전)
11:30-12:30	기조강연 (Room 300)
	좌장: 김영욱(서울시립대)
PL-1	"Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs" Yanchun Zhou (ARIMPT)
12:30-13:30	Lunch
S1-6	진동 구조물 안전진단용 자가발전 무선센서노드 기술 (invited)
13:30-14:00	최범진* (셀볼)
S1-7	CuO 가 첨가된 $(\text{K},\text{Na})\text{NbO}_3$ 세라믹스의 미세구조 제어 및 적층 압전 소자 (invited)
14:00-14:30	천채일*, 김정환 ¹ , 김대수 ¹ , 한승호 ² , 강형원 ² , 이형규 ² , 김정석 ¹ (¹ 호서대, ² KETI)
S1-8	(주)래트론의 압전세라믹 재료 및 이를 이용한 전자부품, 센서, 액추에이터 응용제품 개발 이력 (invited)
14:30-15:00	이원경* ((주)래트론)
15:00-15:15	Coffee Break
S1-9	Current Status and Future Prospects of High Performance Piezoelectric Single Crystals: "Lead-based" and "Lead-free" (invited)
15:15-15:45	이호용 ^{1*} , 김동호 ² , 이종엽 ² (¹ 선문대, ² (주)세라콤)
S1-10	Large Strain in Textured $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na},\text{K})_{0.5}\text{TiO}_3$ -Based Relaxor/Ferroelectric Composite Ceramics (invited)
15:45-16:15	안창원 ^{1*} , 조옥 ² , 이재신 ¹ , 김일원 ¹ (¹ 울산대, ² UNIST)
16:45-16:50	Closing remark
16:30-17:00	한국국제세라믹산업전 투어
17:15-17:30	젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)
17:30-18:00	총회 (Room 300)
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)



구두발표

Room 307



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00

등록

S2. SiC 전력소자 및 소재
(Organizer: 방욱/KERI)

좌장: 이원재(동의대)

□ 개회 및 공지사항 안내

08:30-08:40 방욱* (KERI)

S2-1 High Quality SiC Single Crystal Grown by Soltion Growth Method (invited)

08:40-09:20 T. Ujihara* (Nagoya Univ.)

S2-2 Control of Growth Condition of 4H-SiC Single Crystal by TSSG Method (invited)

09:20-09:40 권달희*, 박성한, 남현석, 장희혁 (일진디스플레이(주))

S2-3 SiC 단결정 성장로 국산화 개발의 필요성과 핵심기술 (invited)

09:40-10:00 강진기*, 이재학, 김정곤, 이희태 (AXEL)

10:00-10:15

Coffee Break

좌장: 이명현(KICET)

S2-4 Development of the Solution Growth Process for Heavily doped p-type Silicon Carbide (invited)

10:15-10:40 Yun Ji SHIN* (INPG)

S2-6 비파괴 분석법을 이용한 4H-SiC epitaxial 층에서의 결함 전환을 평가 (invited)10:40-11:05 나문경^{1*}, 정현진¹, 금주연², 방욱¹ (¹KERI, ²창원대)**S2-7** Vanadium-doped Semi-Insulating SiC Single Crystal grown by using a Porous Graphite (invited)

11:05-11:30 장연숙*, 이원재 (동의대)

11:30-12:30

기조강연 (Room 300)

좌장: 김영욱(서울시립대)

PL-1 "Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs"

Yanchun Zhou (ARIMPT)

12:30-13:30

Lunch

좌장: 방욱(KERI)

S2-8 Vertical SiC MOSFET Fabrication Using Self-align Process

13:30-13:45 박건식*, 원종일, 김상기, 조두형, 유성욱, 구진근, 박종문, 박준보, 정진우, 노태문, 이진호 (ETRI)

S2-9 저항 기열 방식으로 성장한 6H-SiC의 외곽부 다결정 제거13:45-14:00 양인석^{1*}, 김태희¹, 김태희¹, 정광희¹, 최이식¹, 이원재² (¹사파이어테크놀로지, ²동의대)**S2-10** Surface Morphology Analysis of the SiC Single Crystal Grown on off-axis 4H-SiC Seed Crystal by Top Seeded Solution Growth Method14:00-14:15 변대섭*, 유영재¹, 최수훈², 이명현¹, 이원재², 정성민¹ (¹KICET, ²동의대)**S2-11** Preparation and Characterization of 4H-SiC Trench MOS Capacitor on the U-Shape Profile to Improve of Electrical Properties14:15-14:30 김기현^{1*}, 석오균², 윤승복¹, 정은식¹, 양창현¹ (¹메이플세미컨덕터(주), ²KERI)**S2-12** Minority Carrier Traps in n-type 4H-SiC Measured by Schottky Diode-based Deep Level Transient Spectroscopy14:30-14:45 강홍전^{1*}, 이수형¹, 김현우¹, 김성민¹, 김성경¹, 방욱², 문정현², 이도현³, 김형준¹ (¹서울대, ²KERI, ³삼성전자)

14:45-15:05

Coffee Break

좌장: 구상모(광운대)

S2-13 4.5 kV 급 4H-SiC VDMOSFETs 소자 제작을 위한 접합 종단 구조의 설계 및 제작15:05-15:20 박희찬^{1*}, 석오균², 방욱², 강인호², 나문경², 박재윤¹ (¹경남대, ²KERI)**S2-14** Study on Carbon Supply in Top Seeded Solution Growth of SiC Bulk Crystals by Using Modified Graphite Crucibles15:20-15:35 Ha Minh Tan^{1*}, 윤지영¹, 김철진², 이명현¹, 정성민¹ (¹KICET, ²경상대)**S2-15** 증성자 조사된 4H-SiC MOSFET의 회복 특성

15:35-15:50 이태섭*, 정세웅, 구상모 (광운대)

구두발표

Room 307



2016년 11월 24일(목)

S2-16 Characteristics of Temperature Dependent Behaviors of β -Ga₂O₃ Thin Flakes based Field-effect Transistors
15:50-16:05 김장혁*, 김지현 (고려대)

15:50-16:10	우수 poster 및 우수발표 시상
16:30-17:00	한국국제세라믹산업전 투어
17:15-17:30	젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)
17:30-18:00	총회 (Room 300)
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)

구두발표

Room 308C



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00	등록
	S4. 세라믹 3D프린팅 (Organizer: 윤희숙/KIMS)
	좌장: 윤희숙(KIMS)
	S4-1 Additive Manufacturing of Ceramics – High-Value Added Ceramic Products Manufacturing Technologies – (invited)
09:00-09:30	TatsukiOhji* (AIST)
	S4-2 세라믹 3D프린팅 신기술 현황 (invited)
09:30-09:55	윤희숙* (KIMS)
	S4-3 Polymer-derived SiCN based Ceramic Structures and Microreactor (invited)
09:55-10:20	김동표* (포항공대)
	S4-4 세라믹 공정과 3D 프린팅 기술을 융합한 세라믹 제품 개발 (invited)
10:20-10:45	조우석*, 김진호, 한규성 (KICET)
	S4-5 Ceramic-based 3D Printing Techniques : Biomedical Applications (invited)
10:45-11:10	고영학*, 안민경, 이정빈 (고려대)
	S4-6 Material Approach to Powder Based Glass 3D printing (invited)
11:10-11:35	김형순*, 조성환 (인하대)
11:30-12:30	기조강연 (Room 300)
	좌장: 김영욱(서울시립대)
PL-1	“Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs” Yanchun Zhou (ARIMPT)
12:30-13:30	Lunch
	좌장: 조우석(KICET)
	S4-7 세라믹 3D 프린팅 기술을 이용한 정밀 주조 몰드 제작 (invited)
13:30-13:55	배창준 ^{1*} , John W. Halloran ² (¹ KIMS, ² 미시간대학교)
	S4-8 3D 프린팅으로 제작되는 치과 보철용 광경화 세라믹 복합소재 개발 (invited)
13:55-14:20	윤범진* (KETI)
	S4-9 건축산업에 적용가능 한 적층 제조기술 (invited)
14:20-14:45	최한신 ^{1*} , 김경택 ¹ , 이영철 ¹ , 서명배 ² , 주기범 ² (¹ 한국생산기술연구원, ² 한국건설기술연구원)
	S4-10 Technical trends of materials for 3D printing and additive manufacturing of a SLA method (invited)
14:45-15:10	윤지선* (KICET)
	S4-11 세라믹 3D프린팅의 치과의료기기 활용방안 (invited)
15:10-15:30	최홍영* (오스템임플란트)
	S4-12 3D프린팅을 활용한 초고온 세라믹 복합재 제조 현황 (invited)
15:30-15:50	김정일* ((주)테크카본)
16:30-17:00	한국국제세라믹산업전 투어
17:15-17:30	젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)
17:30-18:00	총회 (Room 300)
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)

구두발표

Room 318B



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00	등록
S6. 리튬 이온 전지 및 차세대 전지 시스템을 위한 소재 기술 (Organizer: 강기석/서울대)	
좌장: 강기석(서울대)	
S6-1	Understanding the Anomalously High Capacity of Electrode Materials for Li-ion Batteries (<i>invited</i>)
09:00-09:30	윤원섭* (성균관대)
S6-2	Black $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ Anode Materials for High-Rate Li-Ion Batteries
09:30-10:00	엄지용*, 한동욱, 유승을 (KATECH)
S6-3	Porous Silicon-Carbon Composite Materials Engineered by Simultaneous Alkaline Etching for High-Capacity Lithium Storage Anodes
10:00-10:20	손명범*, 박형일, 김한수 (한양대)
S6-4	Synergistic Design Strategies of Cathode Materials based on Various Complexation Methods toward High Voltage Li Ion Battery (<i>invited</i>)
10:20-10:50	강용목* (동국대)
S6-5	NaF-FeF_2 Nanocomposite Electrodes for Na-ion Battery Cathode Material
10:50-11:10	황인상*, 정성균 ¹ , 정은석 ¹ , 김현철 ² , 조성표 ¹ , 구교진 ¹ , 김형섭 ¹ , 윤원섭 ² , 강기석 ¹ (¹ 서울대, ² 성균관대)
11:30-12:30	기조강연 (Room 300)
PL-1	"Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs" Yanchun Zhou (ARIMPT)
좌장: 김영욱(서울시립대)	
12:30-13:30	Lunch
좌장: 엄지용(KATECH)	
S6-6	Nanostructured Si/SiO _x Materials as High Capacity Anode Materials for Lithium-ion Battery (<i>invited</i>)
13:30-14:00	김한수* (한양대)
S6-7	저온 구동형 나트륨-베타알루미늄 전지를 위한 향상된 베타알루미늄 고체전해질 복합체 연구
14:00-14:20	김혜란 ¹ *, 박윤철 ² , 손소리 ² , 이윤기 ¹ , 정기영 ² (¹ 경상대, ² RIST)
S6-8	In Operando Small Angle X-ray Scattering Studies of Ordered Mesoporous Materials: Discovering Durable Nanostructured Electrode on Lithium Storage
14:20-14:40	박귀옥*, 윤정배 ¹ , 김한수 ² , 윤원섭 ¹ , 김지만 ¹ (¹ 성균관대, ² 한양대)
S6-9	표면코팅된 카본과 용해형 촉매의 결합을 통한 우수한 특성의 리튬/공기 이차전지 (<i>invited</i>)
14:40-15:10	박용준* (경기대)
S6-10	The Thermal History Induced Acceleration of Self-discharge in Lithium Rechargeable Batteries by Permanent Degradation of Cathode
15:10-15:30	성원모* (서울대)
S6-11	Domestic and International Research and Development Status & Trends of Next Generation Batteries
15:30-16:00	최병현*, 지미정 (KICET)
16:30-17:00	한국국제세라믹산업전 투어
17:15-17:30	젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)
17:30-18:00	총회 (Room 300)
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)

구두발표

Room E2



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00

등록

S10. 산화를 박막 소재 및 광전자기적 특성 분석
(Organizer: 이상한/GIST)

좌장: 이상한(GIST)

S10-1 Role of Surface Charge Dynamics for Ferroelectric Applications (*invited*)

08:50-09:10 김윤석* (성균관대)

S10-2 Modulation of Surface and Interface of Complex Oxide Thin Film Heterostructure for Two-dimensional Transport (*invited*)

09:10-09:30 유상우* (KAIST)

S10-3 Challenges and Opportunities for Ferroelectric Heterostructure Films for Functional Devices (*invited*)

09:30-09:50 윤종걸¹*, 노태원², Lingfei Wang², 신영재² (¹수원대, ²IBS, 서울대)

S10-4 Polar Metals by Geometric Design (*invited*)

09:50-10:10 김태현* (울산대)

10:10-10:30

Coffee Break

좌장: 유상우(KAIST)

S10-5 Routes to Enhancing Photoresponse of Metal Oxide Thin Films for Solar Water Splitting: Nanostructuring, Heterostructuring, and Use of Surface Plasmons (*invited*)

10:30-10:50 장호원* (서울대)

S10-6 방사광 가속기를 이용한 기능성 산화물 박막 연구 (*invited*)

10:50-11:10 장서형* (부경대)

S10-7 Spatially Resolved Mapping of the Enhanced Oxygen Ion Conduction in Sm-doped CeO₂ and SrTiO₃ Vertical Nanocomposite Films (*invited*)

11:10-11:30 양상모* (숙명여대)

11:30-12:30

기조강연 (Room 300)

좌장: 김영욱(서울시립대)

PL-1 "Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs"
Yanchun Zhou (ARIMPT)

12:30-13:30

Lunch

좌장: 김윤석(성균관대)

S10-8 Tunable Nanoionics in Vertically-aligned Oxide Heteroepitaxy Films (*invited*)

13:30-13:50 이신범* (DGIST)

S10-9 Uncovering Oxygen Vacancy Motion and Local Structure in LaCoO₃ with Aberration-corrected STEM/EELS (*invited*)

13:50-14:10 장재혁* (한국기초과학지원연구원)

S10-10 *In situ* TEM Observations of the Resistance Switching by Electro-chemical Redox Reactions at a Metal/Oxide Interface (*invited*)

14:10-14:30 오상호* (성균관대)

S10-11 Time-resolved X-ray Microdiffraction for Ferroelectric Oxide Heterostructures (*invited*)

14:30-14:50 조지영* (GIST)

14:50-15:10

Coffee Break

좌장: 이재광(부산대)

S10-12 Change of Electrical Properties of Ferroelectric Thin Films Induced by Gamma-ray Irradiation (*invited*)

15:10-15:30 부상돈* (전북대)

S10-13 Correlation between Strain and Defect in Complex Oxides (*invited*)

15:30-15:50 최민석* (인하대)

S10-14 Computational Design of Novel Quantum Matters (*invited*)

15:50-16:10 이관우* (고려대)

16:30-17:00

한국국제세라믹산업전 투어

17:15-17:30

젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)

17:30-18:00

총회 (Room 300)

18:30-20:00

세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)



구두발표

Room 301A



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00	등록	
	건강강좌	
10:30-11:30	피부장벽과 보습제	이승현 (연세의대 피부과학교실 교수)
11:30-12:30	기조강연 (Room 300)	좌장: 김영욱(서울시립대)
PL-1	"Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs" Yanchun Zhou (ARIMPT)	
12:30-13:30	Lunch	
	S11. 통전 가압 소결 및 마이크로웨이브 소결 (Organizer: 한영환/영남대)	
	좌장: 한영환(영남대)	
S11-1	Sintering Atmosphere Induced Effects in Hydroxyapatite during Flash Sintering	
14:00-14:20	김주성 [*] , Indu Bajpai, 한영환, 김석영 (영남대)	
S11-2	Spark Plasma Sintering and In Vitro Biocompatibility of Graphene Nanoplatelet Reinforced Alumina (invited)	
14:20-14:50	Zhao Jingming ¹ , 황규홍 ² , 한영환 ³ (¹ 조선대, ² 경상대, ³ 영남대)	
S11-3	DC Electric Field Strength Induced Grain Growth in Hydroxyapatite during Flash Sintering (invited)	
14:50-15:20	Indu Bajpai [*] , 김주성, 한영환, 김석영 (영남대)	
S11-4	SPS 방법에 의한 프리세라믹 폴리머 유래 탄화규소의 소결거동 (invited)	
15:20-15:50	이윤주 ^{1*} , 신동근 ¹ , 한영환 ² , 이지환 ² (¹ KICET, ² 영남대)	
S11-5	스파크 플라즈마 소결에 의한 CNT 복합체 제조 및 특성평가 (invited)	
15:50-16:10	정성실 [*] ((주)어플라이드카본나노)	
S11-6	Spark Plasma Sintered Transparent Hydroxyapatite for Bio-Medical Research Applications (invited)	
16:10-16:40	한영환 [*] (영남대)	
16:30-17:00	한국국제세라믹산업전 투어	
17:15-17:30	젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)	
17:30-18:00	총회 (Room 300)	
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)	



구두발표

Room E7



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00	등록	
	S12. 제9회 세라믹스 표준화 심포지엄 (Organizer: 김용남/KTL)	
		좌장: 김용남(KTL)
09:50-10:00	인사말	강병구 국장(국가기술표준원 표준정책국)
S12-1	Progress in Standardization Activities of Fine Ceramics in China (invited)	
10:00-10:30	Danyu Jiang* (Shanghi Institute of Ceramics)	
S12-2	Current Activities in ISO/TC206 'Fine Ceramics' (invited)	
10:30-11:00	이태규* (주)나노팩	
S12-3	SiC/SiC 복합체의 표준 재료물성 평가와 자료 핸드북 (invited)	
11:00-11:30	박지연*, 김대중, 이현근, 김원주 (KAERI)	
11:30-12:30	기조강연 (Room 300)	좌장: 김영욱(서울시립대)
PL-1	"Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs" Yanchun Zhou (ARIMPT)	
12:30-13:30	Lunch	
S12-4	Standardization of Testing Method for Fine Ceramic Powders in ISO/TC 206 'Fine Ceramics' WG02 'Powders' (invited)	
13:30-14:00	이희수 ¹ *, 류지승 ¹ , 신현규 ² , 김용남 ² (¹ 부산대, ² KTL)	
S12-5	고분해능 X선회절법을 이용한 전력반도체용 SiC 단결정 박막 품질 평가 국제표준화	
14:00-14:20	이선홍* (KICET)	
S12-6	Valence State and Catalytic Activity of WO ₃ doped CeO ₂ /TiO ₂ Catalysts for Low-temperature NH ₃ -SCR	
14:20-14:40	김순옥 ¹ *, 조승현 ¹ , 신민철 ² , 차진선 ² , 이희수 ¹ (¹ 부산대, ² KTL)	
14:40-15:00	Coffee Break	
S12-7	Ultraviolet Photoluminescence Image that Test Method for Analyzing Polytypes of Conductive SiC Crystals	
15:00-15:20	최형석*, 윤지영, 정성민, 이명현, 서원선 (KICET)	
S12-8	Reliability Evaluation and Standardization of Microporous Separators for Lithium-ion Batteries	
15:20-15:40	이동원*, 이상현, 김용남 (KTL)	
S12-9	Electrochemical and Failure Analysis of La _{1-x} Sr _x MnO ₃ and La _{1-x} Sr _x Co _{0.8} Fe _{0.2} O ₃ Cathode for Solid Oxide Fuel Cells	
15:40-16:00	김수연 ¹ *, 류지승 ¹ , 김용남 ² , 송준광 ² , 이희수 ¹ (¹ 부산대, ² KTL)	
16:30-17:00	한국국제세라믹산업전 투어	
17:15-17:30	젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)	
17:30-18:00	총회 (Room 300)	
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)	

구두발표

Room 317C



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00	등록	
	S13. 탄소재료 응용 (Organizer: 양철민/KIST)	
		좌장: 김근수(세종대)
S13-1	Controlling the Properties of CVD Grown Graphene and their Applications <i>(invited)</i>	
08:45-09:10	김근수* (세종대)	
S13-2	Facile oxidation and exfoliation of Graphene Oxide via Couette-Taylor Flow <i>(invited)</i>	
09:10-09:35	양우석* (KETI)	
S13-3	엔지니어링 해석 기반 열전도성 나노탄소복합소재 산업 적용 사례 <i>(invited)</i>	
09:35-10:00	정찬영* (아테소 주식회사)	
10:00-10:15	Coffee Break	
		좌장: 한중탁(KERI)
S13-4	탄소나노소재 상압화 진입장벽 및 사업화 전략 <i>(invited)</i>	
10:15-10:40	김동환* (금호석유화학)	
S13-5	CNT-based Flexible Electrode Technology <i>(invited)</i>	
10:40-11:05	한중탁* (KERI)	
S13-6	Tailoring Pore Structure of Carbon Composite Nanofiber for High performance Supercapacitors <i>(invited)</i>	
11:05-11:30	김창효 ^{1*} , 양철민 ¹ , 양갑승 ² (¹ KIST, ² 전남대)	
11:30-12:30	기조강연 (Room 300)	좌장: 김영욱(서울시립대)
PL-1	"Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs" Yanchun Zhou (ARIMPT)	
12:30-13:30	Lunch	
		좌장: 양범주(KIST)
S13-7	활성탄소 소재 특성 및 응용 <i>(invited)</i>	
13:30-13:55	박상희* (GS칼텍스)	
S13-8	탄소섬유의 개발동향 <i>(invited)</i>	
13:55-14:20	김성룡* (효성기술원)	
S13-9	열경화성 프리프레그 최신 연구동향 <i>(invited)</i>	
14:20-14:45	박용민* ((주)이지컴퍼지트)	
14:45-15:00	Coffee Break	
		좌장: 양철민(KIST)
S13-10	Structural Analysis of Concrete Beam Strengthened with a Hybrid Composite of Carbon-glass Fiber/Epoxy Matrix <i>(invited)</i>	
15:00-15:25	양범주* (KIST)	
S13-11	Carbon-based Electrode Materials for Lithium Ion Batteries <i>(invited)</i>	
15:25-15:45	김소연*, 양철민 (KIST)	
S13-12	Nitrogen-Doping Effect on Single-Walled Carbon Nanohorns for Supercapacitor Electrode	
15:45-15:55	위재형 ^{1*} , 김창효 ¹ , 김용암 ² , 양철민 ¹ (¹ KIST, ² 전남대)	
S13-13	Thermal Conductivity Properties of Few-Walled Carbon Nanotube Sheets	
15:55-16:05	이윤선 ^{1*} , 이승용 ² , 심상은 ³ , 양철민 ¹ (¹ KIST, ² LG 이노텍, ³ 인하대)	
S13-14	A Novel Process to Carbon Nanotube Filter by CCVD Method	
16:05-16:15	박중규 ^{1*} , 김세영 ² , 한인섭 ² , 김석영 ³ , 김익진 ¹ (¹ 한서대, ² KIER, ³ 영남대)	
S13-15	Chemical Vapor Deposition of Graphene on Platinum: Growth and Substrate Interaction	
16:15-16:25	남정태 ^{1*} , Dong-Chul Kim ² , Dong Hoon Shin ³ , Seungjin Nam ⁴ , Won Ki Lee ⁴ , Jun Yeon Hwang ⁴ , Sang Wook Lee ³ , Helge Weman ² , 김근수 ¹ (¹ 세종대, ² NTNU, ³ Ewha Womans Univ., ⁴ KIST)	

구두발표

Room 317C



2016년 11월 24일(목)

S13-16 Preparation and Electrochemical Properties of Sulfur-Doped Porous Graphenes

16:25-16:35 전우식^{1*}, 김창효¹, 김용암², 양철민¹ (¹KIST, ²전남대)

S13-17 Highly Densified Single-Walled Carbon Nanohorns/Graphene Composite Electrodes for Supercapacitor Application

16:35-16:45 황현태^{1*}, 위재형¹, 김창효¹, 한종훈², 양철민¹ (¹KIST, ²전남대)

16:30-17:00

한국국제세라믹산업전 투어

17:15-17:30

젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)

17:30-18:00

총회 (Room 300)

18:30-20:00

세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)



구두발표

Room 318A



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00	등록
11:30-12:30	기조강연 (Room 300)
PL-1	<p>좌장: 김영욱(서울시립대)</p> <p>"Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs"</p> <p>Yanchun Zhou (ARIMPT)</p>
12:30-13:30	Lunch
	<p>S16. 2016년 산업소재핵심기술개발사업 세라믹분야 신규과제 현황점검</p> <p>(Organizer: 정봉용/KEIT)</p>
13:30-13:40	인사말씀 및 취지안내
	정봉용 PD
	<p>고유연성 디스플레이용 면상 산화를 기반 비정질 투명전극 소재개발</p> <p>13:40-14:00 한국산업기술대학교 김경국교수</p> <p>도로표지용 고굴절율 (nd)1.9) Glass Beads 제조 및 평가기술 개발</p> <p>14:00-14:20 ㈜이화정공 조성훈 책임</p> <p>수송기기 전력모듈용 고신뢰성 고열전도 세라믹 융복합 기판개발</p> <p>14:20-14:40 (주)준인퍼니티 조인철 대표</p> <p>생체친화성 세라믹/고분자 하이브리드 기반 고감도 MRI/PET/CT 다중영상 조영 소재 개발</p> <p>14:40-15:00 한국의국어대학교 박진균 교수</p> <p>패시브 건축물 적용을 위한 열전도를 0.042W/mK 이하의 알칼리계 단열소재 및 이를 이용한 구조기능 일체형 무기계 불연 외벽패널 제조기술 개발</p> <p>15:00-15:20 한국세라믹기술원 추용식 책임</p>
15:10-15:20	Coffee Break
	<p>가시광 투과율 70 %, 적외선 차단율 90 % 급의 에너지 효율 향상을 위한 원도우용 칼코지나이드 기반 세라믹 복합 코팅소재 개발</p> <p>15:20-16:00 한양대학교 좌용호 교수</p> <p>미세먼지 및 자외선 차단 복합기능을 갖는 안티폴루션 화장품용 고기능성 세라믹 복합소재개발</p> <p>16:00-16:20 씨큐브㈜ 최병기 연구소장</p> <p>나노분말제조 및 공정용 50마이크론급 세라믹 비드 개발</p> <p>16:20-16:40 (주)세노텍 김재욱 연구소장</p> <p>이식환경 맞춤형 바이오세라믹 3D프린팅 소재 및 저온 (40°C 이하) 공정기술 개발</p> <p>16:40-17:00 재료연구소 윤희숙 책임</p> <p>고품질 선도유지 패키징용 다공성 다기능 세라믹 융합소재 개발</p> <p>17:00-17:20 한국세라믹기술원 장정호 센터장</p>
17:20-17:30	총평 및 정리
16:30-17:00	한국국제세라믹산업전 투어
17:15-17:30	젊은 세라미스트상 기념 강연
17:30-18:00	총회 (Room 300)
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)



구두발표

Room 301B



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00	등록
S17. 2016(제2회) 한국세라믹산업 발전을 위한 산학연 심포지엄 (Organizer: 이홍림/한국세라믹학회 산학연협력위원회 위원장)	
10:30-11:00	진행: 김무경 박사(한국세라믹기술협회)
□ 인사·축사·격려사 1. 인사말: 한국세라믹연합회 신재수 회장 2. 격려사: 한국세라믹학회 오영제 회장 3. 축 사: 한국세라믹기술협회 오부근 회장	
11:00-11:20	진행: 이준영 전무(한국세라믹연합회)
□ 6대 세라믹기술상 소개 및 포상 1. 2016년 6대 세라믹기술 소개: 세라믹기술상 선정 위원장 2. 2016년 6대 세라믹기술 포상: 한국세라믹연합회 신재수 회장	
11:30-12:30	기조강연 (Room 300) 좌장: 김영욱(서울시립대) PL-1 "Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs" Yanchun Zhou (ARIMPT)
12:30-13:30	Lunch
□ 특별강연(1): 한국세라믹산업 발전을 위한 산학연 협력방안 진행: 이홍림 명예교수(연세대), 서원선 본부장(KICET) 좌장: 김윤호 박사(KIST)	
S17-1 Global leading 집단에서 배우는 산학연 협력의 우수 사례와 우리의 나아갈 길 13:30-14:10 최승철 교수 (아주대)	
□ 연구발표	
S17-2 우리나라 유리산업 현황 14:10-14:40 방정훈 본부장 (한국유리산업협동조합) 좌장: 김기동 교수(군산대)	
S17-3 도자기용 내열식기의 조성 그 특성에 관한 연구 14:40-15:10 오유근 박사 (한국도자문화협회 회장) 좌장: 송종택 명예교수(단국대)	
□ 특별강연(2): 한국세라믹산업 발전을 위한 산학연 협력방안 좌장: 주기태 박사(KIST)	
S17-4 내화물산업을 위한 산학연의 역할과 협력 제언 15:10-15:50 정한남 박사 (포스코케미칼 연구소장)	
15:50-16:00	Coffee Break
S17-5 세라믹소재 정보은행의 현황 및 활용 16:00-16:30 김정훈 박사 (KICET) 좌장: 서원선 박사(KICET)	
S17-6 세라믹스의 기술개발 및 사업화를 위한 정보검색과 활용 16:30-17:00 김용환 박사 (KISTI) 좌장: 강원호 명예교수(단국대)	



구두발표

Room 301B



2016년 11월 24일(목)

▣ 한국세라믹산업 발전을 위한 토론회

진행: 오부근 박사(한국세라믹기술협회 회장)

▣ 토론회(17:00~17:50)

▣ 간담회(18:00~)

16:30-17:00

한국국제세라믹산업전 투어

17:15-17:30

젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)

17:30-18:00

총회 (Room 300)

18:30-20:00

세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)



구두발표

Room 327



2016년 11월 24일(목)

08:00-17:00	등록	
	S18. 제30회 내화물심포지엄 (Organizer: 이현권/금오공대)	
10:00-10:30	개회	진행: 이현권
	개회사: 김형태 (한국세라믹학회 내화물 부회 회장) 축 사: 강석중 (한국세라믹기술원 원장), 신재수 (한국세라믹연합회 회장) 격려사: 오영재 (한국세라믹학회 회장), 박성훈 (대한내화물공업협동조합 이사장)	
	1부	진행: 김세기
	S1 MgO-C 벽돌의 환원 소성 후 특성 평가 10:30-11:10 Tanaka Masato (KHC 기술연구소)	
	S2 청정강 연속 주조용 침지 노즐 막힘 현상에 대한 용강/내화재 계면반응 고찰 11:10-11:50 강윤배 (포항공대 철강대학원)	
	S3 내화물산업에 있어서 산학연의 역할 11:50-12:10 정한남 (포스코켄텍 연구소)	
11:30-12:30	기조강연 (Room 300)	좌장: 김영욱(서울시립대)
	PL-1 "Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs" Yanchun Zhou (ARIMPT)	
12:30-13:30	Lunch	
13:30-14:30	2부	
	패널 토론: 내화물산업 현황 점검 및 지속발전을 위한 산학연 협력방안	
14:30-14:50	Coffee Break	
	3부	진행: 정두화
	R1 캐스터블 내화물에 있어 알루미늄 대골재의 특성 영향 평가 14:50-15:10 오재성 (조선내화)	
	R2 염기성 재생내화물 개발현황 15:10-15:30 김계성 (포스코켄텍)	
		진행: 최승석
	R3 MgO 함량에 따른 MgO-Hercynite 내화물의 특성 연구 15:30-15:50 이민구 (한국내화)	
	R4 고순도 알루미늄용 소성용기 개발 15:50-16:10 조춘래 (동국R&S)	
16:10-16:30	Coffee Break	
		진행: 신지용
	R5 Submerged Entry Nozzle의 신행상 선회류 모델 개발 16:30-16:50 이용규 (조선내화)	
	R6 시멘트 R/K 소성대용 Magnesia Spinel 내화물의 원료구성에 따른 품질특성 변화 16:50-17:10 이태화 (포스코켄텍)	
		진행: 김병수
	R7 텀다쉬용 마이크로실리카 겔본드 염기성 덤블럭 특성연구 17:10-17:30 김대석 (한국내화)	
	R8 MgO-C Brick의 Carbon함량에 따른 열간에서 Magnesia의 거동 17:30-17:50 성종삼 (경동 월드와이드)	



구두발표

Room 327



2016년 11월 24일(목)

17:50	폐회	김형태 (한국세라믹학회 내화물 부회 회장)
16:30-17:00	한국국제세라믹산업전 투어	
17:15-17:30	젊은 세라미스트상 기념 강연 (Room 300)	
17:30-18:00	총회 (Room 300)	
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (인터컨티넨탈 서울 코엑스, B1 하모니볼룸)	

구두발표

327B+C



2016년 11월 25일(금)

08:00-17:00

등록

G1. 전자 세라믹스
(Organizer: 정대용/인하대, 허영우/경북대)

좌장: 허영우(경북대)

G1-15 FEM을 이용한 1-3형 튜브형 압전 복합체 특성에 관한 연구

09:00-09:15 오새롬*, 임종인, 최철호, 현상일, 신호용, 김종호, 송봉준 (KICET)

G1-16 Fabrication of Flexible Structure Health Monitoring Sensor Module based on BNT-ST/PVDF Nanofiber

09:15-09:30 지상현¹, 윤지선¹, 조정호¹, 정영훈¹, 백종후¹, 윤준도² (¹KICET, ²경남대)

G1-17 유연유기 반도체의 신뢰성평가 및 동작환경을 고려한 수명예측 (invited)

09:30-09:55 김남수¹, 차철웅², 김태민¹, 김영호¹, 이동오¹ (¹건국대, ²KETT)

G1-18 d-band 전이 금속 기반 고전도성 p-type 산화물 소재 설계 전략 (invited)

09:55-10:20 이기문¹, 박성곤¹, 이재훈¹, 신원호² (¹군산대, ²KICET)

10:20-10:35

Coffee Break

좌장: 허영우(경북대)

G1-19 Thermal and Electrical Transport properties of Nano-materials (invited)

10:35-11:00 이상욱* (경북대)

G1-20 원자층 증착법을 이용한 산화물 적층구조에서의 2차원 전자층의 생성과 그 응용

11:00-11:15 이상운*, 정해준 (아주대)

G1-21 Effect of Thermal Annealing on Physical Properties of Oxide Thin Films

11:15-11:30 황영훈*, 조옥 (UNIST)

11:30-12:30

기조강연 (D홀 세미나실)

좌장: 김응수(경기대)

PL-2

“Display Trend and Development Direction of Material”

윤수영 (LG디스플레이 연구소장)

12:30-13:30

Lunch

좌장: 이준형(경북대)

G1-22 Activation Energy of Densification and Electrical Conductivity of In₂O₃ doped Gd_{0.1}Ce_{0.9}O_{1.95}

13:30-13:45 이호창*, 허영우, 이준형, 김정주 (경북대)

G1-23 주상결정립 입자 크기가 YSZ 박막의 물성에 미치는 영향

13:45-14:00 박정훈¹, 한승민², 홍종섭¹, 김형철¹, 윤경중¹, 이종호¹, 김병국¹, 이해원¹, 손지원¹ (¹KIST, ²KAIST)

G1-24 Strain Effect on the Oxygen Ionic Conductivity of Epitaxial Gadolinium-Doped Ceria (100) Thin Film

14:00-14:15 안준성¹, 윤경중², 손지원², 장호원¹, 이종호² (¹서울대, ²KIST)

G1-25 Electrochemical Characterization of Dual-Phase Composites for Oxygen Transport Membranes Application

14:15-14:30 Pham Thuy Linh*, Dang Thanh Nguyen¹, TRAN THI HUYEN TRAN¹, 유지행², 이종숙¹ (¹전남대, ²KIER)

G1-26 솔-젤 방법으로 증착된 ZnO의 축전 결합형 산소 플라스마 처리 효과

14:45-15:00 이제원*, 이은지 (인제대)

15:00-15:15

Coffee Break

좌장: 이상욱(경북대)

G1-27 Electrical Properties of Ni-Mn-Cu-Co-O Thin Films Prepared by Spin Spray Method

15:15-15:30 전창준, 정영훈, 윤지선, 박은익, 백종후, 홍연우, 조정호 (KICET)

G1-28 Effect of Equivalent Substitution on the Microwave Dielectric Properties of Mg₄Nb_{1.95}(B_xW_{1-x})_{0.05}O₉ Ceramics (B = Li, Mg, Al, Ti)

15:30-15:45 김정훈*, 김응수 (경기대)

G1-29 Effect of Structural Characteristics on the Microwave Dielectric Properties of Mg₂Ti_{1-x}(Mg_{1/3}B_{2/3})_xO₄ (B = Nb, Sb) Ceramics

15:45-16:00 현무열*, 김성호, 김응수 (경기대)

G1-30 AC Characteristics of Inorganic-Organic Hybrid Perovskites in Different Types

16:00-16:15 Dang Thanh Nguyen*, Hak-Geun Lee*, Woon-Seok Yang*, Sang-Il Seok*, 이종숙¹ (¹전남대, ²UNIST)

16:30-17:30

포스터 시상 및 경품추첨 (D홀 세미나실)

구두발표

Room 317A



2016년 11월 25일(금)

08:00-17:00

등록

G2. 에너지 환경 세라믹스
(Organizer: 이종원/KIER)

좌장: 정규남(KIER)

- G2-9** Phase Change of NASICON Solid Electrolyte Depending on Calcination Temperature and Ion Doping
08:45-09:00 정세운*, 김주형¹, 조승환², 김도경¹ (¹KAIST, ²울산테크노파크)
- G2-10** Progressive Assessment on the Decomposition Reaction of Na Superionic Conducting (NASICON) Ceramics
09:00-09:15 김대겸*, 정재일 (UNIST)
- G2-11** Enhanced Electrochemical Properties of Li₂S-P₂S₅-Li₂SO₄ Glass-ceramics Solid Electrolyte for All-solid-state Batteries
09:15-09:30 손승현*, 손진오, 박찬휘, 신동욱 (한양대학교)
- G2-12** Electrochemical Properties of Li-based Electrolytes with MgO Coating Ceramic Felt Separators for Thermal Battery Applications
09:30-09:45 채상혁*, Kati, 윤당혁 (영남대학교)
- G2-13** Ultra-fast Kinetics of Initial Conversion Reaction Onset in Co₃O₄ Nanoparticles under Lithiation Revealed by Graphene Liquid Cell Electron Microscopy
09:45-10:00 정준영*, 장준하, 서현국, 정지원, 김찬훈, 이정용, 김일두 (KAIST)

10:00-10:15

Coffee Break

- G2-14** Synergistic Effect of Co₄N Nanofibers with Ir Nanoparticles for catalysts during Oxygen Evolution Reaction
10:15-10:30 조수호*, 윤기로, 정지원, 김찬훈, 김일두 (KAIST)
- G2-15** 밀도범함수이론을 이용한 Ni/BaZrO₃ 삼상계면에서의 수소와 프로톤의 이동
10:30-10:45 김지수*, 김영철 (한기대)
- G2-16** Tailoring Epitaxial Thin film BiVO₄/Buffer Layer WO₃ Heterojunction Photoanode for Efficient Water Splitting
10:45-11:00 차재성¹, 송재선¹, 김태민², 김도현³, 장호원², 박정웅³, 이상한¹ (¹GIST, ²서울대, ³가천대)
- G2-17** New Theoretical Insight into Defect Chemistry of Hydrogenated Black Anatase TiO₂
11:00-11:15 최희재*, 송태섭², 김승철³ (¹(주)버추얼랩, ²영남대, ³KIST)
- G2-18** TiO₂ gas 센서의 표면 구조 최적화 및 gas 흡착 특성에 관한 제일원리 해석
11:15-11:30 송봉준*, 신하희, 오새롬, 김종호, 신호용, 임종인, 최철호, 현상일 (KICET)

11:30-12:30

기조강연 (D홀 세미나실)

좌장: 김응수(경기대)

PL-2

"Display Trend and Development Direction of Material"
윤수영 (LG디스플레이 연구소장)

12:30-13:30

Lunch

좌장: 이종원(KIER)

- G2-19** Enhancing the Performance of Stabilized Zirconia Based SOFCs via Introducing Stabilized Bismuth Oxide Interlayer at the Cathode/Electrolyte Interface
13:30-13:45 조동우*, 박정화, 김도엽, 이강택 (DGIST)
- G2-20** Ruddlesden-Popper 소재 코팅을 통한 복합체 산소분리막의 안정성 향상
13:45-14:00 박정환¹, 윤경식², 권영일¹, 김동영³, 유충열², 유지행², 주종훈¹ (¹충북대, ²KIER, ³삼성전자)
- G2-21** 산소분리막용 LSCF-GDC 복합체의 특성 및 ferroelasticity 거동 연구
14:00-14:15 김세영*, 김수현¹, 이기성², 유지행¹, 성영훈¹, 한인섭¹ (¹KIER, ²국민대)
- G2-22** Development of Highly Stable Stabilized Bi₂O₃
14:15-14:30 윤병현*, 이강택 (DGIST)
- G2-23** 형석구조 기반 복합체 산소분리막에서의 활성층 코팅에 따른 산소투과도 특성 분석
14:30-14:45 권영일¹, 나범탁¹, 윤경식², 박정환¹, 유충열³, 유지행³, 주종훈¹ (¹충북대, ²충남대, ³KIER)
- G2-24** 복합체 산소 분리막의 산소분압에 따른 표면 교환 반응 분석
14:45-15:00 나범탁¹, 권영일¹, 박정환¹, 유지행², 주종훈¹ (¹충북대, ²KIER)

15:00-15:15

Coffee Break



구두발표

Room 317A



2016년 11월 25일(금)

G2-25 Band Engineering and Nanostructuring in the Vicinity of Breakdown of Topological Crystalline Insulator in Pb-based Multiple Elements Doped Compounds

15:15-15:30 Dianta Ginting^{*}, Lin, Chan-Chieh, 이종수 (경희대)

G2-26 Thermal Behavior of Ceramic Fiber Mat under Microwave

15:30-15:45 조광연^{*}, KHISHIGBAYARKHOSERDENE, 서정민 (KICET)

G2-27 Reactive Air Brazing of Dual-phase Ceramics for Oxygen Transport Membrane Applications

15:45-16:00 Kati^{*}, Wahid Muhamad FR, 윤당혁 (영남대)

G2-28 High Thermoelectric Performance and Extremely Low Lattice Thermal Conductivity in Ag-doped $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{SnS})_x$ Fabricated by Hot Pressing

16:00-16:15 Lin, Chan-Chieh^{*}, RATHNAM LYDIA, 이종수 (경희대)

16:30-17:30 포스터 시상 및 경품추첨 (D홀 세미나실)



구두발표

Room 318C



2016년 11월 25일(금)

08:00-17:00

등록

G3. 엔지니어링 세라믹스
(Organizer: 이상진/목포대, 이성민/KICET)

좌장: 최광표(목포세라믹종합지원센터)

- G3-10** 이트리아 함량에 따른 β -SiAlON의 미세구조와 기계적 특성
09:00-09:15 김민성^{1*}, 박영조², 고신일³, 김하늘², 김진명², 고재웅² (¹경남대, ²KIMS, ³부산대)
- G3-11** SiC Porous Ceramics from Particle Stabilized Wet Foam by Direct Foaming
09:15-09:30 장우영^{1*}, 박종규¹, 한인섭², Bijay Basnet¹, 임형미³, 김익진¹ (¹한서대, ²KIER, ³KICET)
- G3-12** Investigation on Electrical Resistance and Permeability of Porous Alumina-Based Ceramics
09:30-09:45 김재^{1*}, 하장훈², 이종만², 송인혁² (¹UST, ²KIMS)

09:45-10:00

Coffee Break

좌장: 김원주(KAERI)

- G3-13** 초고온용 세라믹기지상 복합소재 (CMC)의 개발동향 (invited)
10:00-10:30 김정일^{*} ((주)테크카본)
- G3-14** Effect of Post Heat-treatment on the Mechanical Properties of SiC_f/SiC Composites Fabricated by EPD and Hot-pressing
10:30-10:45 Pipit^{*}, Amit Siddharth Sharma, Arifin Septiadi, 윤당혁 (영남대)
- G3-15** 열충격과 수화학부식에 의한 다중층 SiC 복합체의 기계적 특성 변화
10:45-11:00 김대중^{*}, 이승호, 신정호, 이현근, 박지연, 김원주 (KAERI, 한국원자력연구원)
- G3-16** 진공 플라즈마 용사법을 이용한 세라믹 복합재료 상 초고온 세라믹 코팅의 형성
11:00-11:15 유연우^{*}, 변웅선, 남옥희 (KIMS)
- G3-17** Ti/Si 계면소재를 적용한 SiC 세라믹 튜브의 확산접합 거동
11:15-11:30 정양일^{*}, 박정환, 이현근, 김대중, 김원주 (KAERI)

11:30-12:30

기조강연 (D홀 세미나실)

좌장: 김응수(경기대)

PL-2

“Display Trend and Development Direction of Material”
윤수영 (LG디스플레이 연구소장)

12:30-13:30

Lunch

좌장: 오윤석(KICET)

- G3-18** 상온진공과립분사 공정의 이송가스 유량과 노즐 형상이 투명 알루미나 코팅의 거동과 미세구조에 미치는 영향
13:30-13:45 박윤수^{1*}, 박동수², Scooter Johnson³, 한병동², 류정호², 최종진², 박찬¹ (¹부경대, ²KIMS, ³Material Science and Technology Div., Naval Research Laboratory)
- G3-19** 알루미나의 내마모성 향상을 위한 FCVA 소스를 이용하여 증착된 DLC 박막의 내마모 및 응착력 특성
13:45-14:00 인정환^{*}, 강희영, 최주현, 김영복, 이의삼 (KOPII)
- G3-20** The Microstructure and Mechanical Properties of Cr-Si-Al-N Coatings with Various Si Addition and N₂/Ar ratio
14:00-14:15 최선아^{1*}, 김성원², 한윤수², 이성민², 김형태², 김형순¹, 오윤석² (¹인하대, ²KICET)
- G3-21** EB-PVD TBC코팅의 파라미터 변화에 따른 YSZ 코팅의 미세구조
14:15-14:30 박영진^{*}, 변웅선, 이성훈, 유연우, 남옥희 (KIMS)
- G3-22** Yb-Gd-Y 함유한 ZrO₂ 열차폐 코팅의 열적 내구성에 미치는 구조 설계의 영향
14:30-14:45 정성훈^{*}, 이승수, 전수혁, 여관림, 정연길 (창원대)
- G3-23** YAS계 프리트 코팅을 통한 내플라즈마성 Al₂O₃ 세라믹스 제조
14:45-15:00 박의근^{*}, 이현권 (금오공대)
- G3-24** 서스펜션 플라즈마 스프레이법을 이용한 YOF 코팅의 제조
15:00-15:15 이성민^{*}, 박상준¹, 박정남², 이강호², 오윤석¹ (KICET, ²(주)단단)

16:30-17:30

포스터 시상 및 경품추첨 (D홀 세미나실)



구두발표

Room 318B



2016년 11월 25일(금)

08:00-17:00

등록

G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스
(Organizer: 이현권/금오공대)

좌장: 이승현(군산대)

G7-1 시멘트 재료로서의 플라이애쉬의 새로운 이슈 (invited)

08:30-09:00 송명신* (강원대)

G7-2 화학조성 변화에 따른 haugne-belite cement의 제조 및 초기 수화 특성

09:00-09:20 박상진*, 전세훈, 김정남, 송명신 (강원대)

G7-3 CaO가 다량 함유된 순환 유통층 보일러 Fly ash의 탄산화 반응에 관한 연구

09:20-09:40 김진웅*, 전세훈, 강승민, 김정남, 송명신 (강원대)

G7-4 시멘트 수화반응에 미치는 황산나트륨의 영향

09:40-10:00 김근수*, 이승현 (군산대)

10:00-10:20

Coffee Break

좌장: 김성원(KICET)

G7-5 Functional C/SiC Composite Antioxidation Coating for High Temperature Applications

10:20-10:40 김백현*, 배현정, 권도균 (한국항공대)

G7-6 Effect of B₄C Content Change on Morphological Characteristics of High-purity ZrB₂ Powder Synthesized by Carbothermal and Borothermal Reduction10:40-11:00 신재록*, 안계석¹, 채동호¹, 공은배², 최성철¹ (¹한양대, ²KICET)G7-7 Synthesis and Performance of HfC/HfB₂ Ceramics

11:00-11:20 서상원* (서울대)

11:30-12:30

기조강연 (D홀 세미나실)

좌장: 김응수(경기대)

PL-2

“Display Trend and Development Direction of Material”

윤수영 (LG디스플레이 연구소장)

12:30-13:30

Lunch

G6. 유리 및 비정질 세라믹스
(Organizer: 최용규/항공대)

좌장: 최용규(항공대)

G6-2 내플라즈마 유리소재 (invited)

13:30-14:00 김형준*, 최재호 (KICET)

G6-3 철강 연속주조용 몰드플럭스의 열물성 연구 동향 (invited)

14:00-14:30 조중욱* (POSTECH)

G6-4 가스 센싱을 위한 특수 광섬유 기술 (invited)

14:30-15:00 김복현*, 이승호, 김경원 (GIST)

15:00-15:15

Coffee Break

좌장: 정운진(공주대)

G6-5 레이저 광을 이용한 유리 내 PbS 양자점 석출 및 광도파로 제조

15:15-15:30 소병진*, 허중 (포항공과대학교)

G6-6 Improved Spectroscopic Properties of Fluorophosphate Glasses for 1.53 μ m Applications

15:30-15:45 Ganesh Agawane*, Kadathala Linganna (KOPTI)

G6-7 적외선 투과렌즈용 칼코제나이드 유리의 굴절률 분산

15:45-16:00 이우형¹*, 이준호¹, 이정환¹, 박봉제², 최주현³, 최용규¹ (¹한국항공대, ²ETRI, ³KOPTI)



구두발표

Room 318B



2016년 11월 25일(금)

G6-8 Cd-S-Se 양자점 생성 조성에 따른 silicate계 양자점 함유 유리의 LED 색 변환 특성
16:00-16:15 한가람^{1*}, 임원빈², 허종³, 정운진¹ (¹공주대, ²전남대학교, ³POSTECH)

16:30-17:30

포스터 시상 및 경품추첨 (D홀 세미나실)

구두발표

Room 317C



2016년 11월 25일(금)

08:00-17:00	등록
S3. 이미징 소재에 대한 빅 아이디어 (Organizer: 김일두/KAIST)	
좌장: 김일두(KAIST)	
S3-1	Nanofiber Based Exhaled Breath Gas Detection (invited)
08:45-09:15	김일두* (KAIST)
S3-2	Porous Graphene Oxide and Graphene Quantum Dots : Clean Process and Applications (invited)
09:15-09:45	한태희* (한양대)
S3-3	Nanostructured 2D and 3D Surfaces with Special Wettability (invited)
09:45-10:15	문명운* (KIST)
10:15-10:30	Coffee Break
S3-4	Solution-based Processing of Carbon and Organic-based Thin-films for Flexible Field-effect Transistors and Sensors (invited)
10:30-11:00	PARKSTEVEJEUNGHOON* (KAIST)
S3-5	2D Nanomaterials for EMI Shielding (invited)
11:00-11:30	구종민* (KIST)
11:30-12:30	기조강연 (D홀 세미나실)
PL-2	"Display Trend and Development Direction of Material" 윤수영 (LG디스플레이 연구소장)
좌장: 김응수(경기대)	
12:30-13:30	Lunch
S3-6	2D Materials for Wearable Chemical Sensors (invited)
13:15-13:45	최선진* (KAIST)
S3-7	2D Materials for Electronic Applications (invited)
13:45-14:15	이관형* (연세대)
S3-8	Multi-stage, Epitaxial Growth of 3D Oxide and Nitride Semiconductor Nanoarchitectures (invited)
14:15-14:45	박원일*, 이원우, 양동원 (한양대)
14:45-15:00	Coffee Break
S3-9	In-situ Liquid Electron Microscopy (invited)
15:00-15:30	육종민* (KAIST)
S3-10	High-mobility 2D Layered Semiconducting Device and its Application (invited)
15:30-16:00	김선국* (경희대)
S3-11	Design of Catalytic Materials and Systems for Efficient and Sustainable Lithium Oxygen Batteries (invited)
16:00-16:30	류원희* (숙명여대)
16:30-17:30	포스터 시상 및 경품추첨 (D홀 세미나실)



구두발표

Room 327A



2016년 11월 25일(금)

08:00-17:00

등록

S7. 열전소재
(Organizer: 이규형/강원대)

좌장: 이규형(강원대)

S7-1 Thermoelectric Properties of Bi-Te based Heterogeneous Materials (invited)

09:00-09:20 신원호*, 이순일, 서원선 (KICET)

S7-2 P형 $R_{1-z}R'_zFe_{4-x}Co_xSb_{12}$ 이중 층진 스커테루다이트의 열전특성

09:20-09:35 신동길*, 김일호 (한국교통대)

S7-3 Thermoelectric Performance of $Ge_2Sb_2Te_5$ Nanowire and PEDOT:PSS Hybrid Thermoelectric Composites

09:35-09:50 노상현* (KIMS)

S7-4 Strain-engineered Allotrope-like Bismuth Nanowires for Enhanced Thermoelectric Performance (invited)

09:50-10:10 김정민*, 이우영 (연세대)

10:10-10:25

Coffee Break

좌장: 신원호(KICET)

S7-5 종고온 열전발전용 비고유 열전소재의 격자/결함 제어 효과 (invited)

10:25-10:45 이순일*, 맹은지, Nguyen Van Du, 서원선 (KICET)

S7-6 Phase Formation and Thermoelectric Properties of doped Higher Manganese Silicide (HMS)

10:45-11:00 이휘중¹, 김관식¹, 이병훈¹, 이규형², 이우영¹ (¹연세대, ²강원대)

S7-7 N형 Bi-Te기 복합재료 열전특성에 미치는 나노다이아몬드 분산으로 형성된 나노 계면 결함 영역의 영향

11:00-11:15 민태식*, 김경태 (KIMS)

S7-8 고성능 벌크 열전 재료를 위한 입계 전위 배열의 형성 메커니즘 연구

11:15-11:30 문현아¹, 이규형², 김성웅¹ (¹성균관대, ²강원대)

11:30-12:30

기조강연 (D홀 세미나실)

좌장: 김응수(경기대)

PL-2

“Display Trend and Development Direction of Material”

윤수영 (LG디스플레이 연구소장)

12:30-13:30

Lunch

좌장: 김정민(연세대)

S7-9 전력용 열전소재 연구현황 (invited)

13:00-13:20 문승필* (한국전력공사 전력연구원)

S7-10 Phonon Scattering by Nanostructure in Bi-Te Thermoelectric Materials (invited)

13:20-13:40 김상일* (서울시립대)

S7-11 Improved Thermoelectric Performance of V-VI Thermoelectric Electrodeposits via Band Engineering

13:40-13:55 김지원¹, Nosang V. Myung², 임재홍¹ (¹KIMS, ²Univ. California)

S7-12 Electrochemical Synthesis of High Efficient Thermoelectric Materials by Nano-inclusions (invited)

13:55-14:15 임재홍*, 김지원 (KIMS)

14:15-14:35

Coffee Break

좌장: 임재홍(KIMS)

S7-13 Enhanced Thermoelectric Performance of Al and Bi Co-doped Mg_2Si via Hot Pressing14:35-14:50 김관식*, 이휘중¹, 여인웅², 김병욱², 이규형³, 이우영¹ (¹연세대, ²현대자동차, ³강원대)

S7-14 Thermoelectric Ceramic Composites with Low Phonon Transport by Chemical Exfoliation (invited)

14:50-15:10 김종영* (KICET)

S7-15 Optimization of Process Variables for n-Type Cu doped $Bi_2Te_{2.7}Se_{0.3}$ Thermoelectric Materials (invited)15:10-15:30 최순목¹, 서강현¹, 김일호², 서원선³, 신원호³, 이순일³, 황창원⁴ (¹한기대, ²한국교통대, ³KICET, ⁴(주)제펠)

S7-16 레이저 텍스처링법을 이용한 Bi-Te 계 TEM-Ni 전극접합 강도 개선 효과 (invited)

15:30-15:50 황창원* ((주)제펠)

16:30-17:30

포스터 시상 및 경품추첨 (D홀 세미나실)



구두발표

Room 317B



2016년 11월 25일(금)

08:00-17:00	등록	
	S14. 차세대융합세라믹소재 (Organizer: 전민석/KTL)	좌장: 전민석(KTL)
S14-1	자동차 외장용 LED 기술 동향 (invited)	
09:00-09:30	인태경* (루미레즈코리아)	
S14-2	압전 및 압저항 현상의 응용 (invited)	
09:30-10:00	김병곤* ((주)세라토크)	
S14-3	Room-temperature Coating of Ceramic Thin Films by Using Aerosol Deposition Method	
10:00-10:15	오종민*, 김흥기, 송진원 (광운대)	
S14-4	Electrical Characteristics of multilayer MoS ₂ Transistors with Molybdenum Contacts	
10:15-10:30	오민석 ¹ *, 유건옥 ² , 최슬이 ¹ (¹ KETI, ² 충실대)	
10:30-10:45	Coffee Break	좌장: 오민석(KETI)
S14-5	All Solid-state Thin Film Batteries for Power Source of Smart Lens	
10:45-11:00	이현석*, Narendra S. Parmar ¹ , 김광범 ² , 최지원 ¹ (¹ KIST, ² 연세대)	
S14-6	Low-temperature Solution-processed Metal-oxide Thin-film Transistors and their Applications	
11:00-11:15	김영훈* (성균관대)	
S14-7	Development of High-k Dielectric Thin Film Using A-site Modified Perovskite Nanosheets	
11:15-11:30	임해나*, 류소연 ¹ , 성영은 ² , 최지원 ¹ (¹ KIST, ² 서울대)	
11:30-12:30	기조강연 (D홀 세미나실)	좌장: 김응수(경기대)
PL-2	“Display Trend and Development Direction of Material” 윤수영 (LG디스플레이 연구소장)	
12:30-13:30	Lunch	좌장: 최지원(KIST)
S14-8	세라믹 소재 적용 지문인식 센서 모듈 기술 (invited)	
13:30-14:00	김재홍* (크루셀텍)	
S14-9	차세대 이동통신 및 IoT와 세라믹 RF 융합부품 (invited)	
14:00-14:30	고현중* (알신테크놀로지코리아)	
S14-10	Tuning the Phase Transition Properties of Vanadium Dioxide Thin Film for Thermal Biosensor	
14:30-14:45	한수덕 ¹ *, 김보연 ² , 조철진 ¹ , 임미르 ² , 김성근 ¹ , 남산 ² , 강종윤 ¹ (¹ KIST, ² 고려대)	
S14-11	산화물 전자 수송층을 적용한 양자점 발광 다이오드 기술	
14:45-15:00	오민석* (KETI)	
15:05-15:15	Coffee Break	좌장: 김영훈(성균관대)
S14-12	Interface Engineering Explosive Crystallization of TiO ₂ Films in Low Temperature Atomic Layer Deposition	
15:15-15:30	조철진 ¹ *, 김진상 ¹ , 황철성 ² , 김성근 ¹ (¹ KIST, ² 서울대)	
S14-13	Highly Ordered Au-decorated SnO ₂ Nanotubes for Extremely Sensitive Gas Sensor	
15:30-15:45	심영석 ¹ *, 노명섭 ¹ , 한수덕 ¹ , 송영근 ¹ , 장호원 ² , 강종윤 ¹ (¹ KIST, ² 서울대)	
S14-14	Development of Flexible Zeolite Nanofiber with High Surface Area for a Volatile Organic Compounds(VOCs) Removal	
15:45-16:00	지상현*, 윤지선 ¹ , 조정호 ¹ , 정영훈 ¹ , 윤준도 ² (¹ KICET, ² 경남대)	
S14-15	원자층 증착법으로 증착된 SnO의 산화를 통한 2D SnS 박막 성장	
16:00-16:15	편정준 ^{1,2*} , 백인환 ² , 김진상 ² , 강종윤 ² , 김성근 ² (¹ 고려대, ² KIST)	
S14-16	Photocatalytic Activity of Nb-TiO ₂ Nanotubes	
16:15-16:30	이득용*, 손시원, 김예나, 전철병 (대림대)	
16:30-17:30	포스터 시상 및 경품추첨 (D홀 세미나실)	



구두발표

Room 318A



2016년 11월 25일(금)

08:00-17:00	등록	
	S19. 제29회 도자기기술 심포지엄 (Organizer: 조우석/KICET)	
10:00-10:20		사회: 조우석(KICET)
▣ 개회		
1. 개회사 : 이지연 교수 (도자부회 회장/한양여자대학교)		좌장: 황광택(KICET)
▣ 특별강연 및 연구발표		
1. 이탈리아 타일산업 현황		
10:20-10:50 김범태* (대한도자기타일공업협동조합)		
2. 친환경 건축문화 변화에 따른 정토벽돌의 재조명		
10:50-11:20 정찬옥* (한국점토벽돌공업협동조합)		
3. 디지털 기술을 활용한 도자세라믹 디자인 개발		
11:20-11:50 한규성* (한국세라믹기술원 도자세라믹센터)		
11:30-12:30	기조강연 (D홀 세미나실)	좌장: 김응수(경기대)
PL-2	"Display Trend and Development Direction of Material" 윤수영 (LG디스플레이 연구소장)	
12:30-13:30	Lunch	
		좌장: 김응수(KICET)
4. 친환경 컬러강판용 나노세라믹안료 연구		
13:00-13:30 권면주* ((주)한일)		
5. 고성능 Inkjet 프린팅 도자 벽타일 CMS 관리 및 유약 개발		
13:30-14:00 김민형* (대동산업(주))		
6. 위생도기 제품 대형화에 따른 소지의 개선 방향		
14:00-14:30 성병옥* (대림비엔코(주))		
7. 빛의 예술과 도자조형		
14:30-15:00 이은주* (Lilee Clay)		
		좌장: 김진호(KICET)
8. 2D 디지털 도구를 활용한 도자표현연구		
15:00-15:30 김지수* (한양여자대학교)		
9. 이산화티타늄 역오팔 필름의 제조 및 다양한 광학적 응용		
15:30-16:00 이원목* (세종대학교)		
10. 도자산업의 경제적 파급효과		
16:00-16:30 임상수* (조선대학교)		
16:30~		사회: 조우석(KICET)
▣ 폐회		
폐회사 : 이기정 전무 (대한도자기타일공업협동조합)		
16:30-17:30	포스터 시상 및 경품추첨 (D홀 세미나실)	

포스터발표

Poster-I



2016년 11월 23일(수) 13:00-18:00

G1. 전자 세라믹스

- P1-G1-1 Piezoelectric Energy Harvesting from a PMN-PT Single Nanowire
백창연^{1*}, M. Brindha¹, 박귀일², 김도경¹ (¹KAIST, ²경남과학기술대)
- P1-G1-2 Electric Field-Induced Strain Properties of Bi-Based Relaxor/Ferroelectric Ceramic Composites
강진규^{1*}, 옥정중¹, 이창현², 김성덕², 이재신² (¹주지아이씨, ²울산대)
- P1-G1-3 바나듐이 도핑된 다공성 NiO의 합성과 고감도, 고선택성 가스 감응 특성
임겨레^{*}, 박세웅¹, 윤지욱¹, 박준식², 이종훈¹ (¹고려대, ²Korea Electronics Technology Institute)
- P1-G1-4 Secondary Abnormal Grain Growth in BaTiO₃
문승윤^{1*}, 정성윤¹, 강석중² (¹KAIST, ²KICET)
- P1-G1-5 Design of Highly Reliable Thick Film Gas Sensor Using SnO₂ Nanofibers
윤지원^{*}, 정진욱, 박상진, 정인봉, 김보영, 이종훈 (고려대)
- P1-G1-6 MoS₂-MoO₃ 복합체 나노구조 센서를 이용한 선택적인 NO₂ 검지
정성용^{*}, 최승호, 윤지욱, 원종민, 강윤찬, 이종훈 (고려대)
- P1-G1-7 Observation of Donor-to-Acceptor Conversion of Dy at Grain boundaries in Calcium Copper Titanate
조기영^{1*}, 정성윤¹, 강석중² (¹KAIST, ²KICET)
- P1-G1-8 Heterostructure of LaAlO₃ and Homoepitaxial SrTiO₃ for Transferable Two-dimensional Electron Gas
안지민^{1*}, 안현지¹, 김홍석¹, 도용주¹, 유상우², 이상한¹ (¹GIST, ²KAIST)
- P1-G1-9 산화카드뮴 박막의 열처리 온도별 전기광학적 특성평가
진호원^{*}, 손근용, 이재원 (인제대)
- P1-G1-10 금요일 발표로 변경
- P1-G1-11 TiO₂/In₂O₃ 이중접합 형성을 이용한 일산화탄소 가스 센서의 감응 특성 연구
김형호^{*}, 홍성현 (서울대)
- P1-G1-12 Preparation of High-mobility Tungsten-doped Indium Oxide as Transparent-Electrode by Polymer Assisted Solution Process for Solar Cells
안태규^{*}, 김지훈 (공주대)
- P1-G1-13 Phase stability of GdBa₂Cu₃O_{7-δ} for an Off-set Composition in Low Oxygen Pressures with Oxide Refinement Process
박인성^{1*}, 오원재¹, 이재훈², 문승현², 유상임¹ (¹서울대, ²주지아이씨)
- P1-G1-14 Fabrication of YAG: Ce Ceramics with SPS Process for Applications in WLED
허세훈^{*}, 홍성현 (서울대)
- P1-G1-15 Synthesis and Characterization of Zinc Sulfide Nanopowders by Glycothermal Method
박상준^{*}, 임대영, 송정환 (배재대)
- P1-G1-16 The Effect of Oxide Addition on Pinning Properties of EuBa₂Cu₃O_{7-δ} Superconducting Films Fabricated by Pulsed Laser Deposition
김재은^{*}, 오원재, 유상임 (서울대)
- P1-G1-17 The Characterization and Synthesis of Glass Fiber Coated with Carbon Nano Sheet
배동식^{*}, 이원준 (창원대)
- P1-G1-18 Ionically Conducting BaBiO_{3-δ} Thin Films prepared by PLD
Dang Thanh Nguyen^{1*}, Han-Gyeol Lee², Minu Kim², Tae Won Noh², 이종숙¹ (¹전남대, ²Seoul Nat'l Univ.)
- P1-G1-19 Interconnected Multi-Dimensional Porosity Comprising WO₃ Nanofibers Functionalized by Biomimetic Protein Encapsulated Pt Catalyst for Diagnosis of Simulated Diabetics
김동하^{*}, 장지수, 구원태, 최선진, 김상준, 김일두 (KAIST)

G2. 에너지 환경 세라믹스

- P1-G2-1 전해질의 SOFC구동조건에서 산소 화학포텐셜의 공간적인 분포와 두께에 따른 이론적인 전력밀도 계산.
김인호^{*}, 임하니, 홍재운, 배호한, 송선주 (전남대)
- P1-G2-2 High Performance and Durability of Metal Oxide-based Bifunctional Catalysts for Electrochemical Unitized Regenerative Fuel Cells
박준영^{*}, 김남인 (세종대)



포스터발표

Poster-I



2016년 11월 23일(수) 13:00-18:00

- P1-G2-3 Role of Vacancy-Acceptor Clustering in Proton-Conducting Perovskite Oxides
김혜성^{1*}, 장아름¹, 최시영², 정우철¹, 정성윤¹ (¹KAIST, ²KIMS)
- P1-G2-4 Electrophoretically Deposited $\text{LaNi}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_3$ Perovskite Coatings on Metallic Interconnects for Solid Oxide Fuel Cells
NURHADISUKMAWALUYO^{1*}, 송락현², 이승복², 임택형², 박석주², 이종원^{1,2} (¹UST, ²KIER)
- P1-G2-5 In-situ Monitoring of Electrochemical Performance of a Flat-tubular SOFC with Segmented Cathodes
이인선^{1*}, 김선경², 송락현², 이승복², 임택형², 박석주², 한규승¹, 이종원² (¹충남대, ²KIER)
- P1-G2-6 Performance Evaluation of Steam/ CO_2 Co-Electrolysis Cell Fabricated by Infiltration Method for H_2/CO Syngas Production
홍재운^{*}, 임하니, 김인호, 남궁연, 송선주 (전남대)
- P1-G2-7 Cathodic Electrochemical Deposition of Doped Ceria: Potential Application to a Low-Temperature Solid Oxide Fuel Cell Electrode
서한길^{*}, 지상훈, 정우철 (KAIST)
- P1-G2-8 Electrical Properties of Metal Pyrophosphate-alkali Carbonate Composite Electrolyte for Low-temperature PCFC
임하니^{*}, 손찬진, 김인호, 홍재운, 송선주 (전남대)
- P1-G2-9 Hebb-Wagner polarization 방법을 통한 Gd-doped ceria 후막 전자전도도 특성 분석
남경덕^{*}, 주중훈 (충북대)
- P1-G2-10 고체산화물 전지 일체형 세라믹 접속자 용 $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Fe}_{1-x}\text{Sc}_x\text{O}_{3-d}$ 의 조성 및 상/미세구조 안정성 최적화
곽민준^{1*}, 김선동², 김태우², 나영훈³, 최현중², 우상국² (¹UST, ²KIER, ³고려대)
- P1-G2-11 대칭형-고체산화물전지 용 $\text{SrFe}_{0.8}\text{Ti}_{0.2}\text{O}_{3-d}$ 전극 소재의 합성 및 전기화학적 성능 평가
김해정^{1*}, 곽민준², 김선동¹, 최현중¹, 서두원¹, 우상국¹ (¹KIER, ²UST)
- P1-G2-12 Study on Cathode Materials with the Ruddlesden-Popper Structure for High Temperature Solid Oxide Fuel Cells
김도엽^{*}, 김경준, 이강택 (DGIST)
- P1-G2-13 나노 GDC-sol 적용을 통한 금속지지형 고체산화물 연료전지의 성능향상
나영훈^{1*}, 김선동², 곽민준², 최현중², 서두원², 우상국², 허주열¹ (¹고려대, ²KIER, ³UST)
- P1-G2-14 Innovative Approach for Nano-structured Electrode of Solid Oxide Cells
명재하^{1*}, Dragos Negue², John T.S. Irvine² (¹KIER, ²Univ. of St. Andrews)
- P1-G2-15 고온형 고체산화물전지용 CuO-GDC 버퍼층의 소결 특성 및 LSCF 공기극 동시소결을 통한 제조 공정 개선
최현중^{1*}, 나영훈², 김선동¹, 곽민준², 서두원¹, 우상국¹ (¹KIER, ²고려대, ³UST)
- P1-G2-16 황화수소 불순물 농도와 수증기 함량에 따른 고체 산화물 연료전지의 열화특성에 관한 연구
이현미^{*}, 임형태 (창원대)
- P1-G2-17 SOFC 집전체의 접촉저항 in-situ 분리 및 열화 특성에 대한 연구
서권덕^{*}, 임형태 (창원대)
- P1-G2-18 Conductive Nature of Grain Boundaries in a Stabilized- Bi_2O_3 Solid Electrolyte
정승진^{*}, 곽노우, 정우철 (KAIST)
- P1-G2-19 Stable Redox Cycling Perovskite Structure-based Anode Materials for Solid Oxide Fuel Cells
조수연^{*}, 박준영 (세종대)
- P1-G2-20 Study of Cobalt-free Cathode Materials for Intermediate Temperature-solid oxide fuel cells
양자윤^{*}, 박준영 (세종대)
- P1-G2-21 Investigation of Electronic Transport Properties and Durability of Anode Supported BCY-BZY Electrolyte Cells Sing Embedded Probes
배선영^{*}, 임형태 (창원대)
- P1-G2-22 Exsolution법을 이용한 Ni/MgO 메탄 수증기 개질 촉매 제조 및 특성 평가
박용선^{*}, 임예슬, 윤종설, 황해진 (인하대)
- P1-G2-23 ab-initio 열역학을 이용한 BaZrO_3 나노입자의 표면 형상과 표면 공간전하 분포
김지수^{*}, 김영철 (한기대)
- P1-G2-24 환원분위기에서 스칸디아 안정화 지르코니아의 전도도 열화에 대한 니켈 확산의 영향 분석
권영일^{1*}, 윤경식², 김정화³, 조상영², 유충열⁴, 유지행⁴, 주중훈¹ (¹충북대, ²충남대, ³Samsung Electronics, ⁴KIER)
- P1-G2-25 Ni/GDC가 infiltrated 된 SOFC용 나노 구조 $\text{La}_{0.2}\text{Sr}_{0.8}\text{TiO}_3$ 연료극의 전기화학적 특성
이민진^{*}, 황해진, 이현준, 신재화 (인하대)

포스터발표

Poster-I



2016년 11월 23일(수) 13:00-18:00

- P1-G2-26 Electrochemical Performance of Ni-Ce_{0.75}Zr_{0.25}O₂ and Ni-Pr_{0.1}Ce_{0.85}Zr_{0.25}O₂ Anodes for Solid Oxide Fuel Cells
박은희*, 김선재², 홍종섭³, 윤경중³, 윤희성¹, 백운규¹, 이종호³ (¹한양대, ²POSTECH, ³KIST)
- P1-G2-27 Pathway Selection in wet-chemical Reaction for Hierarchical Nano-Surface Ceria
김한빛*, 신미영, 신태호 (KICET)
- P1-G2-28 The Effects of Binder Content and Solid Loading Ratio of Tape Cast Slurry on Rheological Properties for the Fabrication of Single Cells of Solid Oxide Fuel Cell (SOFC)
이상훈*, 배중면 (KAIST)
- P1-G2-29 Intelligent Electrode for High-Temperature Electrochemical Cell Device
김경호*, 신미영, 신태호 (KICET)
- P1-G2-30 질화붕소나노튜브의 순도평가 방법에 대한 연구
조민경*, 김재우, 김상인, 이순덕 (내일테크놀로지(주))
- P1-G2-31 Preparation and Characterization of Plasma-sprayed Yttria Stabilized Zirconia as a Potential Substrate for NO_x Sensor
손찬진*, 임하니, 김인호, 임지원, 송선주 (전남대)
- P1-G2-32 패터닝된 기판을 이용한 high capacity, high rate capability의 LiMn_{1.5}Ni_{0.5}O₄ 전고상 박막전지 제조 및 전기화학적 특성 분석
이승환*, 윤미영², 신현정³, 문주호², 김주선¹ (¹KIST, ²연세대, ³성균관대)
- P1-G2-33 역수성 가스전환 반응용 이산화탄소 환원을 위한 산화철계 촉매 연구
배동현*, 윤미영², 김태희³, 김주선¹ (¹KIST, ²연세대, ³안동대)
- P1-G2-34 GSP(Gel Supported Precipitation) 법을 이용한 C-ADU Gel입자 제조 및 열처리
정경채*, 엄성호, 조문성 (KAERI)
- P1-G2-35 산화 온도에 따른 SiC triplex 의 기계적 특성 분석
박정환*, 정양일, 이현근, 김대중, 김원주 (KAERI)
- P1-G2-36 Photo-electrochemical Properties of CdS Sensitized Hydrothermally Grown TiO₂ Nanorod and Anodic Oxidized TiO₂ Nanotube
김현*, 양비룡 (금오공대)
- P1-G2-37 Investigations of Graphene/TiO₂ Based Photo-electrodes for Photo-catalytic Hydrogen Production
김현*, 양비룡 (금오공대)
- P1-G2-38 반응 기체와 조건에 따른 질화붕소나노튜브의 합성 및 특성평가
이순덕*, 김재우, 김상인, 조민경 (내일테크놀로지(주))
- P1-G2-39 Reduced Large Graphene Oxide Encapsulated Hierarchical Black Phosphorus/Carbon Composite as Anode for Sodium Ion Batteries
장혜연*, 정지원, 이정은, 윤기로, 김찬훈, 윤두영, 정준영, 조수호, 김상욱, 김일두 (KAIST)

G3. 엔지니어링 세라믹스

- P1-G3-1 금요일 발표로 변경
- P1-G3-2 Mechanical Behaviour of Highly Porous Ceramics by Direct Foaming
장우영¹, 박중규¹, Bijay Basnet¹, 이기성², 김익진¹ (¹한서대, ²국민대)
- P1-G3-3 착색산화물의 함량에 따른 나노분산 칼라유약의 변화
안유경¹, 이소연¹, 전성용¹, 이용석² (¹목포대, ²부산소도연)
- P1-G3-4 Fabrication of Rare-earth doped Transparent Nanocomposite Ceramics for Non-linear Optics Materials
마호진*, 정욱기, 박영태, 김도경 (KAIST)
- P1-G3-5 Effects of Calcination Atmosphere on Monodispersed Spherical Particles for Highly Optical Transparent Yttria Ceramics
정욱기*, 마호진, 정세운, 김도경 (KAIST)
- P1-G3-6 Mechanical, Electrical, and Thermal Properties of SiC-BN Composites
서유광*, 김영욱 (서울시립대)
- P1-G3-7 Effect of β-Seed Addition on Mechanical Properties of Sintered Silicon Nitride Ceramics
염희종*, 김영욱 (서울시립대)

포스터발표

Poster-I



2016년 11월 23일(수) 13:00-18:00

- P1-G3-8 Processing of Alumina-Coated Clay-Diatomite Composite Membranes
염희중*, 김수창¹, 김영옥¹, 송인혁² (¹서울시립대학교, ²KIMS)
- P1-G3-9 Effects of Current on the Microstructure and Mechanical Property of Spark-plasma-sintered Si₃N₄
류종훈*, 조준영, 지상구, 박찬 (서울대)
- P1-G3-10 Li₃BO₃ 첨가제가 포함된 Li₇La₃Zr₂O₁₂ 고체전해질의 치밀화 및 이온전도도에 관한연구
신란희*, 이성민², 한윤수², 김영도¹, 류성수² (¹한양대, ²KICET)
- P1-G3-11 A comparative Study of Nanocrystalline TaN Coatings Fabricated by Direct Current and Inductively Coupled Plasma Assisted Magnetron Sputtering
전성용*, 이소연 (목포대)
- P1-G3-12 A Comparative Study of TaN Coatings Deposited by DC and Pulsed DC Asymmetric Bipolar Magnetron Sputtering
전성용*, 정평근 (목포대)

G4. 나노 융합 세라믹스

- P1-G4-1 Optically Sintered Rh-SnO₂ Flower-like Spray Balls for Highly Sensitive Detection of Acetone Molecules
조희진*, 최선진, 김일두 (KAIST)
- P1-G4-2 NiPt Nanoparticles Functionalized Porous WO₃ Nanofibers Using Emulsion Electrospinning Applied to Breath Gas Sensor for Diagnosis of Diseases
김남훈*, 김일두 (KAIST)
- P1-G4-3 Effects of Alumina Precursor Species in Ternary-phase Binder System on Fracture Strength and Coating Efficiency of Mold in Sand Casting
TUMENBAYAR ERDENECHULUUN*, 정연길, 김은희 (창원대)
- P1-G4-4 Synthesis of Polyethylenimine(PEI)-SiO₂ Nanoparticles for CO₂ Capture
박진욱*, 조소혜², 이종석², 이재승¹, 이승용² (¹고려대, ²KIST)
- P1-G4-5 Wide Viewing Angle Reflective Structural Color Filters Based on Subwavelength Scale Patterned Nanocavity
장지윤¹, 이규태², 박상진¹, 양성모¹, 박희준¹ (¹아주대, ²Univ. of Illinois at Urbana-Champaign)
- P1-G4-6 Synthesis of PbS Nanoparticles by the Mechano-Chemical Method and Fabrication of PbSe Thin Films by Selenization
안학영*, 김중동², 오은순², 주병권¹, 조소혜³ (¹고려대, ²충남대, ³KIST)
- P1-G4-7 Control of Metal-oxide Interfaces for Ceria based Nano-catalysts
이시원*, 서종수, 정우철 (KAIST)
- P1-G4-8 단일 I-III-VI 계 양자점 기반 백색 전계 발광 소자 제작 연구
김종훈*, 한창열, 장은표, 김부용, 양희선 (홍익대)
- P1-G4-9 Manufacturing and Analyzing Electrochemical Properties of Oxides - cellulose Nanofiber Composite Photoelectrode
이희진*, 최택집, 윤철민, 강민희, 김유정 (세종대)
- P1-G4-10 A Study of the Optical Properties of ZnCdSSe Quantum Dots in Accordance with the Precursor Concentration Ratio
정다운¹, 박지영¹, 서한욱¹, 임경목¹, 성태연², 김범성¹ (¹KITECH, ²고려대)
- P1-G4-11 Effect of LiF Additive on Combustion Synthesis of MgAl₂O₄
JIN JIAN* (서울대)
- P1-G4-12 투명 단색 및 풀컬러 퀀텀닷 전계발광 소자 제작 연구
한창열*, 이기현, 김민석, 양희선 (홍익대)
- P1-G4-13 도핑을 통한 백색 발광 퀀텀닷의 파장 제어 및 LED 응용 연구
김부용*, 김종훈, 조정호, 양희선 (홍익대)
- P1-G4-14 I-III-VI 양자점의 셀 공정 제어를 통한 초고효율 QLED 소자 제작
장은표*, 김종훈, 신종우, 양희선 (홍익대)
- P1-G4-15 금요일 발표로 변경
- P1-G4-16 전기방사를 이용한 TiO₂ 중공형 나노섬유 및 염료감응 태양전지 응용
나경현*, 김완태, 최원열 (강릉원주대)

포스터발표

Poster-I



2016년 11월 23일(수) 13:00-18:00

- P1-G4-17 전기분무를 이용한 TiO_2 나노입자에 고분자 분자량이 미치는 영향
김완태*, 나경한, 최민석, 최원열 (강릉원주대)
- P1-G4-18 초미세 기계가공을 통한 전자부품 검사용 테스트 소켓
김길환*, 이진강¹, 김완태², 이창규², 최원열² (¹MPT, ²강릉원주대)
- P1-G4-19 Transmissive Color Filters Exploiting Nanocavity Structure with Angle Insensitivity
박상진¹, 장지윤¹, 이규태², 박희준¹ (¹아주대, ²Univ. of Illinois at Urbana-Champaign)
- P1-G4-20 금요일 발표로 변경
- P1-G4-21 The Multimodal Luminescence Property of ZnSe:Eu Quantum Dots depending on Selenium Precursor Solvent
박지영*, 정다운¹, 임정묵¹, 좌용호², 김범성¹ (¹KITECH, ²한양대)

G8. 전산재료과학 및 재료분석

- P1-G8-1 $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ 에서 정전기적 구동력에 의한 용질원소의 계면 편석
윤혜인*, 정희석², 정성운¹, 강석중³ (¹KAIST, ²KBSI, ³KICET)
- P1-G8-2 Search for Compensated Half-metal in Distorted Perovskites : First Principles Approach
진효선* (고려대)
- P1-G8-3 Calcium Copper Titanate 내 공간전하에 의한 표면과 입계영역에서의 용질 편석
이동규*, 정희석², 배형빈¹, 정성운¹ (¹KAIST, ²KBSI)
- P1-G8-4 Optical Property of TiO_2 and $\text{TiO}_2:\text{Eu}^{3+}$ by Solvothermal Method
문주영*, 양현경, 이철우, 문병기 (부경대)
- P1-G8-5 The MR Images and Photoluminescence Characterization of the Gd_2O_3 Phosphor with Controlled Multiform Morphologies
박성준*, 양현경, 박진영, 문병기 (부경대)
- P1-G8-6 Facile Synthesis of Carbon Quantum Dots Derived from Coffee Ground and their Luminescence Properties
홍우태*, 양현경¹, 제재용² (¹부경대, ²동의과학대)
- P1-G8-7 유무기하이브리드 페로브스카이트와 금속전극 접합 특성의 이론적 해석
심하연*, 공영민², 권용우¹ (¹홍익대, ²울산대)
- P1-G8-8 밀도범함수이론을 이용한 수소와 실리콘 (001) 표면 흡착 불소의 반응
김기영*, 김지수¹, 김영복¹, 이동택², 김영철¹ (¹한기대, ²주 테스)
- P1-G8-9 밀도범함수이론을 이용한 $\text{PrBaCo}_2\text{O}_{5.5+\delta}$ 에서의 프로톤 이동에 대한 산소 공공의 영향
신동궁*, 김지수, 김영철 (한기대)
- P1-G8-10 전산모사기법을 이용한 고이온전도성 $\text{Li}_5\text{La}_3\text{M}_x\text{O}_{12}$ ($\text{M}=\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ge}$) Garnet형 고체전해질 설계
이은정*, 윤근영, 황해진 (인하대)
- P1-G8-11 미세구조형상 기반 유한요소해석을 이용한 UAlx-Al 의 열전달거동 예측
공의현*, 주수현², 오제용¹, 탁영욱¹, 김현중¹, 임정식¹ (¹KAERI, ²동북대)
- P1-G8-12 알루미늄 표면에 대한 징케이트 처리 공정단계
나사균* (한밭대)
- P1-G8-13 Evaluation of Interface/Defect structures of aged Porcelain Insulators using X-ray 3D Computed Tomography
한장원*, 류중훈¹, 신수영¹, 김태완², 안희성², 박찬¹ (¹서울대, ²기초전력연구원)
- P1-G8-14 $\text{CaCO}_3:\text{Eu}^{3+}$ 형광체의 합성과 발광 특성
박인용* (한밭대)
- P1-G8-15 Eu^{2+} 를 도핑한 Apatite의 발광 특성
박인용* (한밭대)
- P1-G8-16 Garnet형 $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ 계 고체전해질 저온 합성 및 성능 평가
윤근영*, 이은정, 황해진 (인하대)
- P1-G8-17 FEM Simulation for Structural Optimization of Tonpitz Transducer for Dust-collection
서진원*, 최균¹, 이호용² (¹KICET, ²신문대)
- P1-G8-18 실공간 영상 분석을 통한 나노입자 분석
윤범진*, 이민지¹, 나성원², 윤경로², 김남일³, 조재형³ (¹KETI, ²건국대, ³원포시스)



포스터발표

Poster-I



2016년 11월 23일(수) 13:00-18:00

- P1-G8-19 Hetero Bilayer Transition Metal Dichalcogenides' Piezoelectric and Photovoltaic Behavior: Ab-initio Study
정봉욱*, 박재영, 이재찬 (성균관대)
- P1-G8-20 Ab-initio Modeling of $\text{Ni}_3\text{M}(111)$ ($\text{M}=\text{Ru}, \text{Ru}$) Alloy on Steam Reforming of Methane and Carbon Inhibition
윤영필*, 김한미, 이재찬 (성균관대)
- P1-G8-21 Tunneling Properties in $\text{Ge}(100)/\text{GeO}_2/\text{Ge}(100)$ and $\text{Si}(100)/\text{SiO}_2/\text{Si}(100)$ from First-Principles
고은정^{1*}, Liu Kai^{1,2}, 최정혜¹ (¹KIST, ²서울대)
- P1-G8-22 유한요소법을 이용한 SiO_2 증착용 쿼츠버너 모델링
박형빈*, 한윤수, 최재호, 김형준 (KICET)

S1. 유전/압전 세라믹스 현황 및 전망

- P1-S1-1 Electric Field-Induced Giant Strain in $\text{Bi}_{0.47-x}\text{La}_x\text{Na}_{0.47}\text{Ba}_{0.06}\text{TiO}_3$ Ceramics
Guo Wang*, Thi Hinh Dinh, Hoang Thien Khoi Nguyen, Chang-Heon Lee, Trang An Duong, 한형수, 이재신 (울산대)
- P1-S1-2 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_{3-x}\text{Cl}_x$ 페로브스카이트 단결정의 구조 분석 및 유전 특성
우원석*, 안창원¹, 구태영², 김일원¹ (¹울산대, ²포항가속기연구소)
- P1-S1-3 Origin of the Temperature-dependent Dielectric Relaxations in Relaxor PLZT
홍창효*, Jiadong Zhang², 한형수³, 안창원³, 조욱¹ (¹UNIST, ²Technische Universität Darmstadt, ³울산대)
- P1-S1-4 Influence of A-site Deficiencies on the Electric Properties of BNT-BT Lead-free Piezoceramics
김태은*, 이진주¹, 홍창효¹, 조재현¹, 안창원², 조욱¹ (¹UNIST, ²울산대)
- P1-S1-5 Influence of A-site Deficiencies on the Electrical Properties of BNT-BKT Lead-free Piezoceramics
이진주*, 김태은¹, 홍창효¹, 김용주¹, 조재현¹, 안창원², 조욱¹ (¹UNIST, ²울산대)
- P1-S1-6 Ferroelectric-Relaxor Transition Behavior in Lead-Free $\text{Bi}_{1/2}(\text{Na}_{0.82}\text{K}_{0.18})_{1/2}\text{TiO}_3$ - Based Relaxor Materials
한형수*, 이창현¹, 박영성¹, Thi Hinh Dinh¹, 조욱², 이재신¹ (¹울산대, ²UNIST)
- P1-S1-7 Dielectric and Piezoelectric Properties of Bismuth Excess 0.60BiFeO_3 - 0.40BaTiO_3 Ceramics
이재홍*, 류경현, 이명환, 송태권, 김원정, 김명호 (창원대)
- P1-S1-8 Electromechanical Properties of BiFeO_3 - BaTiO_3 - $\text{Bi}(\text{Mg}_{0.5}\text{Zr}_{0.5})\text{O}_3$ Piezoceramics
MALIK RIZWAN AHMED*, 후세인알리, Adnan Maqbool, Fazli Akram, 송태권, 김원정, 김명호 (창원대)
- P1-S1-9 Dielectric and Electromechanical Properties of LiNbO_3 -and LiTaO_3 -modified BiFeO_3 - BaTiO_3 Lead Free Ceramics
AKRAM FAZLI*, 후세인알리, MALIK RIZWAN AHMED, Adnan Maqbool, 송태권, 김원정, 김명호 (창원대)
- P1-S1-10 Low Field Electrostrain in Lead-free Relaxor/Ferroelectric (RE/FE) Composites
Muhammad Sheeraz*, Abdul Khaliq, 안창원, 김일원 (울산대)
- P1-S1-11 Large Strain in $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.78}\text{K}_{0.22})_{0.5}\text{TiO}_3$ - $\text{Bi}(\text{Mg}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ based Composite Ceramics under Low Driving Field
Abdul Khaliq*, 안창원, 이재신, 김일원 (울산대)
- P1-S1-12 High Piezoelectric Performance and High Curie Temperature in Low-Temperature Sintered Lead-Free BiFeO_3 - BaTiO_3 Ceramics
이명환*, 김다정¹, 박진수¹, 김명호¹, 송태권¹, 최해인¹, 김원정¹, 도달현² (¹창원대, ²계명대)
- P1-S1-13 Piezoelectric and Ferroelectric Properties of MnO - and MnO_2 - modified BiFeO_3 - BaTiO_3 Bulk Ceramics
김다정^{1*}, 이명환¹, 김명호¹, 도달현², 송태권¹ (¹창원대, ²계명대)

S2. SiC 전력소자 및 소재

- P1-S2-1 Defect Analysis of 4H-SiC Single Crystal 2-inch Wafer via Synchrotron White Beam X-ray Topography
유영재*, 변대섭, 이명현, 김영희, 정성민 (KICET)
- P1-S2-2 이온주입온도에 대한 4H-SiC 기판의 전기적 특성 변화 연구
이현수*, 문정현², 김형우², 석오균², 방욱², 김남균², 박힘찬³ (¹경상대, ²KERI, ³경남대)

포스터발표

Poster-I



2016년 11월 23일(수) 13:00-18:00

- P1-S2-3 4H-SiC Superjunction 다이오드의 DC 및 Reverse Recovery 특성
장정훈*, 장해녕, 정재덕, 하민우 (명지대)
- P1-S2-4 CVD법을 사용한 10x100mm Planetary Reactor에서의 4H-SiC 에피성장
서한석*, 전명철² (¹RIST, ²POSCO)
- P1-S2-5 Development of SiC CMP Process using Simulator for Obtaining Defect-free Surface
김장열*, 전명철² (¹RIST, ²POSCO)
- P1-S2-6 실리콘 카바이드 나노 입자가 병합된 티타늄-아연-주석-산화막/아연-주석-산화막의 단층 채널과 다층 채널 박막 트랜지스터의 차이점
박성준*, 구상모, 이태섭, 김소망 (광운대)
- P1-S2-7 Fabrication of 1400V 4H-SiC Trench JBS Diode with Low Leakage Current
원종일*, 박진식, 김상기, 구진근, 유성욱, 노태문, 정진우, 조두형, 박종문 (ETRI)
- P1-S2-8 4H-SiC Schottky diode의 금속-SiC 계면에서 알루미늄카바이드 형성이 미치는 영향
김소망*, 구상모, 이태섭, 박성준 (광운대)
- P1-S2-9 4H-SiC MOSFET의 NBTI에 대한 게이트 산화막 의존성
정세웅*, 구상모, 이태섭 (광운대)
- P1-S2-10 Photoluminescence spectroscopy를 이용한 쇼클리 적층 결함의 분석
정현진*, 방욱*, 나문경¹, 금주연² (¹KERI, ²창원대)
- P1-S2-11 트랜치 모서리 형상이 4H-SiC 전계효과 트랜지스터의 항복전압에 미치는 효과
김형우*, 방욱, 석오균, 문정현, 김남균 (KERI)
- P1-S2-12 Effect of NO Post-Oxidation Annealing for Thermally Thick Oxide grown on 4H-SiC
문정현*, 양창현², 강예환², 이현수³ (¹KERI, ²메이플세미컨덕터(주), ³경상대)
- P1-S2-13 Characterization of Ni-V Ohmic Contact on Ion-implanted 4H-SiC
김정환*, 나문경¹, 김준현¹, 김우택¹, 정은식¹, 양창현¹ (¹메이플세미컨덕터(주), ²KERI)
- P1-S2-14 Design of 150mm SiC bulk Crystals Growth Reactor Using Numerical Simulation
여임규*, 은태희¹, Kanaparin Ariyawong¹, 전명철² (¹RIST, ²POSCO)

S6. 리튬 이온 전지 및 차세대 전지 시스템을 위한 소재 기술

- P1-S6-1 Surface-modified $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ Anode Materials for Lithium-ion Batteries Assisted by In-situ Halogen Gas
엄지용*, 한동욱, 유승을 (KATECH)
- P1-S6-2 Effects of K-ion doping on Electrochemical Performance of $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ Cathode Materials for Na-ion Batteries
엄지용*, 한동욱, 유승을 (KATECH)
- P1-S6-3 폴리아닐린을 선택적으로 코팅한 CNT/ CO_3O_4 기반 공기전극의 전기화학적 특성
박용준*, 김진영 (경기대)
- P1-S6-4 Spark plasma Sintering 공정을 이용한 전고상전지용 복합양극 합성 및 특성 평가
우성필*, 이우영¹, 윤영수² (¹연세대, ²가천대)
- P1-S6-5 Thermal Battery with Tape Casting Process
고재환*, 김인예¹, 정해원², 윤영수¹ (¹가천대, ²국방과학연구소)
- P1-S6-6 전고상 전지 적용 평가를 위한 NASICON-type 고체전해질 합성 및 특성 평가
신서윤*, 윤영수 (가천대)
- P1-S6-7 Metal foam을 이용한 열전지용 FeS_2 양극제작
김인예*, 윤영수 (가천대)

포스터발표

Poster-II



2016년 11월 24일(목) 09:00-18:00

G1. 전자 세라믹스

- P2-G1-1 저손실 LTCC소재의 측정방법과 주파수 변화에 따른 유전특성 분석
홍옥연^{1*}, 윤상옥², 이효종¹, 손석호¹, 홍창배¹ (¹알엔투테크놀로지, ²강릉원주대)
- P2-G1-2 열 전달 물질(Thermal Interface Material)인 탄화 규소(Silicon Carbide)의 다양한 사이즈에 의한 방열 재료 특성 변화 연구
이동우², 주재욱, 장창국, 송선자, 최수연 ((주)영일프레시전)
- P2-G1-3 용액공정을 이용하여 제조된 Li 도핑된 Zn-Sn-O 산화물 박막 트랜지스터의 전기적 특성
조인환^{1*}, 최준혁¹, 김찬중¹, 박해웅², 전병혁¹ (¹KAERI, ²한기대)
- P2-G1-4 금속유도 에칭 기법에 의해 제조된 기공성 실리콘의 전기적 및 광학적 특성 분석
김효현², 윤한솔, 이상혁, 조남희 (인하대)
- P2-G1-5 LiF-Bi₂O₃-V₂O₅첨가 MgO 세라믹스의 저온소결 및 열적·기계적 물성
김신^{1*}, 김윤환², 윤영석¹, 윤상옥¹ (¹강릉원주대, ²주)대양신소재)
- P2-G1-6 Structural and Optical Properties of AlN Grown on Nanopillar/Patterned SiO₂ by Hydride Vapor Phase Epitaxy
손호기^{1*}, 이영진¹, 김진호¹, 이미재¹, 황종희¹, 이혜용², 김승환³, 전대우¹ (¹KICET, ²루미지엔테크, ³홍익대)
- P2-G1-7 첨가제가 Ca(Mn_{0.5}Ti_{0.5})O_{3-δ} 세라믹스의 소결 및 비저항에 미치는 영향
김신^{1*}, 이승훈², 권순호¹, 윤상옥¹ (¹강릉원주대, ²주)대양신소재)
- P2-G1-8 분무 열분해 증착 방법으로 만들어진 F가 도핑된 SnO₂ 박막의 전열특성 평가
이정욱^{1*}, 김보민¹, 하정민¹, 이성민¹, 박성환¹, 류도형² (¹솔라세라믹, ²서울과학기술대)
- P2-G1-9 2차상의 형상이 Lime glass-Y₂O₃-CaCO₃-Sm₂O₃ 계 질화알루미늄 세라믹스의 고온 열전도도 및 체적저항에 미치는 영향
김시연^{1*}, 여동훈¹, 신효순¹, 윤호규² (¹KICET, ²고려대)
- P2-G1-10 Thermoelectric Transport Properties of Au Nanodot-Embedded Bi₂Te₃ Nanotube Composites
이은실^{1*}, 김종영¹, 심우영² (¹KICET, ²연세대)
- P2-G1-11 Electrical and Structural Characteristics of (Al,P) Co-doped ZnO Thin Films by RF-magnetron Sputtering
김창훈², 신승학, 이준형, 허영우, 김정주 (경북대)
- P2-G1-12 다양한 입경 및 형상의 산화알루미늄(Aluminium Oxide) 및 산화 아연(Zinc Oxide)이 함유된 방열 재료의 특성 연구
이화정², 주재욱, 장창국, 배범용 ((주)영일프레시전)
- P2-G1-13 마이크로파 열처리에 따른 비정질 SiC 박막 내 나노결정 생성 및 성장
이상혁², 김효한, 윤한솔, 조남희 (인하대)
- P2-G1-14 Pulsed Laser Deposition법으로 증착한 Sb doped ZnO 박막의 구조적, 전기적 특성
구한솔², 허영우, 이준형, 김정주 (경북대)
- P2-G1-15 Highly Resistive YAG, AlN and Al₂O₃/SiC Ceramics with High Permittivity for Electrostatic Chuck
최기범^{1*}, 김종영¹, 이은실¹, 이성민¹, 윤대호² (¹KICET, ²성균관대)
- P2-G1-16 Photovoltaic Effect in VO₂/BiFeO₃ Heterostructure
이준봉², 최택집, 이호진, 김예원 (세종대)
- P2-G1-17 우레아 가수분해법을 이용한 나노크기 입방정 안정화 지르코니아 분말의 합성
음상철², 이종국 (조선대)
- P2-G1-18 Enhancement of Luminescence Efficiency of Erbium-doped Calcium Yttrium Nanocrystalline Phosphor
전영선^{1*}, 이영환², 정주현³, 황규석¹ (¹남부대, ²전남과학대, ³건양대)
- P2-G1-19 Laser 열처리가 AlN 후막의 열특성 향상에 미치는 영향
김유나^{1*}, 한병동¹, 안철우¹, 최종진¹, 김중우¹, 류정호¹, 윤운하¹, 박동수¹, 황건태¹, 김동용², 윤석영² (¹KIMS, ²부산대)
- P2-G1-20 RF 스퍼터링을 이용한 (001) 우선배향 SnO 박막성장 및 특성평가
조광민², 허영우, 이준형, 김정주 (경북대)
- P2-G1-21 The Large Strain Properties of Niobium doped 0.94(Bi_{1/2}Na_{1/2})TiO₃-0.06BaTiO₃ Piezoelectric Ceramics
최병열², 조욱 (UNIST)
- P2-G1-22 20um이하의 미세패턴 구현을 위한 감광성 은 페이스트 소재 개발
박시영², 박성대, 양현승 (KETI)
- P2-G1-23 표면처리한 무기물을 사용한 무기-유기 하이브리드 광경화 프리즘 시트 제작
김태훈², 이민영, 양현승, 박성대 (KETI)

포스터발표

Poster-II



2016년 11월 24일(목) 09:00-18:00

- P2-G1-24 **압전 에너지 하베스팅 모듈의 최적화**
조유리*, 강형원, 한승호, 김대수 (KETI)
- P2-G1-25 **BiFeO₃-BaTiO₃ 세라믹스의 상전이 및 압전 특성의 온도의존성**
김대수¹*, 천재일¹, 김빛찬¹, 한승호², 강형원², 김정석¹ (¹호서대, ²KETI)
- P2-G1-26 **3D 프린팅용 다기능성 유무기 복합소재의 개발**
원준성¹*, 조용수¹, 이우성², 박성대², 양현승² (¹연세대, ²KETI)
- P2-G1-27 **Dielectric Properties of NiTa₂O₆, NiTiO₃, NiMoO₄/Polystyrene Composites at Microwave Frequencies**
전창준*, 김응수², 조정호¹ (¹KICET, ²경기대)
- P2-G1-28 **Microwave Dielectric Properties of MgTa₂O₆, MgNb₂O₆, MgTiO₃/Polypropylene Composites**
전창준*, 김응수², 조정호¹ (¹KICET, ²경기대)
- P2-G1-29 **Microwave Dielectric Properties of Layered Ceramics/PTFE Composites**
전창준*, 김응수², 조정호¹ (¹KICET, ²경기대)
- P2-G1-30 **Soft Magnetic Composites with Low Core Loss via Ceramic Layer Coating**
양형우*, 이우성 (KETI)
- P2-G1-31 **Spin-spray 합성법을 이용한 고주파수 대역 고투자율 특성의 Mn-Zn ferrite 박막 합성 및 자기적 특성에 대한 연구**
남정진*, 양형우², 이우성², 남산¹ (¹고려대, ²KETI)
- P2-G1-32 **Graphene based Composites using the Monomers as a Reducing Agent Application**
서창욱*, 양우석², 김도훈², 최수연² (¹성균관대, ²KETI)
- P2-G1-33 **광학기법을 이용한 환온환습 조건에서의 그래핀 결합 가시화 연구**
홍경표*, 박승현¹, 정명희¹, 류태영², 최재봉², 김경훈², 김형근¹ (¹KETI, ²성균관대)
- P2-G1-34 **나노박막 결합 가시화 모듈 개발을 위한 내부 열유동 수치해석 연구**
정명희*, 박승현¹, 홍경표¹, 류태영², 김경훈², 최재봉², 김형근¹ (¹KETI, ²성균관대)
- P2-G1-35 **Electrical Properties of Ni-Mn-Cu-O Thin Films Prepared by Metal Organic Decomposition**
전창준*, 정영훈, 윤지선, 박은익, 백종후, 홍연우, 조정호 (KICET)
- P2-G1-36 **Effect of Plasma Treatment on Electrical Properties of Spinel Thin Films for Microbolometer Application**
전창준*, 정영훈, 윤지선, 박은익, 백종후, 홍연우, 조정호 (KICET)
- P2-G1-37 **The Mechanical Property Improvement using Preparation of Flexible Silica Aerogel**
이규연*, 정해누리, 박형호 (연세대)
- P2-G1-38 **Thermoelectric Properties of ZnO Thin Films with Au Nanoparticles Incorporated Mesoporous Structure**
조유성*, 홍민희, 박형호 (연세대)
- P2-G1-39 **Synthesis and Physical Properties of TPOS-based Silica Aerogels Prepared by Two Step Sol-gel Process**
이규연*, Vinayak, 정해누리, 한우제, 박형호 (연세대)
- P2-G1-40 **Synthesis and Characterization of PbO-Poly(4-vinylphenol) Polymer Nanocomposite**
이규연*, 한우제, 강경문, 박형호 (연세대)
- P2-G1-41 **The Investigation about Electronic and Field Emission Properties of doped Single-wall Carbon Nanotubes**
나하윤*, Yue Wang, 박형호 (연세대)
- P2-G1-42 **Nonequilibrium doping Approach for Enhanced Piezoelectric and Imprint Behavior of PZT Thin Films without Post-poling Process**
한찬수*, 박규식, 최홍제, 조아라, 김승원, 조용수 (연세대)
- P2-G1-43 **Impedance Behavior of Carbon Conducting Networks in Insulating Rubber Matrix**
TRAN THI HUYEN TRAN¹*, Chang-Seok Ryu², Young Jun Seo², Sun Jung Kim², Do-Il Kim², Gon Seo², 이종숙¹ (¹전남대, ²Mirae SI Co. Ltd)
- P2-G1-44 **Growth of Single Crystals of Lead-Free Piezoelectric Materials by Solid State Crystal Growth and their Characterization**
J.G. Fisher¹*, Eugenie Uwiragiye¹, SUN HENGYANG¹, Umer Farooq¹, 문수현¹, 이종숙¹, 한형수², 조옥² (¹전남대, ²UNIST)
- G1-2 **LTCC공정부산물물을 재활용한 AgCl 제조 연구**
이덕희*, 신동윤, 안낙균, 윤진호 (고등기술연구원)

포스터발표

Poster-II



2016년 11월 24일(목) 09:00-18:00

G2. 에너지 환경 세라믹스

- P2-G2-1 Design and Synthesis of Hollow Nanostructures for Li Ion Batteries
박진성¹, 조중상², 강운찬¹ (¹고려대, ²충북대)
- P2-G2-2 Control of Optical Bandgap in Doped Bismuth Titanates by Oxygen Reduction
박정웅¹, 김상모¹, 한준영¹, 안현지², 이상한² (¹가천대, ²GIST)
- P2-G2-3 전기방사 공정을 통해 합성된 다공성 금속 산화물 나노 섬유와 전기화학적 특성
김정현¹, 강운찬 (^{고려대})
- P2-G2-4 Reduced Graphene Oxide Quantum Dots Sensitized TiO₂ Photo-electrode for Hydrogen Evolution via Solar Water Splitting
김현¹, 양비룡 (^{금오공대})
- P2-G2-5 Surface Coating of LiCoO₂ with Li₂SO₄ for All-solid-state Lithium Ion Batteries using Li₂S-P₂S₅ Glass-ceramics
조문주¹, 노성우, 박찬휘, 신동욱 (^{한양대})
- P2-G2-6 구형 형상의 망가니즈 황화물 탄소 복합체 분말 합성 및 전기화학적 특성
전정민¹, 강운찬 (^{고려대})
- P2-G2-7 나팔 구조를 가지는 금속 산화물-탄소 복합체의 리튬 이온 전지 특성
주현석¹, 강운찬 (^{고려대})
- P2-G2-8 전이금속 산화반응을 이용한 Hexagonal Boron Nitride 표면 etching
이민우¹, 이희수², 정보라¹, 예보라¹, 한승윤¹, 김도현³, 김홍대¹ (¹KITECH, ²부산대, ³고려대)
- P2-G2-9 Printing Technology of Planar Remote Phosphor Layers for White Light Emitting Diodes
이태현¹, 장진우, 김준식, 김유리, 이채운, 조용수 (^{연세대})
- P2-G2-10 Liquid-phase Sintering of Lanthanum Orthoniobate Proton Conducting Ceramics
J.G. Fisher¹, Dieu Nguyen, 장서희, 김영관, 신경필, 양여현, 문수현, Pham Thuy Linh, 이종숙 (^{전남대})
- P2-G2-11 (Al, Hf)이 복합 도핑된 폴리카보실란의 합성 및 이를 이용한 고성능 SiC 섬유 제조에 관한 연구
배성근¹, 신동근, 이윤주, 이현명, 조광연, 김영희 (^{KICET})
- P2-G2-12 Tin Phosphide Compound as Alloy-based Anode Materials for Sodium-ion Batteries: A Facile Solvothermal Transformation and Na Storage Properties
신현섭¹, 정규남², 김한성¹, 이종원² (¹연세대, ²KIER)
- P2-G2-13 Perovskite Solar Cells with Crater like Porous TiO₂ Layer Fabricated by Sol-gel Reaction
마선일¹, 권혁찬, 이은송, 황혜원, 문주호 (^{연세대})
- P2-G2-14 Solution-Processed Flexible Perovskite Solar Cells with Indium-free Transparent Electrode based on Silver Nanowire Networks
이은송¹, 권혁찬, 황혜원, 마선일, 문주호 (^{연세대})
- P2-G2-15 마그네슘 도핑 농도에 따른 산화아연 나노크리스탈의 특성변화를 이용한 이차전지의 특성 연구
김영준¹, 박병남 (^{홍익대})
- P2-G2-16 Copper Nanowire Composites for Transparent Bottom Electrodes of Perovskite Solar Cells
황혜원¹, 문주호, 권혁찬, 마선일, 이은송 (^{연세대})
- P2-G2-17 Investigating Charge Carrier Dynamics of Nano-structured CH₃NH₃PbI_{3-x}Cl_x Perovskite Absorber
권혁찬¹, 황혜원, 이은송, 마선일, 문주호 (^{연세대})
- P2-G2-18 표면에 제올라이트가 균일하게 성장된 SiC 섬유의 특성평가
이현명¹, 이윤주, 김영희, 권우택, 김수룡, 신동근 (^{KICET})
- P2-G2-19 Effect of the Mg-addition Process on the Electrochemical Performance of LiNi_{0.83}Co_{0.155}Mg_{0.015}O₂
양재형¹, 이강현, 김수빈, 김용선 (^{인하대})
- P2-G2-20 전고체 리튬전지용 Li_{0.29}La_{0.57}TiO₃ 고체 전해질의 열처리 조건 및 리튬 조성에 따른 미세계면구조 및 리튬이온전도 특성 분석
권우주¹, 신현섭¹, 정규남¹, 박민식², 김성현³, 이종원¹ (¹KIER, ²경희대, ³고려대)
- P2-G2-21 Bi₂O₃ 첨가된 전고체전지용 Li_{1.4}Al_{0.4}Ti_{1.6}(PO₄)₃ 고체 전해질의 리튬이온전도 특성 향상 연구
이상돈¹, 정규남², 송승원¹, 이종원² (¹충남대, ²KIER)
- P2-G2-22 h-BN 표면처리에 따른 h-BN/에폭시 복합재의 기계적 및 열적 특성연구
조성윤¹ (^{내일테크놀로지(주)})



포스터발표

Poster-II



2016년 11월 24일(목) 09:00-18:00

- P2-G2-23 탄소 섬유 복합체의 내산화 특성 향상을 위해 Polycarbosilane을 이용한 SiC 코팅 특성 연구
안수빈*, 방정원¹, 김수룡¹, 김영희¹, 김충곤², 권우택¹ (¹KICET, ²(주)코카브)
- P2-G2-24 다성분 셀레늄화합물의 소듐이온 이차전지 전기화학특성 연구
홍영준*, 강윤찬 (고려대)
- P2-G2-25 Study of Vacuum-assisted Multi-coating Process with Polycarbosilane for Silicon Carbide Foams
방정원¹, 권우택¹, 김영희¹, 이현재², 김수룡¹ (¹KICET, ²엔바이온)
- P2-G2-26 Influence of Glass Frit to the Oxidizing Behaviour of Polymer-derived Ceramic Coating for Carbon Steel
Nguyen Minh Dat*, 김수룡², 김영희², 권우택² (¹Gyeongsang Nat'l Univ., ²KICET)
- P2-G2-27 Rattler가 충전된 CoSb₃계 열전재료의 열팽창계수
송민석*, 서원선¹, 김일호², 이순일¹ (¹KICET, ²한국교통대)
- P2-G2-28 MgO 도핑된 소듐이차전지용 층상형 Na(Mg_{1-x/3}Ni_{1-x/3}Fe_{1-x/3}Mn_{1-x/3})O₂ 양극 소재의 성능 향상 연구
최재용*, 한규승¹, 정규남², 이종원² (¹충남대, ²KIER)
- P2-G2-29 분무열분해 공정을 통한 Si-SiO_x-C 복합체 제조
왕성온*, 이승종², 최장욱², 정대수¹ (¹KICET, ²KAIST)
- P2-G2-30 Electrochemical Performance of α-Fe₂O₃/Natural Graphite Composite as Anode Active Materials for Lithium Ion Batteries
박윤태*, 박재우, 이상훈, 이기태 (전북대)
- P2-G2-31 Amorphous Cobalt Phyllosilicate with Layered Crystalline Motifs as Water Oxidation Catalyst
김주성*, 박인철 (서울대)
- P2-G2-32 저온 작동을 위한 연료극 지지형 박막 고체산화물 연료전지 공정에 관한 연구
강성민*, 김유성², 배중면¹, 차석원² (¹KAIST, ²서울대)
- P2-G2-33 고체산화물 연료전지 연료극 적용을 위한 다공성 GDC 전극과 촉매 함침에 대한 연구
이재석*, 이진호, 배중면 (KAIST)

G3. 엔지니어링 세라믹스

- P2-G3-1 지르코니아와 알루미늄 함량에 따른 ATZ composite 소재 물성 분석
김상호*, 한석현, 이재하, 조형환 (강원테크노파크)
- P2-G3-2 불밀공정 중의 음향신호와 불밀현상의 연관성
김수현*, 강지수, 조정식, 이영훈 (금오공대)
- P2-G3-3 PVA(Polyvinyl alcohol) 유기를 합성법으로 제조한 Ni-Cu 나노분말의 미세조직 분석
한영민*, 정충환¹, 이상진², 장진성¹ (¹KAERI, ²목포대)
- P2-G3-4 Effect of Non-oxide Additives on Mechanical Properties of Hot-pressed Si₃N₄
도환수*, 김경훈, 박주석, 김경자 (KICET)
- P2-G3-5 스크린 프린팅법을 이용한 반사방지 코팅막 제조
최창식*, 이미재, 이영진, 전대우, 김진호 (KICET)
- P2-G3-6 WC계 초경 소재 대체용 TiC 제조
권한중*, 서창열, 김원백 (KIGAM)
- P2-G3-7 Fabrication of High Refraction ZrO₂/PSS Thin Film by a Layer-by-layer Self-Assembly Method
최창식*, 이지선^{1,2}, 이미재¹, 이영진¹, 전대우¹, 김진호¹ (¹KICET, ²인하대학교)
- P2-G3-8 이중, 삼중 혼합분말이 슬립캐스팅 알루미늄의 성형과 소결에 미치는 영향
민재홍*, 조정식 (금오공대)
- P2-G3-9 Processing and Properties of the Ceramic-resin Hybrid Block for Dental CAD/CAM
조용현*, 소성민¹, 김세훈¹, 박주석¹, 이병하² (¹KICET, ²명지대)
- P2-G3-10 서스펜션 플라즈마 용사로 증착된 (La_{1-x}Gd_x)_{2-y}Zr_{2+y}O_{7+0.5y}/YSZ 코팅층의 특성평가
이소율*, 이성민¹, 김형태¹, 오윤석¹, 남산², 김성원¹ (¹KICET, ²고려대)
- P2-G3-11 금속 미소 셀 UO₂ 핵연료 소결체의 수증기 산화 거동
김동주*, 김진식, 김중현, 오장수, 김동석, 양재호, 구양현 (KAERI)

포스터발표

Poster-II



2016년 11월 24일(목) 09:00-18:00

P2-G3-12 열차폐 코팅층 설계 인자에 따른 열차폐 성능 고찰
전수혁*, 이승수, 정성훈, 여관림, 정연길 (창원대)

P2-G3-13 고순도 ZrC 계 분말 합성 및 소결 특성 - 잔류탄소의 영향
이세훈*, 유레이, FENG LUN (KIMS)

G4. 나노융합 세라믹스

P2-G4-1 아이오딘 도핑 PCS섬유의 저압 불용화
서정민*, 조광연, KHISHIGBAYARKHOSERDENE (KICET)

P2-G4-2 마이크로파 대응 SIC 쉬트 제조 및 발열 특성 평가
서정민*, 조광연, KHISHIGBAYARKHOSERDENE (KICET)

P2-G4-3 Electrophoretic Deposition on ZnO Layer according to Ligands on Quantum Dot Surface
조성은* (홍익대)

P2-G4-4 SiO₂ 코팅을 통한 자외선 차단용 TiO₂/SiO₂ core/shell 나노복합체 제조
이덕희*, 신동윤, 박재량 (고등기술연구원)

P2-G4-5 Controlled Chemical Synthesis of bi- to few-layer MoS₂ QDs Thin Films
VIKRAMAN DHANASEKARAN^{1*}, Sajjad Hussain², Jongwan Jung², 박희준¹ (¹아주대, ²Sejong Univ.)

P2-G4-6 전구체 비율에 따른 InP/ZnS 양자점의 발광특성
서한옥*, 박지영¹, 정다운¹, 임경묵¹, 현승균², 김범성¹ (¹KITECH, ²인하대)

P2-G4-7 Interfacial Aggregation of Nanosized Boron Nitride Nanoplatelets and Thermal Conductivity of Thermally Conductive Ceramic-polymer Composites
김영국*, 이정구, 백연경, 정재용 (KIMS)

P2-G4-8 Enhanced of Yellowness of α-FeOOH Nanorods using Morphology and Core-Shell System
윤지연^{1*}, 유리², 김유진² (¹인하대, ²KICET)

P2-G4-9 Study of Whiteness of Chlorine Method Rutile TiO₂ by Ceramic Coating
유리^{1*}, 윤지연², 김유진¹ (¹KICET, ²인하대)

P2-G4-10 Na-dissolved Solution Approach for CIGS Absorber-based Thin Films Solar Cells
장진우*, 최익진, 이승민, 조용수 (연세대)

P2-G4-11 Cd-free 양자점 개발을 위한 InP 양자점 합성 및 특성평가
강이승*, 홍명환, 주소영, 안혜란, 김태형, 이찬기 (고등기술연구원)

P2-G4-12 창유리 코팅용 CuS 소재의 에너지 효율 향상을 위한 SiO₂ 코팅 및 특성 평가
안혜란*, 강이승, 김태형, 홍명환, 주소영, 이찬기 (고등기술연구원)

P2-G4-13 Synthesis and Optical Properties of Silica Nanoparticles
Ja Yun Jeung*, Dea Jin Kim, Joon Soo Han, Bok Ryul Yoo (KIST)

P2-G4-14 이중 코팅 공정을 이용한 세라믹 종자 제작 방법
최현희*, 박혜영, TUMENBAYAR ERDENECHULUUN, 조근호, 김은희, 정연길 (창원대)

P2-G4-15 사형 주조용 세라믹 주형 및 종자의 강도 향상을 위한 새로운 공정 연구
박혜영*, 최현희, TUMENBAYAR ERDENECHULUUN, 조근호, 김은희, 정연길 (창원대)

P2-G4-16 나노 무기 소재를 이용한 고내열/저유전 폴리이미드 필름용 복합소재 연구
오미혜*, 윤여성, 김아영, 김남일 (KATECH)

P2-G4-17 Enhanced Infiltration Behavior of Silica based Ceramic Core by Amine Fabricated Alumina Particle
한진순*, 안계석, 최수완, 허재욱, 최성철 (한양대)

P2-G4-18 Combustion Synthesis of Nano MgAl₂O₄ Spinel using Metal Hydroxides
이문균* (서울대)

P2-G4-19 Double Absorber PbS Solar Cells on ZnO Nanorods
이승민*, 연득호, 조용수 (연세대)

P1-G4-15 Intensification of Curing Degree on Polycarbosilane for SiC Fiber Fabrication
KHISHIGBAYARKHOSERDENE*, 조광연, 서정민 (KICET)



포스터발표

Poster-II



2016년 11월 24일(목) 09:00-18:00

P1-G4-20 아이오딘 합성 PCS섬유의 산화안정화
서정민*, 조광연, KHISHIGBAYARKHOSERDENE (KICET)

G5. 바이오 세라믹스

- P2-G5-1 지르코니아 덴탈블록의 환원소성에 의한 색상변화
김병기*, 장명철 (군산대)
- P2-G5-2 Porous Calcium Phosphate (CaP) Scaffolds using 3D Printing System : Rapid Direct Deposition with CaP Paste
조인환*, 고영학, 최하령 (고려대)
- P2-G5-3 광경화성 세라믹 기반 3D 프린팅 기술을 이용한 다공성 생체세라믹 스캐폴드
이정빈*, 고영학, 맹우열, 최지웅 (고려대)
- P2-G5-4 Effect of Different Hydrothermal Condition on the Surface Structure and Apatite Growth of Titanium Biomaterial
이맘아크발* (Yeungnam Univ.)
- P2-G5-5 Porous collagen/Hydroxyapatite Scaffolds with Tailored Macro/Nano Porous Structure using 3D Plotting Technique
김종우*, 고영학, 최재원 (고려대)
- P2-G5-6 Gradually Porous Bio Ceramic Scaffolds using Ceramic/Camphene-based Three-Dimensional Co-Extrusion
안민경*, 이정빈, 고영학 (고려대)
- P2-G5-7 Fabrication of Porous Tetragonal Zirconia Polycrystal (TZP) Scaffolds using Rapid Direct Deposition System
최하령*, 고영학, 조인환 (고려대)
- P2-G5-8 물리적 전처리에 사용되는 ball의 특성별 바이오매스 변화
권정희*, 이진형 (KICET)
- P2-G5-9 Synthesis of Nanofibrous Collagen/Hydroxyapatite Composite Microspheres using Nonsolvent Induced Phase Separation(NIPS)
최재원*, 고영학, 김종우 (고려대)
- P2-G5-10 표면 개질된 결정성 나노셀룰로오스의 Poly(methyl methacrylate) 복합체 적용
유준형* (KIST)
- P2-G5-11 Concentration-dependent Cytotoxicity of Potassium Niobate Sub-micron Particles in Prostate Cancer Cells
J.G. Fisher*, Ung Trong Thuan, Muhammad Umer Farooq, Eu Chang Hwang, Young-Do Jung, Je-Jung Lee, Vinoth-Kumar Lakshmanan (Chonnam Nat'l Univ.)
- P2-G5-12 겔캐스팅법을 이용한 치과용 지르코니아 임플란트의 제작
박웅*, 이종국 (조선대)
- P2-G5-13 상용 3Y-TZP 분말의 분체 및 소결 특성
정형도*, 이종국 (조선대)
- P2-G5-14 주입성형을 이용한 치과용 지르코니아 임플란트의 제작
김대성*, 이종국 (조선대)
- P2-G5-15 Gentamicin을 함유한 과립형 Bone Cement의 특성 및 약물 방출
오경식*, 조현호 (안동대)
- P2-G5-16 Size-controlled Mesoporous Silica Particles for Antimicrobial Biofilms
장정호*, 이혜선 (KICET)
- P2-G5-17 Controlled Release of Astaxanthin from Nanoporous Silicified-phospholipids Assembled Boron Nitride Complex for Cosmetic Applications
이혜선¹*, 장정호¹, 장서준^{1,2} (¹KICET, ²인하대)
- P2-G5-18 리튬 실리케이트 결정화 유리의 기계 가공성
임형봉*, 김성민, 김준형 ((주)하스)
- P2-G5-19 플라스마소결법으로 제조한 하이드록시아파타이트의 소결효과 및 미세구조분석
황창훈*, 조대영¹, 김주성², 웨이 천³, 김석영², 한영환², 윤준도¹, 클라우스 반벤템³ (¹경남대, ²영남대, ³미국 유씨데이비스)
- P2-G5-20 Sensitive Chemiluminescence Lateral Flow Immunoassay with Platinum Nanoparticles
박종민*, 변재철 (연세대)



포스터발표

Poster-II



2016년 11월 24일(목) 09:00-18:00

- P2-G5-21 Surface Modification on Magnetic Nanoparticles for Highly Efficient Mixed Proteins Separation
장서준*, 이해선, 장정호 (KICET)
- P2-G5-22 Drug Delivery Application of the Novel Silicified Phospholipids Assembled Nanocomposites
이해선*, 장정호 (KICET)
- P2-G5-23 In-vitro/in-vivo Evaluation of Antimicrobial-loaded Acrylic based Bone Cements
이해선*, 장정호 (KICET)
- P2-G5-24 고품질 선도유지 패키징필름용 다공성 세라믹 소재 개발
이해선*, 장정호 (KICET)
- P2-G5-25 Antimicrobial and Biodegradable PLGA Medical Sutures with Natural Grapefruit Seed Extracts
장정호*, 이해선 (KICET)

G6. 유리 및 비정질 세라믹스

- P2-G6-1 Effect of Refractive Index on Optical Properties of Color Conversion Glass in BaO-ZnO-B₂O₃-SiO₂ System
정현진^{1*}, 전대우¹, 김진호¹, 이영진¹, 이미재¹, 황종희¹, 박태호², 신동욱³ (¹KICET, ²(주) BASS, ³한양대)
- P2-G6-2 열처리에 따른 Eu²⁺가 도핑된 oxyfluoride 유리 세라믹의 UV-LED 색변환 특성
이한술*, 이상현¹, 최용규¹, 임원빈³, 정운진¹ (¹공주대, ²항공대, ³전남대)
- P2-G6-3 형광체-형광 유리 복합체와 UV LED 를 이용한 백색 LED 의 연색성 향상
이승렬^{1*}, 허종¹, 정운진² (¹POSTECH, ²공주대)
- P2-G6-4 물드성형렌즈 응용을 위한 Ge-Sb-Se 유리 시스템의 원소 조성별 열특성 연구
박준*, 김영복, 이의삼, 강희영, 최주현 (KOPTI)
- P2-G6-5 Ge 나노입자가 함유된 코어를 갖는 광자결정 광섬유의 영분산 파장 제어
이유승^{1*}, 정성목², 주성민¹, 강성구¹, 김지훈¹, 류용탁¹, 한원택¹ (¹GIST, ²LIG넥스원)
- P2-G6-6 Quartz Having Large Scale Embossing on the Surface Treatment Method without Non-HF Solution
윤지연^{1*}, 유리², 김유진² (¹인하대, ²KICET)
- P2-G6-7 Luminescence Properties of Er³⁺-doped Y₂O₃ Nanophosphors
Kadathala Linganna^{1*}, 최주현² (¹Korean Photonics Technology Institute, ²KOPTI)

S5. 태양에너지 변환용 신소재

- P2-S5-1 Theory Model of Photoexcited Hole Carrier Traveling Distance
최희재^{1*}, 김승철² (¹(주)버추얼랩, ²KIST)

포스터발표

Poster-III



2016년 11월 25일(금) 09:00-16:30

G1. 전자 세라믹스

- P3-G1-1 물라이트 세라믹스의 기계적 물성 및 열팽창계수 특성에 첨가제가 미치는 영향
임진현¹, 여동훈, 신호순 (KICET)
- P3-G1-2 Effect of Oxygen-deficiency on the Magnetoelectric Properties of NiFe_2O_4 Structures
조재현¹, 감만진¹, 홍창효¹, Haribabu Palneedi², 류정호², 황영훈¹, 조옥¹ (¹UNIST, ²KIMS)
- P3-G1-3 Origin of Large Piezoelectric Effect in $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{-PbTiO}_3$ Single Cystals
김황필¹, 이호용², 조옥¹ (¹UNIST, ²선문대)
- P3-G1-4 Enhanced Photovoltaic Effect in Single-Wall Carbon Nanotubes/ BiFeO_3 Heterostructure
이호진¹, 최택집, 김효선, 서영수 (세종대)
- P3-G1-5 Evaluation of Surface for AlN Single Crystal Grown by PVT Method via Wet Chemical Etching in a Low Temperature
강효상¹, 강석현¹, 박재화¹, 박철우¹, 최재상¹, 이정훈¹, 이희애¹, 강승민² (¹한양대, ²한서대)
- P3-G1-6 Characterization of HVPE-bulk GaN Single Crystal as Increase Thickness
박재화¹, 강석현¹, 박철우¹, 강효상¹, 최재상¹, 이정훈¹, 이희애¹, 방신영², 김현규², 이용숙² (¹한양대, ²(주)에임즈마이크론)
- P3-G1-7 Dependence of Microwave Dielectric Properties on Structural Characteristics of $\text{Mg}_x\text{Nb}_{2-x}(\text{A}_{1/2}\text{W}_{1/2})_x\text{O}_9$ Ceramics (A = Ti, Sn, Zr)
김정훈¹, 김응수 (경기대)
- P3-G1-8 Substitutional Effects on the Microwave Dielectric Properties of $\text{Mg}_2\text{Ti}_{0.95}(\text{Mg}_{1/3}\text{B}_{2/3})_{0.05}\text{O}_4$ (B = Ta^{5+} , Sb^{5+} , Nb^{5+}) Ceramics
현무열¹, 김성호, 김응수 (경기대)
- P3-G1-9 임피던스 데이터로부터 압전 에너지 하베스터 최적화 연구
박근준¹, 조유리, 강형원, 유찬세, 한승호 (KETI)
- P3-G1-10 양자점 발광다이오드의 에탄올아민 계면처리 효과 연구
김재민¹, 김지완 (경기대)
- P3-G1-11 고분자 젤 전해질을 이용한 대면적 전기변색소자의 특성
서진우¹, 이상진², 김예경¹, 김형근¹, 한승호¹, 장세홍¹, 황상근³ (¹KETI, ²고려대, ³알루이엔씨)
- P3-G1-12 AC Characterization of LiFePO_4 Polycrystalline Samples for Transport Mechanisms
Pham Thuy Linh¹, TRAN THI HUYEN TRAN, Dang Thanh Nguyen, Hang T. T. Le, 박찬진, 송진주, 김재국, 이종숙 (전남대)
- P3-G1-13 Transport Properties in Y-doped SrZrO_3
Dang Thanh Nguyen¹, Pham Thuy Linh¹, 신의철¹, Noriko Sata² (¹전남대, ²DLR)
- P3-G1-14 Chemical Gas Sensor Application Using Capacitance Responses of NiO and ZnO-NiO Thin Films
TRAN THI HUYEN TRAN¹, Dang Thanh Nguyen¹, Jaehyun Moon², 이종숙¹ (¹전남대, ²ETRI)
- P3-G1-15 Electrochromic 및 Thermochromic 유리의 성능 개선을 위한 박막형 금속 산화물 버스바 전극의 최적설계
박승현¹, 홍경표¹, 정명희¹, 김경훈², 최재봉², 김형근¹ (¹KETI, ²성균관대)
- P3-G1-16 Characterization of Mechanical Properties of Polymer Aerogels Relying on the Different Ratio of Acrylate Monomers
이규연¹, 박형호 (연세대)
- P3-G1-17 The Research about Influence of Oxalic Acid on Porosity of Water Glass Aerogel
나하윤¹, 박형호 (연세대)
- P3-G1-18 The Study of Process Conditioning as to Alumina Deposited by rf Magnetron Sputtering
조유성¹, 박형호 (연세대)
- P3-G1-19 Superlattice of $\text{FeSe}_x\text{Te}_{1-x}/\text{CeO}_2$ Superconductor Thin Films
노희성¹, 서세훈¹, 정순길², 이종민¹, 박두선², 이상한¹ (¹GIST, ²성균관대)
- P3-G1-20 Eco-friendly bio-Template Derived Macro- & Mesoporous WO_3 Nanobelts Functionalized with Biological Protein Encapsulated Pt Catalyst for Selective Detection of H_2S .
김민혁¹, 장지수, 구원태, 최선진, 김상준, 김일두 (KAIST)
- P1-G1-10 $(\text{Sr,Ba})_2\text{Si}(\text{O,N})_4$ 분말 합성 및 발광특성
박재한¹, 김영진² (¹한국내화, ²경기대)

포스터발표

Poster-III



2016년 11월 25일(금) 09:00-16:30

G2. 에너지 환경 세라믹스

- P3-G2-1 In Situ High Resolution TEM Observation of Hemispherical Sn Nanoparticles in the Surface of SnO₂ Nanotubes in Liquid Electrolyte during Lithiation
정준영^{1*}, 장준하¹, 김성주¹, 김찬훈¹, 서현국¹, 신재원², 이정용¹, 김일두¹ (¹KAIST, ²IBS)
- P3-G2-2 Superior Electrochemical Performance of Nb₂O₅ Nanofibers Coated with Conductive Agents
정준영¹, 김찬훈¹, 정지원¹, 김일두¹ (KAIST)
- P3-G2-3 수화 환경에서의 SiC의 미세구조가 부식거동에 미치는 영향
신정호^{*}, 김대중¹, 이현근¹, 박지연¹, 김원주¹ (KAERI)
- P3-G2-4 Synthesis of CaYAl₃O₇:Ce, M(M = Mn²⁺, Er³⁺ and Yb³⁺) Phosphor for Silicon Solar Cell
배동식^{1*}, 김선옥², 옥지영¹, 손정훈¹ (¹창원대, ²세종대)
- P3-G2-5 수열합성으로 제조된 WO₃ 나노막대의 특성과 citric acid 첨가의 효과
박수민^{*}, 남충희 (한남대)
- P3-G2-6 핵융합용 트리튬 증식을 위한 Li₂TiO₃ 개발 및 특성 평가
우성필^{1*}, 신서윤², 윤영수² (¹연세대, ²가천대)
- P3-G2-7 TRISO 피복입자의 ZrC 코팅층의 미세구조 및 기계적 강도 변화에 ZrC의 화학양론비가 미치는 영향
이승호^{*}, 이현근¹, 김대중¹, 박지연¹, 김원주¹ (KAERI)
- P3-G2-8 납석 기반 세라믹 분리막의 제조 및 특성평가
이수진^{*}, 하장훈, Bukhari Syed Zaighum Abbas, 이종만, 송인혁 (KIMS)
- P3-G2-9 소동냉각속도로 금속핵연료 용해도가나 재사용을 위한 SiC-CVR코팅방법 적용
홍기원^{1*}, 김기환², 고영모², 박정용², 이찬복², 홍순익¹ (¹충남대, ²KAERI)
- P3-G2-10 Mo/TiN 전극 제조 공정 개선을 통한 AMTEC 단위셀의 전기화학적 성능 최적화
석승원^{1*}, 최현종², 김선동², 서민수², 이국현², 이상국², 한문희¹ (¹충남대, ²KIER)
- P3-G2-11 Uniform Coating of Graphitic Carbon Shell on Si for High Performance Lithium Ion Battery Anode
정철호^{*}, 홍성현 (서울대)
- P3-G2-12 파울링 및 역세척에 의한 UF 세라믹 막의 여과 특성
이종찬^{1*}, 남산¹, 김진호², 한규성², 조우석², 황광택² (¹고려대, ²KICET)
- P3-G2-13 화학기상침착법에 의한 SiC/SiC 복합체의 침착 시간에 따른 인장강도와 파괴인성 변화
이호욱^{1*}, 김대중¹, 이현근¹, 김원주¹, 윤순길², 박지연¹ (¹KAERI, ²충남대)
- P3-G2-14 카본기반 다공성 입체구조의 실리콘 음극재 합성을 통한 리튬 이온 전지의 성능 향상 연구
권성우^{*}, 홍성현 (서울대)
- P3-G2-15 First-principles Study on the Formation of Solid-Electrolyte Interphase on the LiMn₂O₄ Cathode in Li-Ion Batteries
최대현^{*}, 강준희, 한병찬 (연세대)
- P3-G2-16 Effect of Powder Preparation Method on the Microstructure and Thermoelectric Properties of Spark Plasma Sintered Cu_{2-x}Se
조준영^{*}, 류종훈, 지상구, 박찬 (서울대)
- P3-G2-17 LPCVD법으로 증착된 Ta-C 화합물의 미세구조 및 기계적 특성
정상민^{1*}, 김대중¹, 윤순길², 김정일³, 이현근¹, 박지연¹, 김원주¹ (¹KAERI, ²충남대, ³티씨케이)
- P3-G2-18 Fabrication of Oxide Layers on Mg Alloy by Plasma Electrolytic Oxidation
박성준^{*}, 임대영, 송정환 (배재대)
- P3-G2-19 Modification of Surface Characteristics in Colloidal Alumina Particle for Enhancing the Infiltration Behavior in Silica based Ceramic Core
안계석^{*}, 허재욱, 최성철 (한양대)
- P3-G2-20 Phase Structural Engineering of (1-x-y)KNN-xBNKLZ-yBS Lead-free Piezoelectric Ceramics
양선아^{*}, 김병훈, 이정자, 이민구 (KAERI)
- P3-G2-21 Effect of M Composition on Piezoelectric Properties of 0.955(K_{0.48}Na_{0.52})NbO₃-0.045(Bi_{0.5}M_{0.5})ZrO₃ Ceramics
김병훈^{*}, 양선아, 이정자, 이민구 (KAERI)
- P3-G2-22 복합 양극의 제조 방법 및 구조에 따른 황화물계 전고체전지 성능 비교
최한울^{*}, 임형태 (창원대)



포스터발표

Poster-III



2016년 11월 25일(금) 09:00-16:30

- P3-G2-23 Fabrication and Characterization of Y, Sm doped CeO_2 Particle by a Hydrothermal Processing
배동식*, 이동규 (창원대)
- P3-G2-24 Synthesis and Characterization of $\text{K}_{0.5}(\text{Cs}, \text{Rb})_{0.5}\text{VO}_3$ Phosphors by Water Assisted Solid State Reaction Process
배동식*, 최연빈 (창원대)
- P3-G2-25 Effect of TeO_2 - PbO Glass Frit on Contact Formation Between Ag and Si for Solar Cells
김유리안*, 최승곤 (인하대)

G3. 엔지니어링 세라믹스

- P3-G3-1 지오폴리머 물성에 영향을 미치는 필러 첨가 효과에 대한 연구
이상진*, 친즈레이 (목포대)
- P3-G3-2 Fabrication and Properties of Y_2O_3 Transparent Ceramics by using Spark Plasma Sintering
박철우*, 강효상, 박재화, 강석현 (한양대)
- P3-G3-3 IMPROVEMENT OF DENSIFICATION UNIFORMITY IN CARBON/SILICON CARBIDE COMPOSITES BY CHEMICAL VAPOR INFILTRATION
김경미¹*, 서진원¹, 최균¹, 이종훈² (¹KICET, ²고려대)
- P3-G3-4 폐각을 활용한 인산염 유리 제조 및 결정화 조건에 대한 연구
강태성*, 양영균, 홍창범, 이상진 (목포대)
- P3-G3-5 폴리머 용액법을 이용한 나노 In_2O_3 분말의 합성 및 NO_x 가스 센서 특성 연구
김동민*, 이상진 (목포대)
- P3-G3-6 Anti-abrasion Coating of Tantalum Carbide for Carbon-carbon Composite by Chemical Vapor Deposition
김현미*, 서진원¹, 최균², 심광보¹ (¹한양대, ²KICET)
- P3-G3-7 서스펜션 플라즈마 스프레이를 이용하여 반도체산업용 내플라즈마 YOF 코팅 제조
박상준¹*, 김형준², 오윤석¹, 이성민¹ (¹KICET, ²인하대)
- P3-G3-8 폐 Si 분말의 테왁 캐스팅에 의한 반응소결 Si_3N_4 제조
박지숙*, 한윤수¹, 이성민¹, 황해진², 류성수¹ (¹KICET, ²인하대)
- P3-G3-9 열처리 분위기에 따른 탄화규소 섬유 변화
김성구¹*, 박소정², 류도형¹, 신동근², 이윤주², 김영희², 김재성³, 최우철³, 윤병일³, 김정일³ (¹서울과학기술대, ²KICET, ³주)테크카본)
- P3-G3-10 Enhancing Thermal Conductivity of the UO_2 Pellets with Aligned Mo Metal Strips
김동석*, 김건식, 김종현, 김동주, 오장수, 양재호, 구양현 (KAERI)
- P3-G3-11 자동차 브레이크용 마찰재에서 강화재 종류에 따른 마찰마모 특성
이정아*, 김정주¹, 이정주², 권성욱², 주혜린² (¹경북대, ²상신브레이크 (주)기술연구소)
- P3-G3-12 Grain Growth Behavior of Cr_2O_3 doped UO_2 Pellets during Two-step Sintering
오장수*, 김건식, 김동주, 김종현, 양재호 (KAERI)
- P3-G3-13 테왁캐스팅법을 이용한 지르코니아 세라믹 블레이드의 제조
이현준* (인하대)
- P3-G3-14 Fabrication of Tough SiCf/SiC Composites by Electrophoretic Deposition Using a Fabric Coated with a FeO -catalyzed Phenolic Resin
Amit Siddharth Sharma*, Pipit, Arifin Septiadi, 윤당혁 (영남대)
- P1-G3-1 Fractography and Damage Evaluation of Proton Irradiated SiCf/SiC Composites Prepared by EPD and Hot-pressing
Pipit*, Amit Siddharth Sharma, Arifin Septiadi, 윤당혁 (영남대)

G4. 나노융합 세라믹스

- P3-G4-1 Controllable Synthesis of ZnO Nano-rod Structures by Hydrothermal Process
이병우*, 양준석, 홍일곡, 조수진 (한국해양대)

포스터발표

Poster-III



2016년 11월 25일(금) 09:00-16:30

G5. 바이오 세라믹스

- P3-G5-1 SrO이 치환된 Ca_3SiO_5 시멘트의 합성과 수화반응에 대한 연구
유진수^{*}, 홍성현 (서울대)
- P3-G5-2 High Efficient Saccharification with Enzyme-immobilized Magnetic Nanoparticles
장서준^{*}, 장정호, 이혜선 (KICET)
- P3-G5-3 TiO_2 Nanowire Chip for Detection of Small Molecule with MALDI-TOF MS
박종민^{*}, 노주운, 김미라, 김문주, 변재철 (연세대)
- P3-G5-4 Detection of Human Hepatitis B Surface Antigen by Using Chemiluminescence Lateral-flow Immunoassay and Hypersensitive CdS Nanowire Photosensor
김홍래^{*}, 임주희, 장영욱, 박종민, 변재철 (연세대)
- P3-G5-5 Synthesis of Hydroxyapatite Nanoparticles via Wet Chemical Routes
이병우^{*}, 조수진, 한준형, 양준석 (한국해양대)

G6. 유리 및 비정질 세라믹스

- P3-G6-1 보론함량에 따른 D-glass의 유전을 특성
정보라^{1*}, 이지선^{1,2}, 이미재¹, 임태영¹, 이영진¹, 전대우¹, 신동욱³, 김진호¹ (¹KICET, ²인하대, ³한양대)
- P3-G6-2 다종슬래그 조항을 통해 제조된 고강도 Glass-Ceramic의 물성
이덕희^{1*}, 신동윤², 윤미정³, 박현서⁴, 윤진호² (¹아주대, ²고등기술연구원, ³주)동도바잘트, ⁴(주)포스코)
- P3-G6-3 연속섬유 방사 조건에 따른 AR-glass fiber의 물리적 특성
이지선^{1,2*}, 최창식¹, 임태영¹, 이미재¹, 전대우¹, 이영진¹, 현승균², 김진호¹ (¹KICET, ²인하대)
- P3-G6-4 원적외선 렌즈 응용을 위한 Ge-Sb-S 유리의 열적/기계적 물성의 조성 의존성
김현^{1*}, 이준호¹, 이정환¹, 이우형¹, 최용규¹, 최주현², 박봉제³ (¹항공대, ²KOPTI, ³ETRI)
- P3-G6-5 칼코지나이드 유리 적외선 투과단의 조성 의존성: Single Average Harmonic Oscillator 모델
이정환^{1*}, 이준호¹, 이우형¹, 최주현², 최용규¹ (¹항공대, ²KOPTI)
- P3-G6-6 전이 금속 이온을 통한 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 계 글라스 세라믹의 가시광 및 근적외선 투과도 제어
장재원¹, 박경대, 한가람, 정운진 (공주대)
- P3-G6-7 백색 LEDs 구현을 위한 Neodymium이 첨가된 Blue Filter 유리 제조와 특성 평가
김용환^{1*}, 한가람¹, 정기원², 신춘화², 황훈², 정운진¹ (¹공주대, ²주)네패스)
- P3-G6-8 대면적 영료광형 태양전지 저온소성 봉지용 $\text{P}_2\text{O}_5-\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}$ 유리
김성현^{1*}, 이한솔¹, 황재권², 이준엽², 정운진¹ (¹공주대, ²Orion display solutions)
- P3-G6-9 Ge 첨가 Sb-Te 박막의 결정화에 의한 Ge 원자의 국부구조 변화
신상열^{1*}, 이수연², 정병기², 최용규¹ (¹항공대, ²KIST)
- P3-G6-10 적외선 렌즈 응용을 위한 Ge-Sb-Se 유리: 결정화 거동의 조성 의존성
이준호^{1*}, 이우형¹, 이정환¹, 신상열¹, 박봉제², 최주현³, 최용규¹ (¹항공대, ²ETRI, ³KOPTI)

G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스

- P3-G7-1 세라믹 산화를 분말을 이용한 레이저 빔 조사로 제조된 산화물 분산강화 FeCrAl 합금의 특성평가 연구
박동준^{*}, 김현길, 정양일, 박정환, 양재호 (KAERI)
- P3-G7-2 Fabrication of Silica-zircon Porous Ceramics Added with Metal Oxides
박정수^{1*}, 여정구², 조철희¹ (¹충남대, ²KIER)
- P3-G7-3 Synthesis and Performance of HfC/HfB₂ Ceramics
서상원^{*} (서울대)
- P3-G7-4 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiC}-\text{C}$ 계 내화물의 특성에 미치는 Spinel의 영향
임형우^{*}, 하창기, 고진석, 이석근 (한국내화(주))
- P3-G7-5 탄화규소 함량에 따른 임펠러 내화물의 열적 특성 평가
정병욱^{*}, 김락희, 고진석, 이석근 (한국내화(주))



포스터발표

Poster-III



2016년 11월 25일(금) 09:00-16:30

- P3-G7-6 소성 온도에 따른 Magnesia-Hercynite 내화물의 특성
최재철* (한국내화(주))
- P3-G7-7 용강래들 슬래그 라인용 MgO-Cl내화물 손상 개선
김원택*, 김락희, 하창기, 이석근 (한국내화(주))
- P3-G7-8 No Cement Castable 내화물의 시공 특성 개선
송용익*, 하창기, 고진석, 이석근 (한국내화(주))
- P3-G7-9 가수분해 나노 지르코니아 입자의 pH와 결정화
황규홍¹*, 조정명², 이종국² (¹경상대, ²조선대)
- P3-G7-10 Corrosion Behavior of Zirconia-Boron Nitride Refractories by Mold Flux Containing Calcium Fluoride
소성민¹*, 박주석¹, 김경훈¹, 안종필¹, 김형순² (¹KOPTI, ²인하대)
- P3-G7-11 3성분계 혼합 시멘트 콘크리트의 동결융해 저항성에 관한 실험적 연구
양완희*, 황지순¹, 정석만¹, 이세현² (¹(주)인트캡, ²한국건설기술연구원)
- P3-G7-12 Si₃N₄와 BN의 첨가량에 따른 Al₂O₃-SiC-C계 내화물의 열적 특성
김태관¹*, 박주석¹, 김정자¹, 김형순² (¹KICET, ²인하대)
- P3-G7-13 Effect of Alkaline Earth Metal Carbonate on the Sintering Behavior of MgAl₂O₄
이영환* (서울대)

G9. 생활 및 전통 세라믹스

- P3-G9-1 고상반응법과 착체중합법으로 합성된 SrAl₂O₄: Eu²⁺, Dy³⁺ 축광성 형광체의 열적 안정성 평가
김태호¹*, 황해진¹, 한규성², 황광택², 김진호² (¹인하대, ²KICET)
- P3-G9-2 미립화를 통한 세라믹 안료의 잉크젯 프린팅 적용 가능성 연구
이지현¹*, 황해진¹, 권중우², 김진호³, 조우석³, 황광택³, 한규성³ (¹인하대, ²고려대, ³KICET)
- P3-G9-3 디지털 프린팅용 세라믹 안료의 고온 혼합 발색 거동에 관한 연구
권중우¹*, 이지현¹, 이종훈¹, 황광택³, 김진호³, 한규성³ (¹고려대, ²인하대, ³KICET)
- P3-G9-4 Quantitative Phase Analysis on the Basis of Powder X-ray Diffraction: Phase Evolution during a Firing Process in Porcelain Raw Materials
김재겸¹*, 김중영², 김승주¹ (¹아주대, ²KICET)
- P3-G9-5 판상형 포타슘 티타네이트 합성 및 마찰특성 연구
이정주¹*, 이나라², 피재환², 김중영², 김유진², 김정주³ (¹상신브레이크 (주) 기술연구소, ²KICET, ³경북대)
- P3-G9-6 알카리 용액에서의 텅스텐 산화물의 용해 촉진을 위한 과산화수소의 역할
김근희¹*, 피재환², 김유진², 조우석², 황해진¹ (¹인하대, ²KICET)
- P3-G9-7 열처리 조건 변화에 따른 16Ce-TZP계 세라믹스 제조 및 소결특성
김보령¹*, 임현규², 채지훈³, 조범래², 오영우⁴, 강종봉¹ (¹경남대, ²제명대, ³(재)경북하이브리드부품연구원, ⁴(주)세노텍)

S7. 열전소재

- P3-S7-1 Generation Mechanism of Dislocation Arrays at Grain-boundaries in Sb₂Te₃
문현아¹*, 이규형², 김성웅¹ (¹성균관대, ²강원대)
- P3-S7-2 Direct observation of Inherent atomic Disorders responsible for High Thermoelectric Performance of Ti_{1-x}Hf_xNiSn based Half-Heusler Alloys
김기성¹*, 이규형², 김성웅¹ (¹성균관대, ²강원대)
- P3-S7-3 Ce를 첨가 한 n형 CoSb₃계 Skutterudite 화합물의 공정변화에 따른 열전특성 비교
맹은지¹*, 서원선¹, 김일호², 이순일¹ (¹KICET, ²교통대)
- P3-S7-4 MA-HP 공정에 의한 N형 Bi₂Te_{3-y}Se_yI_m 고용체의 합성 및 열전특성
음아영*, 김일호 (교통대)
- P3-S7-5 밀폐용해와 열간압출에 의해 제조된 P형 Bi_{2-x}Sb_xTe₃ 고용체의 열전특성
정우진*, 김일호 (교통대)

포스터발표

Poster-III



2016년 11월 25일(금) 09:00-16:30

- P3-S7-6 (La/Ce)_{1-x}(Pr/Nd)_xFe_{4-x}Co₂Sb₁₂계 이중 층진 스커테루다이트의 열전특성
송권민*, 신동길, 김일호 (교통대)
- P3-S7-7 Optimization of Thermoelectric Properties for Bi-Sb-Te Sintered by Spark Plasma Sintering
윤정섭*, 정만, 서원선, 이순일, 신원호 (KICET)
- P3-S7-8 Microstructure and Thermoelectric Properties of Bi_{0.36}Sb_{1.64}Te₃ Compounds by Melt Spinning
정만*, 신원호*, 서원선*, 임영수² (¹KICET, ²부경대)
- P3-S7-9 Synthesis and Thermoelectric Properties of Highly Reduced SrTiO_{3-δ} Ceramics
Jamil Ur Rahman*, Nguyen Van Du¹, Won-Seon Seo¹, Myong Ho Kim², Soonil Lee¹ (¹KICET, ²창원대)
- P3-S7-10 Synthesis and Thermoelectric Properties of Ti-substituted (Hf_{0.5}Zr_{0.5})_{1-x}Ti_xNiSn_{0.998}Sb_{0.002} n-type half-Heusler Compounds
Nguyen Van Du¹, Jamil Ur Rahman¹, 맹은지¹, 임창현², 탁장렬³, 서원선¹, 김명호⁴, 이순일¹ (¹KICET, ²연세대, ³성균관대, ⁴창원대)
- P3-S7-11 소결조건에 따른 n형 Cu_{0.008}Bi₂Te_{2.7}Se_{0.3}의 열전 특성
이규형*, 김성웅², 소명기¹ (¹강원대, ²성균관대)
- P3-S7-12 Enhanced Thermoelectric Performance of n-type Cu-Te/Bi-Te Nanocomposite
문현아*, 이규형², 김성웅¹, 소명기² (¹성균관대, ²강원대)
- P3-S7-13 Thermoelectric Properties of Ca₃Co₄O₉-Reduced Graphene Oxide Composites
임창현*, 남우현², 임영수³, 서원선⁴, 박형호¹, 이순일⁴ (¹연세대, ²IBS, ³부경대, ⁴KICET)
- P3-S7-14 The Effect of Te Substitution on c-axis Oriented BiCuSe_{1-x}Te_xO Thin Films Deposited by Pulsed Laser Deposition
신수영*, 안태호, 박찬 (서울대)
- P3-S7-15 Effects of Doping on the Positional Uniformity of the Thermoelectric Properties of n-type Bi-Te-based Alloys
이규형*, 소명기 (강원대)
- P3-S7-16 Enhancement of the Thermoelectric Performance in n-type Bi₂Te₃-based Alloys by Doping
이규형*, 소명기 (강원대)
- P3-S7-17 Rocking furnace 공정에 의해 제조된 Bi₂Te_{2.7}Se_{0.3} 열전 소재의 열전 특성 평가
서강현*, 최순목¹, 이순일², 김일호³ (¹한기대, ²KICET, ³교통대)

S10. 산화물 박막 소재 및 광전자기적 특성 분석

- P3-S10-1 Flexible Electrode of Crystalline Indium Tin Oxide with Graphene Monolayer for Electrochromic Device
이상진^{1,2*}, 김예경¹, 서진우¹, 남산², 장세홍¹, 한승호¹, 김형근¹ (¹KETI, ²고려대)
- P3-S10-2 Peeled-wire' CNT-SiO₂ Core-Shell Structures with Self-exposed End Caps
정영규*, 방철수¹, 이재혁², John A. Peters³, 남광현⁴, 진성환² (¹KITECH, ²Northwestern Univ., ³Chicago State Univ., ⁴아주대)

S11. 통전 가압 소결 및 마이크로웨이브 소결

- P3-S11-1 SiC and C_f/C Joining by Electric Field Assisted Sintering for Nuclear Reactor Application
한영환*, Zhou, Xiaobing² (¹영남대, ²NIMTE, China)

S13. 탄소재료 응용

- P3-S13-1 Decoration of Multi-Walled Carbon Nanotubes with Fe_xNi_{1-x} Alloys and Their Improvement of Soft Magnetic Property
구민예* (KIST)
- P3-S13-2 집속된 레이저빔을 활용한 그래핀의 국소 성장
이동운*, 남정태, 김근수 (세종대)

S14. 차세대융합세라믹소재

- P3-S14-1 Synthesis of Polymer-infiltrated Ceramics
이득용*, 김예나¹, 전철병¹, 손시원¹, 이혜란¹, 설보경¹, 오가연¹, 임형봉², 김성민² (¹대림대, ²주하스)
- P3-S14-2 Study for Dielectric Nanosheets by Electrophoretic Deposition (EPD) and Post Treatments
이영신*, 임해나¹, 류소연^{1,2}, 주병권², 최지원¹ (¹KIST, ²고려대)

포스터발표

Poster-III



2016년 11월 25일(금) 09:00-16:30

- P3-S14-3 The Effects of Polymer Brush on Self-assembly Kinetics for High- χ Block Copolymers
최영중*, 박태완, 정영훈, 조정호, 백종후, 박윤익 (KICET)
- P3-S14-4 Optical and Electronic Properties of M-doped SnO₂ /Metal/M-doped SnO₂ Multilayer on Glass for Transparent Conducting Thin Films
장주희*, 조윤희, 최지원 (KIST)
- P3-S14-5 Optical and Electrical Properties of doped SnO₂ Explored by Continuous Composition Spread and Oxide/Metal/Oxide Multilayer Transparent Conducting Thin Films Fabricated on Flexible PET Substrate
조윤희*, 최지원¹, 남산² (¹KIST, ²고려대)
- P3-S14-6 Investigation of Nitrogen Doping on Sputtered Mn-doped SnO₂
이원재*, PARMAR NARENDRA SINGH, 최지원 (KIST)
- P3-S14-7 Exploring p-type Cu-doping in a-SnO_x Thin Films by Continuous Composition Spread RF Sputtering
PARMAR NARENDRA SINGH*, 최지원 (KIST)
- P3-S14-8 A Study of Asbestos Stabilizer Treatment Considering the Actual Work Environment of Ceiling Materials
김기웅¹, 신현규², 최용규², 전보람², 하주연² (¹원준하이테크, ²KTL)
- P3-S14-9 석영유리/석영유리의 고상 확산접합에 관한 연구
손원근*, 김영주, 박영식, 송준백, 정연웅 (디에스테크노)
- P3-S14-10 CVD법으로 제조한 SiC ring의 공정 pressure와 surface roughness 변화에 따른 특성 분석
류희범*, 김영주, 박영식, 송준백, 정연웅, 손원근, 우대현, 이주호 (디에스테크노)
- P3-S14-11 Effect of Electrolyte Differences on PEO Oxidized Surface Properties of Mg Alloy
전민석*, 김배연², 함계호², 김정곤², 송준광¹, 신민철¹, 신현규¹ (¹KTL, ²인천대)
- P3-S14-12 플라스마전해산화 공정조건에 따른 AZ91 및 AZ31 마그네슘합금표면 세라믹코팅의 물성
신현규*, 김배연², 함계호², 송준광¹, 전민석¹, 김동훈³ (¹KTL, ²인천대, ³(주)아모텍)
- P3-S14-13 Influence of Surface Treatments on Guided Bond Regeneration of Titanium Barrier Membrane
이득용*, 김예나, 이해란, 오가연, 설보경 (대림대)
- P3-S14-14 Synthesis of SrBi_(2-x)Ta₂O₉ Nanosheets by Soft Chemical Method
류소연^{1,2*}, 남산², 최지원¹ (¹KIST, ²고려대)
- P3-S14-15 Characteristics of Hybrid Over Current and Temperature Limiting Device Using PTC Ceramics and SMA
이의중*, 이재훈, 고강훈, 송준광, 장영권, 전민석 (KTL)
- P3-S14-16 초고온용 MoWSi₂ 세라믹 발열체의 열화거동 및 신뢰성평가
이상현*, 이동원¹, 이성철², 이종모², 이정화², 김용남¹ (¹KTL, ²위너테크놀로지)
- P3-S14-17 Transparent and Flexible Zinc Tin Oxide Thin Film Transistors and Inverters Using Low-pressure Oxygen Annealing Process
박유진*, 오민석 (KETI)
- P3-S14-18 에어로졸 증착법에 의한 TiO₂/Cu 복합 코팅막 제조
이동원*, 김용남 (KTL)
- P3-S14-19 무기 나노입자 전자 수송층의 표면처리 공정이 양자점 발광 다이오드에 미치는 영향
오민석* (KETI)
- P3-S14-20 Effects of Channel Thickness and Conductivity on Oxide Thin Film Transistor with Double-stacked Channel Layer
최묘정*, 오민석 (KETI)
- P3-S14-21 Electrical Characteristics of Multilayer MoS₂ Transistors on Solution-processed High-k Oxide Gate Dielectric
최솔이*, 오민석¹, 유건욱² (¹KETI, ²숭실대)
- P3-S14-22 자기발전 무선 센서 노드를 이용한 화력발전 컨베이어 구조물 응용 연구
김창일*, 이민진¹, 정영훈¹, 조정호¹, 장용호², 최범진², 손천명³, 서덕기³, 백종후¹ (¹KICET, ²(주)셀볼, ³한전KDN(주))
- P3-S14-23 CuO첨가에 따른 Mn-Co-Ni 산화물 부저항온도계수 세미스터 특성
최용규*, 전민석, 신현규, 송준광 (KTL)
- P3-S14-24 제조 방식에 따른 YSZ 열차폐코팅 Ingot의 코팅 증착 거동
채정민*, 오윤석 (KICET)

포스터발표

Poster-III



2016년 11월 25일(금) 09:00-16:30

- P3-S14-25 서스펜션 플라즈마 스프레이 코팅 공정에 따른 이트리아 코팅특성분석
김민숙*, 김경자, 박주석, 김경훈 (KICET)
- P3-S14-26 적층형 압전 소자를 이용한 캔틸레버 에너지 하베스팅 특성
이민선^{1*}, 윤지선¹, 박운익¹, 홍연우¹, 백종후¹, 조정호¹, 박용호², 정영훈¹ (¹KICET, ²부산대)
- P3-S14-27 Tribological Property of Solution Dispersed Graphite Coatings
김창래^{1*}, 정찬원², 김대은¹, 오영제² (¹연세대, ²KIST)
- P3-S14-28 Structural and Tribological Properties of Carbon Nanotube (CNT) Solution Coatings
김창래^{1*}, 김대은¹, 오영제² (¹연세대, ²KIST)
- P3-S14-29 Effect of Thickness on the Mechanical Property of Solution Coated Graphene Nano-sheet
김창래^{1*}, 이장준², 김대은¹, 오영제² (¹연세대, ²KIST)
- P3-S14-30 Synthesis and Purification of CuO(Cu) Nanoparticles with Oxidation Stability by Thermal Reduction Metho
OHIIENKO OLEKSI^{II*}, 오영제 (KIST)
- P3-S14-31 Manufacturing of Long-term Stable Copper Oxide (CuO/Cu₂O) Nano Powders
OHIIENKO OLEKSI^{II*}, 오영제 (KIST)
- P3-S14-32 Manufacturing and Characterization of Copper and Copper Oxide Nanowire
OHIIENKO OLEKSI^{II*}, 오영제 (KIST)

구두 발표

PL-1

Searching for Damage Tolerant Ceramics Using Material Genome Approach: from MAX phases to UHTCs

Yanchun Zhou*

Science and Technology of Advanced Functional Composites Laboratory, ARIMPT, No. 1 South Dahongmen Road, Beijing 100076, China

High-temperature ceramics are potential materials for use in extreme environments such as scramjet engine components, leading edges and thermal protection systems for hypersonic vehicles, and cladding materials in generation IV nuclear reactors. However, their thermal/chemical stability in extreme environments, intrinsic brittleness and defect sensitivity, are all critical issues limiting the near-term applications of these materials. The physical origin of brittleness is the nature of strong covalent and ionic bonding between the constituting atoms, which makes the activation of slip systems extremely difficult. Thus new approaches must be used to design and search for novel materials for extreme environmental applications. Material genome approach is an effective and efficient method to achieve such a goal. In this presentation, we first introduce the multi-scale structural (electronic structure, crystal structure and microstructure) features of the layered ternary transition metal carbides and nitrides called MAX phases ($M_{n+1}AX_n$, where M is an earlier transition metal, A is a group-A element, X is carbon or nitrogen, $n=1, 2, 3, 4$ and 5). These materials are characterized by a transition metal carbide or nitride layer ($M_{n+1}X_n$) interleaved by a layer of close packed A-group element, which exhibit a unique combination of the merits of both metals and ceramics. The salient properties of this family of materials include low density, high strength and modulus, damage tolerance at room temperature, good machinability, and being resistant to thermal shock and oxidation. The unique combination of these properties make them promising for applications in aerospace industry, GIV nuclear reactors, solid oxide fuel cell, metallurgy, etc., as structural components, corrosion resistant coatings or catalyst support. In addition, the two-dimensional (2D) MXenes ($M_{n+1}X_n$) prepared by selectively etching out the group A elements show potential applications as energy storage materials in lithium ion capacitors and supercapacitors, electrodes in lithium-ion or non lithium-ion batteries and environmental materials such as catalysts for dye adsorption and decomposition. The mechanism that driving the properties and applications of MAX phases are the anisotropic chemical bonding, i.e., strong covalent M-X bonding and weak M-A bonding with their crystal structures. Based on the structural-property relationship of MAX phases, we have established criteria for designing/searching for new damage tolerant ceramics and predicted a number of new materials including carbides, nitrides, borides and oxides for ultra-high temperature applications.

PL-2

Display Trend and Development Direction of Material

Soo-Young Yoon*

LG Display Laboratory Director

디스플레이의 발전은 크게 3차례에 걸쳐 이루어졌다. 흑백 CRT에서 Color CRT 개발의 1차 혁명, CRT에서 평판 디스플레이의 발전인 2차 혁명, 그리고 궁극의 화질과 차별적 디자인 구현이 가능한 OLED의 3차 혁명이다. OLED는 스스로 빛을 내는 자발광 특성으로 그 동안 디스플레이가 실현하지 못한 다양한 가치를 제공할 수 있다. 이러한 OLED 개발을 위해서는 TFT, OLED 소자, 봉지 기술 등에 이르는 많은 분야의 재료, 공정, 장비 개발이 필수적이다. 오늘 프리젠테이션을 통해 OLED의 우수성과 OLED 개발을 위해 필요한 재료/기술을 소개하고자 한다.

G1-1

Enhanced Trimethylamine Sensing Characteristics Using Au-Loaded Cr_2O_3 Yolk Shell SpheresAu가 도포된 Cr_2O_3 난황구조를 이용한 Trimethylamine 감응 특성 향상김태형*, 윤지옥, 강운찬, 이종훈
고려대학교

초음파 분무 열분해법을 이용해 Au 나노입자가 균일하게 도포된 Cr_2O_3 난황구조를 합성하고 고감도 및 고선택성의 Trimethylamine (TMA) 센서를 제작하였다. 겹질이 얇은 순수한 Cr_2O_3 난황구조는 두꺼운 겹질의 순수한 Cr_2O_3 중공구조에 비해 높은 TMA 감도를 나타냈다. 이러한 감도 차이는 비표면적이 크고, 기공이 풍부한 난황구조의 우수한 가스 접근성으로 설명할 수 있다. Au 나노입자가 균일하게 도포된 Cr_2O_3 난황구조(입자크기: ~ 5 nm)는 Au 입자가 응집되어 도포된 Cr_2O_3 난황구조(입자크기: 10-100 nm)와 비슷한 양의 Au가 도포되어 있지만 매우 높은 TMA 감도를 나타냈다. 작은 Au 나노입자들이 균일하게 도포된 Cr_2O_3 난황구조의 높은 TMA 감도 및 선택성은 난황구조의 우수한 가스 접근성, Au와 Cr_2O_3 의 시너지적 촉매효과, 균일하게 도포된 Au의 효과적인 화학적/전기적 민감화에 의한 효과로 설명할 수 있다.

G1-2

A Study on Manufacturing AgCl by Recycling LTCC by-Products

LTCC 공정부산물을 재활용한 AgCl 제조 연구

이덕희*, 신동윤, 안낙균, 윤진호

고등기술연구원

원자번호 47번 원소인 은(Ag)은 귀금속으로 분류되며 접합/접점 재료, 태양전지용 전극, 스퍼터 타겟 등의 전자 산업 분야에서 폭 넓게 사용되고 있다. 하지만 전자 산업 분야에서 발생하는 공정 부산물 중 금, 은, 니켈, 코발트 등의 유가금속을 회수하는 기술은 아직까지 상용화 단계의 개발이 이루어지지 않아서 국내 업체에서 발생하는 전극 공정 부산물의 대부분이 해외로 수출되고 있다. 이미 선진국에서는 전자산업 폐기물로부터 금, 은 등의 귀금속을 비롯한 유가금속의 회수하는 기술 개발 연구를 오래 전부터 진행해 왔으며 현재 전자산업 폐기물로부터 유가금속을 회수하는 상용화된 공장이 가동되고 있다. 이로 인해 국내 자원의 국외 유출이 심각한 실정이고, 고가의 귀금속인 은이 함유된 LTCC 공정부산물로부터 은 회수에 대한 체계적인 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 다양한 LTCC 공정부산물로부터 고농도의 은을 회수하기 위하여 산 침출 거동을 확인하고 침출액에 대하여 염화은(AgCl) 침전 반응 실험을 진행하였다. 실험 후 침출액은 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer(ICP-MS)로, 분말은 X-ray Fluorescence(XRF)로 분석하여 은의 회수율 및 순도를 계산하였다.

G1-4

Engineering the Shape of Block Copolymer Particles by Surface-Modulated Graphene Quantum Dots

표면이 개질된 그래핀 양자점을 이용한 고분자 입자의 모양 조절

양현승^{1*}, 김범준², 박성대¹, 이우성¹¹전자부품연구원²KAIST(한국과학기술원)

Surface-engineered, 10 nm-sized graphene quantum dots (GQDs) are shown to be efficient surfactants for producing 3-pentadecyl phenol (PDP)-combined poly(styrene-*b*-4-vinylpyridine) (PS-*b*-P4VP (PDP)) particles that feature tunable shapes and internal morphologies. The surface properties of GQDs were modified by grafting different alkyl ligands, such as hexylamine and oleylamine, to generate the surfactant behavior of the GQDs. In stark contrast to the behavior of the unmodified GQDs, hexylamine-grafted GQDs and oleylamine-grafted GQD surfactants were selectively positioned on the PS and P4VP(PDP) domains, respectively, at the surface of the particles. This positioning effectively tuned the interfacial interaction between two different PS/P4VP(PDP) domains of the particles and the surrounding water during emulsification and induced a dramatic morphological transition to convex lens-shaped particles. Precise and systematic control of interfacial activity of GQD surfactants was also demonstrated by varying the density of the alkyl ligands on the GQDs.

G1-3

Recent Display Applications Using Cd-free Colloidal Quantum Dot

비카드뮴 양자점을 이용한 최신 디스플레이 응용 기술

김지원*

경기대학교

콜로이달 양자점은 최근 차세대 디스플레이 기술로 크게 관심을 받고 있다. 나노미터 크기의 양자점은 우수한 발광 특성과 좁은 반치폭 (FWHM)을 가지고 있으며, 특히 입자 크기에 따라 발광색을 조절할 수 있는 특징을 가지고 있다. 또한 현재 사용되는 유기발광 물질에 비해 광안정성이 뛰어나며, 습식 화학 합성법을 이용하여 대량 양산도 용이하므로, 디스플레이 분야로의 응용 가능성이 무궁무진하다. 현재 시장에는 PL 방식을 적용한 디스플레이 제품들이 이미 출시가 되어있고, 선두 연구 그룹들이 EL 방식을 적용한 디스플레이 상용화를 위해 연구를 계속 진행 중이다. 이번 발표에서는 Cd-free 양자점을 중심으로 이 두 가지 방식에서 현재 국내외 디스플레이 기술 발전 동향과 수준을 살펴보고, 기존의 디스플레이 기술 대비 장 단점, 그리고 해결해야 할 문제들을 알아보겠다.

G1-5

모바일 기기 및 광학기술 트렌드 - 모바일 카메라 그리고 세라믹 기판

문역수*

LG 이노텍

최근 모바일 기기용 카메라 모듈은 단순히 간편하게 사진을 찍는 기기를 넘어 서서 기존의 DSC, DSLR 시장을 대체하는 고화질 사진을 촬영하는 부품으로 각광받고 있다. 더불어 촬영의 개념을 넘어서서 인식, 센싱의 기능을 하는 스마트한 기기로 용도가 다양하게 변모되고 있다. 이러한 기술이 가능하게 한 것은 카메라 모듈을 이루고 있는 부품의 고집적화, 소형화, 정밀 alignment 기술이 뒷받침 된 것으로 볼 수 있으며, 향후 IoT 및 Wearable 기기 등에 보다 다양하게 카메라 응용 기술이 적용될 것으로 전망하고 있으며 여기에는 기존의 전통적인 카메라 기술 이외에 Laser나 LED 등의 광원들과 접목되어 인식, 센싱기술의 완성도를 높여갈 전망이다. 이와 관련하여 본 강연에서는 모바일 기기용 카메라의 산업 전망과 광학 신기술 개발동향을 짚어보고 이를 가능하게 하는 기반기술로 고 정밀 세라믹 기판 개발 사례 및 카메라 모듈 주요 부품별 신기술에 대하여 공유하고자 한다. 1) Cameras changing our lives 2) Mega trend of mobile application 3) Emerging technologies for camera 3-1) Key components and mechanism, 3-2) Technology trend for camera 3-3) Ceramic that enables everything.

MIST-CVD 방법을 이용하여 전력소자 뿐 아니라, DUV 광원으로 활용 가능한 α -Ga₂O₃ 산화물 반도체를 사파이어 기판 위에 에피택시로 성장하였고, 500C 이하의 온도에서 단결정으로 성장된 α -Ga₂O₃ 박막은 (0006) XRD 반치폭이 60arcsec 수준으로 우수한 결정성을 지님을 확인하였다. 또한, AI 도핑을 통해 500C 이상의 온도에서도 α -Ga₂O₃ 박막의 열안정성을 개선할 수 있음을 확인하였다. MIST-CVD 방법을 이용하여 성장된 α -Ga₂O₃ 박막을 버퍼층으로 이용하여 HVPE 추가 성장을 통해 두꺼운 단결정 박막을 성장하였고, 이를 통해 α -Ga₂O₃ 기판을 전력소자 및 광소자용 Template 기판으로 응용할 수 있음을 확인하였다.

G1-7

Isothermal Mass and Charge Transport Properties of Donor-doped La₂NiO_{4+δ}등온 조건하에서 도너 도핑된 La₂NiO_{4+δ} 의 질량 및 전하이동 특성전상운^{1*}, 홍재운², 송선주²¹한국전력공사 전력연구원²전남대학교

In this work, effect of doping of a fixed-valence non-transition metal ion Al³⁺ on B-site of La₂NiO_{4+δ} (LNO) system is investigated by a blocking cell experiment. The mass and charge transport properties of La₂Ni_{0.95}Al_{0.05}O_{4.025+δ} (LNAO) in isothermal conditions are investigated and ionic charge of transport (α_i^*), which is a measure of cross-effect between ionic and electronic flows and corresponds to the number of electrons dragged by a cation in the absence of the direct cause of electron flow, and partial electronic conductivity under a blocking condition ($\sigma_e^{blocking}$) is measured and values of Onsager transport coefficients are extracted by constructing an Onsager matrix. Oxygen chemical diffusivities (D_{chem}) as a function of pO_2 at different temperatures are extracted from Onsager coefficients to calculate defect diffusivity of interstitial oxygen (D_i) and oxygen self-diffusivity (D_o). Partial ionic conductivity (σ_i) and oxygen permeation flux (J_{O_2}) are calculated from Onsager coefficients, and values are compared with LNO.

G1-6

Ga₂O₃ Oxide Epitaxial Technology for Next Generation Power Electronics and Optical Devices차세대 전력소자 및 광소자 응용을 위한 Ga₂O₃ 산화물 에피 성장 기술 개발문영부^{1*}, 이현협¹, 정형석¹, 이대장², 하준석²¹(주)유제이엘²전남대학교

Ga₂O₃ 는 4.9 ~ 5.3 eV의 에너지 밴드갭을 가지고 있으며, 도핑이 가능한 산화물 반도체로 최근 β -Ga₂O₃ 기판의 개발과 함께, 차세대 전력소자로 적용이 가능한 재료로 일본을 중심으로 활발한 연구가 진행되고 있다[1]. 지금까지는 대부분 β -Ga₂O₃ 기판 위에 성장된 β -Ga₂O₃ 에피층을 이용한 연구가 진행되었으나, 최근 새롭게 사파이어 기판 위에 성장된 α -Ga₂O₃ 에피층을 전력소자 및 광소자 응용에 대한 연구가 관심을 받고 있다. 본 연구에서는

G1-8

VO₂ Nanowire and Nanodevices based on Metal-to-insulator Transition

금속-절연체 상전이 특성을 이용한 이산화바나듐 나노와이어 소자 응용

배성환^{1*}, 박찬², 이상민³, 구현²¹경남대학교²서울대학교³중앙대학교

이산화바나듐(VO₂)는 68도 부근에서 금속-절연체 상전이(MIT) 특성을 보이는 재료로, 상전이 시 급격한 저항 및 광학적 특성의 변화를 보이고, 그 전이 속도가 매우 빠르며, 상온 부근에서 전이 온도를 가지는 특성을 보인다. 이러한 이산화바나듐의 전이특성을 이용하여 메모리소자, 스위치소자, 가스센서, 온도가변형 적외선 차단 소자, 광학 소자에 응용이 가능하다. 본 연구에서는 수열합성 법으로 이산화바나듐 나노와이어를 제작하고 이를 응용하여 단순한 구조를 가지면서 저비용으로 소자제작이 가능한 나노소자를 제조하였다. 이산화바나듐 나노와이어의 경우 작은 부피로 인해 자가 발열만으로 소자를 구동할 수 있었다. 자가 발열로 금속-절연체 상전이를 제어함으로써 비휘발성 저항변화 메모리 특성을 구현하였으며, 기존 보고된 이산화바나듐 박막을 사용하였을 때 보다 성능이 향상되었음을 확인하였다. 또한 주위 분위기에 따른 금속-절연체 상전이 특성을 분석함으로써 발열체 없는 가스센서로의 응용 가능성을 확인하였다. 본 발표에서는 이산화바나듐 나노와이어를 이용하여 제작한 소자들의 작동원리와 소자 특성에 대해 발표할 것이다.

G1-9

Study on the Phase Control of the Vanadium Oxide Grown by Atomic Layer Deposition

원자층 증착법을 이용한 바나듐 산화물 박막의 상 제어 연구

송광염*, 허재영

전남대학교

전이금속인 바나듐은 VO, VO₂, V₂O₃, V₂O₅, V₆O₁₃ 등 여러 형태의 산화물로 존재할 수 있으며, 그 종류에 따라 MIT(Metal-Insulator phase Transition), electrochromism 등의 특성을 지니고 있어, 차세대 디스플레이, 메모리 소자에 적용 가능할 것으로 기대된다. 그러나 이러한 연구가 진행되기 위해서는, 여러 형태로 존재 가능한 바나듐 산화물을 원하는 상으로 얻기 위한 노력이 선행되

어야 할 것이다. 본 연구에서는 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition)을 이용하여 바나듐 산화물 단일 박막을 저온 형성하였다. Vanadium (V) oxytriisopropoxide (OV(OCH(CH₃)₂)₃)와 deionized water (H₂O)를 프리커서와 반응 기체로 각각 사용하였다. 먼저 반응 기체의 펄스 및 퍼지 시간 변화를 통해 최적의 ALD 공정 조건을 잡았다. 후속 열처리 분위기 및 온도 변화를 통해 VO₂와 V₂O₅의 상제어에 성공하였다. 추가적인 분석을 통하여 각각의 특성을 확인하였다.

G1-10

Flux Pinning Properties of GdBa₂Cu₃O_{7-δ} Coated Conductors by Post-annealing Process

후열처리에 의한 GdBa₂Cu₃O_{7-δ} coated conductors의 flux pinning properties

오원재^{1*}, 박인성¹, 이재훈², 문승현², 유성임¹¹서울대학교²(주)서남

We report the improved superconducting properties of GdBa₂Cu₃O_{7-δ} (GdBCO) coated conductors (CCs) by a post-annealing process. On the basis of the stability phase diagram of GdBCO, the GdBCO CCs fabricated by a reactive co-evaporation deposition & reaction (RCE-DR) process were post-annealed at the temperatures of ~800°C in low oxygen pressure below 300 mTorr. The pinning properties of annealed GdBCO samples were sensitive to the annealing conditions, including oxygen pressure, temperature, and time. In comparison with as-prepared sample, post-annealed GdBCO CCs could be improved in the magnetic direction parallel to c-axis. It was found that the microstructure and superconducting properties of GdBCO CCs strongly depend on the post-annealing condition. In this presentation, details of the relationship among the post-annealing conditions, microstructure, and superconducting properties of GdBCO CCs are discussed. This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning(KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20131010501800).

G1-11

Flexible and High-performance Piezo-electric Energy Harvesters for Bio-medical and Electronic Applications

플렉서블 고성능 압전 에너지 하베스터의 구현과 의료 및 전자분야 응용

황건태^{1*}, 이권재²¹재료연구소²KAIST (한국과학기술원)

Innovative electronic-based devices and ideas are undergoing dramatic development for corporate, military, and medical applications. Many of these products, including the internet of things (IOT), sensor networks, and implantable devices, are designed to be compact, portable, and wireless, which generally involve drawbacks for periodic replacement of their batteries. A feasible solution is a sustainable energy source that derives its electric power from the ambient mechanical and vibrational energy such as human body movements, motor vibrations, and ocean/wind waves. Flexible energy harvesters based on piezoelectric materials that can convert physical energy into electric power are promising candidates to realize self-powered flexible electronic systems and as permanent energy sources for portable, wireless, and implantable devices. To realize high-performance piezoelectric energy harvesters, high-efficient perovskite inorganic materials such as ceramic PZT, single crystalline PMN-PT and PIMNT were utilized as power sources for biomedical and electronic applications. Especially these flexible piezoelectric harvesters can be used to artificial cardiac pacemaker, deep brain stimulation, and wireless sensor node system.

G1-12

Electrochemically driven Mechanical Energy Harvesting

전기화학적 방법을 통한 기계 에너지 하베스팅

김상태*

한국과학기술연구원

Efficient mechanical energy harvesters enable various wearable devices and sensors to stand-alone. Here we report a novel class of mechanical energy harvesters via stress-voltage coupling in electrochemically alloyed electrodes. The device consists of two identical Li-alloyed Si as electrodes, separated by electrolyte-soaked polymer membranes. Bending induced asymmetric stresses generate chemical potential difference, driving lithium ion flux from the compressed to the tensed electrode to generate electrical current. Removing the bending reverses ion flux and electrical current. For the thin-film-based energy harvester used in this study, the device has achieved a generating capacity of 15% and overall efficiency of 0.6%. Such electrochemically driven mechanical energy harvesters possess certain advantages over other types: low internal impedance of 330Ω and continuous electric current for 3 seconds. We show from modelling that the 3 seconds timescale in electric current is kinetically limited by Li diffusion inside the electrode material; this timescale is in principle tunable by engineering the diffusion length of Li inside the electrode. We demonstrate that this timescale tunability can be achieved by designing porous electrodes or thicker electrode films.

G1-13

Hardening Behavior and Highly Enhanced Mechanical Quality Factor in $(K_{0.5}Na_{0.5})NbO_3$ -Based Ceramics

$(K_{0.5}Na_{0.5})NbO_3$ 계 무연 압전 세라믹스의 경성거동에 관한 연구

한형수^{1*}, Jurij Koruza², Eric A. Patterson², Jan Schultheiß², Emre Erdem³, 조욱⁴, 이재신¹, Jürgen Rödel²

¹울산대학교

²Technische Universität Darmstadt

³Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

⁴울산과학기술대학교

This work relates the microstructure, crystallographic structure, ferroelectric, and piezoelectric properties of $(K_{0.5}Na_{0.5})NbO_3$ ceramics modified with 0.38 mol% $K_{5.4}Cu_{1.3}Ta_{10}O_{29}$ (KCT) and different amounts of CuO. Results revealed that the addition of KCT and CuO were effective in enhancing the sinterability of KNN. Addition of KCT leads to a slight decrease of T_c and T_{O-T} . Furthermore, the addition of CuO had a larger effect on the shift of the T_{O-T} . The internal bias field (E_{ib}) increased from 0.3 kV/mm (without CuO) to 0.58 kV/mm at 0.5 mol% CuO-added KNN+KCT ceramics. The increase of E_{ib} corresponds very well with the observed increase of the Q_m value from 112 to 2665 for 0.5 mol% CuO. Besides, addition of 0.5 mol% CuO to KNN+KCT resulted in a large increase of the EPR signal, which is related to the increased amount Cu^{2+} and a corresponding increase of the concentration of defect dipoles. This result is in good agreement with the increased E_{ib} and the resulting hardening behavior.

G1-14

Phase Coexistence and Electric Properties of Nano-grained $BaTiO_3$ - $NaNbO_3$ Films Fabricated by Aerosol-deposition Method

상온분말분사법으로 제조된 나노그레인 $BaTiO_3$ - $NaNbO_3$ 필름의 전기적특성과 상공존에 대한 연구

양대열^{1*}, 이정근¹, 류정호², 최종진², 한병동², 정대용¹

¹인하대학교

²재료연구소

Barium titanate – Sodium niobate ($BaTiO_3$ - $NaNbO_3$), (BT-NN) materials have received increased attention for lead free ferroelectric materials. 5 μ m-thick BT-NN films with top and bottom electrodes were fabricated on silicon wafer coated Pt by aerosol deposition (AD). As AD is a room-temperature process based on shock loading solidification resulting from the collision of fine ceramic particles on the silicon wafer, the nano-sized grains can be deposited on the silicon wafer without occurring the oxidation of surface. The BT-NN films have nano-sized grain and dense microstructure. The AD BT-NN thick films were annealed from 200 to 700°C for 2h to increase the crystallinity. Polarization-electric field hysteresis loop, dielectric constant, SEM, XRD and TEM were characterized. The deposited BT-NN films with nano-grain have relaxor-like dielectric behavior and higher breakdown voltage than bulk BT-NN.

G1-15

Study on Character of 1-3 type Tubular Piezoelectric Composite using FEM

FEM을 이용한 1-3형 튜브형 압전 복합체 특성에 관한 연구

오세롬*, 임종인, 최철호, 현상일, 신호용, 김중호, 송봉준

한국세라믹기술원

1-3형 튜브형 압전 복합체는 PZT 기둥의 형태가 튜브 모양인 압전 복합체이다. 1-3형 튜브형 압전 복합체는 기존 1-3형 압전 복합체에 비해 음향 임피던스가 낮고 정수압 음향 성능 지수가 높아 수중용 트랜스듀서 등에 적합하여 현재 많은 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 FEM 프로그램인 PZFlex를 이용하여 1-3형 튜브형 압전 복합체의 특성을 분석하였다. 그 결과, PZT의 부피분율이 증가할수록 압전 성능도 증가하는 등 각 변수에 따른 특성의 경향성을 확인 할 수 있었다. 이를 바탕으로 본 연구팀의 연구 목적에 적합한 특성을 가지는 1-3형 튜브형 압전 복합체를 제작하였다.

G1-16

Fabrication of Flexible Structure Health Monitoring Sensor Module based on BNT-ST/PVDF Nanofiber

BNT-ST/PVDF 나노섬유로 제작된 굴곡진 구조진단용 모듈 센서

지상현^{1*}, 윤지선¹, 조정호¹, 정영훈¹, 백중후¹, 윤준도²¹한국세라믹기술원²경남대학교

Piezoelectric composites nanofibers of PVDF (polyvinylidene fluoride) polymer and BNT-ST ($0.78\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3\text{-}0.22\text{SrTiO}_3$) ceramics were fabricated by electrospinning. XRD, FE-SEM and EDS results indicated that the characteristics of ceramic and polymer coexisted in the piezoelectric nanofiber composites. The piezoelectric characteristics were analyzed by the polarization-electric field (P-E) loops, and the results demonstrated that ceramic/polymer nanofiber composite had better piezoelectric characteristics than pure polymer nanofiber composite. The flexibility of piezoelectric nanofiber composite was observed in the optical image of the nanofiber composites, and this result confirms that the disadvantages of previous technology, becoming less flexible after sintering process, were overcome. The possibility of a flexible structure monitoring sensor application was confirmed by measuring the output voltage as a function of frequency of piezoelectric nanofiber composites. Flexible piezoelectric nanofiber composite modules can be directly attached on the structure with various shapes, and it is expected to improve the efficiency of sensing.

G1-18

Strategy for the Design of Highly Conductive p-type Oxide based on d-band Transition Metal

d-band 전이 금속 기반 고전도성 p-type 산화물 소재 설계 전략

이기문^{1*}, 박성곤¹, 이재훈¹, 신원호²¹군산대학교²한국세라믹기술원

인듐-주석 산화물(Indium-Tin Oxide: ITO)을 대표로 하는 투명 전도성 산화물은 디스플레이 및 에너지 소자등에 필요한 핵심 투명 전극 부품 소재로서 현재까지도 다양한 조성 및 공정에 대한 연구가 진행되어 오고 있다. 하지만 현재까지 보고되고 있는 투명 전도성 산화물은 대부분 n-type 이며, 이는 전이후 금속 궤도 기반 전도를 하는 산화물 소재의 경우 전자 전도에 유리한 Band Structure를 가지기 때문인 것으로 보고되고 있다. 실질적인 전자 소자로서의 응용을 위해서는, Si에서 그러하였듯이 p-type 전도성을 갖는 소재의 구현 역시 절실하나, 그러한 소재 설계 전략의 부재로 실용화가 가능한 수준의 p-type 전도성 산화물 소재에 대한 연구는 상대적으로 더딘 상황이다. 본 연구에서는 d-band 전이 금속 기반 산화물을 통해 가시광 에너지 이상의 Band gap (~ 3.0 eV 이상)을 갖는 고전도성의 p-type 산화물을 구현할 수 있는 소재 설계 전략과 그 선행 연구 결과를 소개한다. 특히 Ni 기반 산화물의 p-type 전도물성과 자성 물성의 상관 관계를 규명하고, 치환형 도핑을 통한 전도/자성 물성의 제어를 통해 고전도성 p-type 산화물을 구현할 수 있는 소재 설계 전략을 제시한다.

G1-17

Reliability and Lifetime Prediction of Flexible Organic Electronics under Continuously Varying Environment

유연유기 반도체의 신뢰성평가 및 동작환경을 고려한 수명예측

김남수^{1*}, 차철용², 김태민¹, 김영호¹, 이동오¹¹건국대학교²전자부품연구원

유기반도체 소자 및 이를 활용한 제품의 본격적인 상용화와 맞물려 관련 소자 및 제품에 대한 신뢰성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 유기반도체의 경우 동작환경에서 수분 및 산소에 매우 취약하여 이들의 침투를 억제하기 위해 고성능의 투습 방지용 박막을 활용한다. 본 연구에서는 유기반도체의 응용에 따른 투습 방지용 박막의 디자인, 동작환경에 따른 투습량 변화 해석, 이를 활용한 수명 예측에 대한 연구결과를 발표한다.

G1-19

Thermal and Electrical Transport Properties of Nano-materials

나노 소재의 열 및 전자 수송 특성

이상옥*

경북대학교

Thermal transport in nanoscale materials attracts increasing research attention because of both intriguing phonon physics at the nanoscale as well as growing importance of heat management in nanoscale devices. Active heat flow control is essential for broad applications of heating, cooling, and energy conversion. Like electronic devices developed for the control of electric power, it is very desirable to develop advanced all-thermal solid-state devices that actively control heat flow without consuming other forms of energy. However, experimental demonstration of thermal conductivity in the nanometer-scale or low-dimensional materials is lacking, due mostly to technical challenges in sample preparation and measurements. Here, I will introduce the method to measure the thermal properties of low-scale and low-dimensional materials, and present my recent research: i) anisotropic in-plane thermal conductivity of black phosphorus nanoribbons, ii) temperature-gated thermal rectifier for active heat flow control, and iii) unusual behaviour of thermal conductivity in vanadium dioxide across the metal-insulator transition.

G1-21

Effect of Thermal Annealing on Physical Properties of Oxide Thin Films

산화물 박막의 물리적 특성에 대한 열처리 효과

황영훈*, 조옥

울산과학기술원(UNIST)

Physical properties of the deposited films are highly influenced by the deposition conditions such as growth ambient, working pressure, deposition power, and growth temperature. In addition, to improve the crystalline quality of thin films the widely known effective technique of thermal annealing can be implemented. However, residual stress always exists unavoidably in the thin films due to lattice mismatch between the film and substrate as well as thermal mismatch induced by difference in the thermal expansion coefficients of the film and substrate. In this work, the effects of induced stress in thin films were investigated by studying the structural, electrical, electronic, and optical properties.

G1-20

Application of Two-dimensional Electron Gas at Oxide Heterostructures Using Atomic Layer Deposition

원자층 증착법을 이용한 산화물 적층구조에서의 2차원 전자층의 생성과 그 응용

이상운*, 정혜준

아주대학교

최근 LaAlO_3 (LAO) 물질과 SrTiO_3 (STO) 물질의 적층으로 이루어진 산화물 계면에서 단위 제곱센티미터당 $10^{13} \sim 10^{14}$ 개에 달하는 많은 수의 전자가 발견되었고, 그러한 전자는 계면의 수직 방향으로 수 나노미터 정도의 영역에 갇혀 있는 것으로 보고되었다. 이는 극성 파괴라는 독특한 메커니즘에 기인하는데 지금까지 이러한 2차원 전자층을 만들기 위해 펄스레이저 증착법(PLD)을 이용하여 LAO 층을 에피택시로 증착하여 왔다. 그러나 우리는 비정질의 LAO 층 뿐만 아니라 Al_2O_3 층을 이용하여도 2차원 전자층이 생성됨을 발견하였다. 이러한 비정질의 산화물을 만들기 위해서는 양산 공정에 적용이 가능한 원자층 증착 공정을 이용하였다. 이에 따라 본 발표에서는 비정질 산화물을 이용한 2차원 전자의 생성에 대해서 발표하고, 이를 전자 소자로 활용하는 방법에 대해서 논하고자 한다.

G1-22

Activation Energy of Densification and Electrical Conductivity of In_2O_3 doped $\text{Gd}_{0.1}\text{Ce}_{0.9}\text{O}_{1.95}$

In_2O_3 첨가된 $\text{Gd}_{0.1}\text{Ce}_{0.9}\text{O}_{1.95}$ 의 치밀화 및 전기전도도의 activation energy 거동

이호창*, 허영우, 이준형, 김정주

경북대학교

Sintering behavior and electrical properties of In doped $\text{Gd}_{0.1}\text{Ce}_{0.9}\text{O}_{1.95}$ (GDC) were investigated. Solubility limit of In_2O_3 in GDC was 2 at% and lattice parameter was decreased from 5.4177Å (undoped GDC) to 5.4165Å (2 at% of In doped GDC). And a constant heating rate method was able to determined using the sintering activation energy, it was able to confirm that the activation energy of Indium doped GDC is higher than that of undoped GDC. Mean grain size of In doped GDC decreased with In contents. The main cause was confirmed to be the second phase and the In segregation via SEM and TEM-EDS. The electrical conductivity was measured between 100°C and 600°C via a 2-point 4-wire ac-impedance method. Undoped GDC showed the highest conductivity and conductivity exhibited a similar value regardless of the In_2O_3 concentration. Fitting a Cole-Cole plot to separate the grain interior and grain boundary resistivity. Activation energy of grain interior increased until the In_2O_3 addition of 1 at% and that of grain boundary decreased. Activation energy of grain interior increasing was related with lattice parameter decreasing and binding energy decreasing. That of grain boundary decreasing was related with negative effective charged dopant ion segregation near grain boundary.

G1-23

Effect of Columnar Grain Size in YSZ Thin Film Property

주상결정립 입자 크기가 YSZ 박막의 물성에 미치는 영향

박정훈^{1*}, 한승민², 홍종섭¹, 김형철¹, 윤경중¹, 이종호¹, 김병국¹, 이혜원¹, 손지원¹¹한국과학기술연구원²KAIST(한국과학기술원)

박막 재료는 나노구조로 인한 특이한 물성 때문에 여러 분야에서 연구되고 있다. 예를 들어, 나노 수준의 박막에서는 전위가 전파되지 않아 기계적 물성이 크게 증가하거나, 계면이 전체 부피에서 차지하는 비율이 매우 커지면서 이온전도도가 획기적으로 높아지는 등 나노구조 효과로 인해 극적으로 물성이 향상된 연구결과들이 많이 보고 되고 있다. 이러한 이유 때문에 많은 연구자들이 전기화학 소자 연구에 박막기술을 도입하고 있다. 이러한 나노구조 효과를 체계적으로 이해하기 위해서 미세구조와 기본 물성간의 상관관계에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 특히 입자 크기를 조절하여 결정입계 밀도변화에 따른 물성변화에 대한 연구 결과들이 많이 보고되고 있다. 일반적으로, 진공박막공정을 통해 다결정 막을 형성할 경우에 공정조건에 따라 등축정이 아닌 주상정 형태로 결정립이 형성이 된다. 주상정의 입자크기는 증착 시의 여러가지 공정조건에 따라 결정이 되는데, 전체 미세구조에서 입자크기만 자유롭게 변화시키기가 용이하지 않다. 그래서 주상정에서의 입자크기에 따른 물성 변화 연구는 미비한 편이다. 본 연구에서는 박막의 미세구조에서 주상 결정립 입자크기만을 변화시킬 수 있는 방법을 고안하여 YSZ 박막의 입자 크기에 따른 전기적, 기계적 특성을 확인하고자 하였다. 입자크기 이외의 미세구조 차이를 최소화 하기 위해 공정조건을 동일하게 하고, 계면에 형성한 얇은 seed layer의 구조 변화를 통해 형성된 박막의 입자크기를 조절하였다. 전도성 기판을 이용하여 박막의 수직된 방향으로 이온전도 특성을 측정하였고, nano-indentation을 통해 elastic modulus, hardness 등 기계적 물성을 측정하여 미세구조 변화에 따른 물성 변화를 보고하고자 한다.

G1-24

Strain Effect on the Oxygen Ionic Conductivity of Epitaxial Gadolinium-Doped Ceria (100) Thin Film

Epitaxial Gadolinium-Doped Ceria (100) 박막에서 Strain이 산소이온전도도에 미치는 영향

안준성^{1*}, 윤경중², 손지원², 장호원¹, 이종호²¹서울대학교²한국과학기술연구원

Remarkable enhancement of ionic conductivity has been frequently observed in hetero-structured epitaxial or multilayered thin films. This extraordinary property has been generally attributed to the strain effect induced by the lattice mismatch between thin film and substrate or in-between the multi-layered thin films. However, there has been a significant discrepancy in the reported value of enhancement factor from various studies, which indicate the necessity of more careful estimation of ionic conductivity as well as quantitative characterization of strain state of thin film. In this study, we measured the ionic conductivity of gadolinium-doped ceria (GDC) thin film (100) in out-of-plane direction by using conductive substrate with single-crystalline niobium-doped strontium titanate which has epitaxial correlation with GDC. Conductivity was measured for thin film with various thicknesses by electrochemical impedance spectroscopy (EIS). The strain state of thin films was quantified by reciprocal space mapping (RSM) in high-resolution X-ray diffraction (HR-XRD). According to our experimental results, 0.83% of strain induces the decrease of activation energy of ionic conduction by 0.06 eV.

G1-25

Electrochemical Characterization of Dual-Phase Composites for Oxygen Transport Membranes Application

산소투과막응용을 위한 복합체의 전기화학적 특성연구

Pham Thuy Linh^{1*}, Dang Thanh Nguyen¹,TRAN THI HUYEN TRAN¹, 유지행², 이종숙¹¹전남대학교²한국에너지기술연구원

Ceramic membranes with high oxygen permeability have recently received increased attention since they can be a promising candidate to supply pure oxygen to oxy-fuel plants for CO₂ capture. Dual-phase membranes of the percolating mixed-conducting oxides LSCF (La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3-δ}) or LSM (La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_{3-δ}) as an electronic conductor in GDC (Ce_{0.9}Gd_{0.1}O_{2-δ}) as an oxygen ion conductor matrix are under active development. In collaboration with KIER, the present study aims to develop the high performance oxygen transport membranes by understanding the fundamental mechanisms of dual-phase membranes from various electrochemical characterizations. Dual-phase pellets GDC:LSM and GDC:LSCF were prepared using commercial powders. Based on the theoretical density samples GDC:LSM, GDC:LSCF with volume ratio of 100:0, 95:5, 90:10, 85:15, 80:20, 75:25, 65:35, 45:55, 15:85, 0:100 (%) were prepared. Mixtures were homogenized by ball milling and dried cakes were ground, cold-isostatically pressed, and sintered at 1400°C for 3 hr. For the composition with high GDC contents, impedance was measured continuously from 800°C to room temperature using an LCR meter for the sample loaded in a furnace in air and using an FRA at fixed temperatures from 220°C to -73°C for the samples loaded in a CCR (closed-cycle-refrigerator) in vacuum. For the high LSM or LSCF compositions van der Pauw method was applied on big disk samples as recently reported.

G1-26

Capacitively Coupled Oxygen Plasma Treatment Effects on Sol-Gel Deposited ZnO

솔-젤 방법으로 증착된 ZnO의 축전 결합형 산소 플라즈마 처리 효과

이제원*, 이은지

인제대학교

투명 UV 센서를 제작하기 위해 ZnO와 Ga이 도핑된 GaZnO 박막을 sol-gel 공정으로 유리 기판에 증착하였다. 증착된 박막들을 500 C에서 열처리 후에 산소 플라즈마 처리를 하였다. 그 후 X-ray diffraction, Hall measurements, UV-Vis spectroscopy, Photoluminescence 와 photocurrent measurement를 통해 구조적, 전기적, 광학적 특성 평가를 하였다. 100 W의 고주파 조건에서 30초간 산소 플라즈마 처리 후에 GaZnO의 전자 농도는 5.89×10^{17} 에서 $3.08 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 로 최대 52배 증가하였다. 이 결과와 분석을 통해 산소 플라즈마 처리는 GaZnO 박막의 구조적 특성을 향상 시키고 결합을 줄여준다는 것을 알 수 있었다. 또한 플라즈마 처리는 GaZnO박막의 투과율 특성에 거의 영향을 주지 않았다. 그러나 광학적 밴드갭은 고주파 파워가 증가함에 따라 함께 증가하였다. GaZnO의 자외선 조사시에 광전류도 30초간의 플라즈마 노출 이후에 향상되는 결과를 얻었다. 자세한 결과를 발표를 통해 설명하고자 한다.

G1-27

Electrical Properties of Ni-Mn-Cu-Co-O Thin Films Prepared by Spin Spray Method

스핀 스프레이 법으로 제조한 Ni-Mn-Cu-Co-O 박막의 전기적 특성

전창준*, 정영훈, 윤지선, 박운익, 백중후, 홍연우, 조정호

한국세라믹기술원

Ni-Mn-Cu-Co-O thin films were prepared by the spin spray method to develop new thermal imaging materials applicable to microbolometer. Effects of structural characteristics on the electrical properties of the annealed films were investigated as a function of pH value and deposition time. A single phase of cubic spinel structure was confirmed for the annealed films deposited from solutions with pH 7.6. The morphology of the Ni-Mn-Cu-O films was improved by the addition of Co. The resistivity (ρ) of the annealed films was dependent on the crystal structure and microstructure. The temperature coefficient of resistance (TCR) could be attributed to the values of $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$. Good electrical properties with values of $\rho = 70.5 \Omega \cdot \text{cm}$ and $\text{TCR} = -3.56 \text{ \%}/\text{K}$ at room temperature were obtained for Ni-Mn-Cu-Co-O films deposited from solutions with pH 7.6 for 5 min, and annealed at 450°C for 3 h.

G1-28

Effect of Equivalent Substitution on the Microwave Dielectric Properties of $\text{Mg}_4\text{Nb}_{1.95}(\text{B}_x\text{W}_{1-x})_{0.05}\text{O}_9$ Ceramics (B = Li, Mg, Al, Ti) $\text{Mg}_4\text{Nb}_{1.95}(\text{B}_x\text{W}_{1-x})_{0.05}\text{O}_9$ 세라믹스의 마이크로파 유전특성에 미치는 등가치환의 영향 (B = Li, Mg, Al, Ti)

김정훈*, 김용수

경기대학교

Relationships between equivalent substitution and microwave dielectric properties of $\text{Mg}_4\text{Nb}_{1.95}(\text{B}_x\text{W}_{1-x})_{0.05}\text{O}_9$ (B = Li, Mg, Al, Ti) ceramics were investigated. For the entire range of the compositions sintered at 1350°C for 10h, a single phase of corundum structure with trigonal symmetry was confirmed by XRD pattern. The structural characteristics of $\text{Mg}_4\text{Nb}_{1.95}(\text{B}_x\text{W}_{1-x})_{0.05}\text{O}_9$ ceramics were quantitatively evaluated by Rietveld refinement method. Since the quality factor (Qf) of the specimens was affected by the bond valence, the Qf value of specimens was increased with the increase of the bond valence. Also, the Qf value of specimens with $\text{Mg}_4\text{Nb}_{1.95}(\text{Ti}_{1/2}\text{W}_{1/2})_{0.05}\text{O}_9$ showed the highest value (233,000 GHz). The dielectric constant (K) of the specimens was similarly value though entire range of the composition. The temperature coefficient of the resonant frequency (TCF) of the specimens was dependent on the distortion of oxygen octahedra ($\Delta_{\text{average}} \times 10^3$). With the increase of octahedral distortion, the TCF was decreased to negative value.

G1-29

Effect of Structural Characteristics on the Microwave Dielectric Properties of $\text{Mg}_2\text{Ti}_{1-x}(\text{Mg}_{1/3}\text{B}_{2/3})_x\text{O}_4$ (B = Nb, Sb) Ceramics

$\text{Mg}_2\text{Ti}_{1-x}(\text{Mg}_{1/3}\text{B}_{2/3})_x\text{O}_4$ (B = Nb, Sb) 세라믹스의 마이크로파 유전특성에 미치는 구조특성의 영향

현무열*, 김성호, 김용수

경기대학교

Dependence of microwave dielectric properties on structural characteristics of $\text{Mg}_2\text{Ti}_{1-x}(\text{Mg}_{1/3}\text{B}_{2/3})_x\text{O}_4$ (B = Nb, Sb, $0.025 \leq x \leq 0.1$) ceramics were investigated. For the $\text{Mg}_2\text{Ti}_{1-x}(\text{Mg}_{1/3}\text{B}_{2/3})_x\text{O}_4$ specimens sintered at 1450°C for 4h, a single phase with a inverse spinel structure was confirmed through the entire range of compositions. The dielectric constant (K) of the specimens was decreased affected by rattling effect. These results could be attributed to the larger ionic radius of $(\text{Mg}_{1/3}\text{B}_{2/3})^{4+}$ (B = Nb^{5+} ; = 0.667 \AA , B= Sb^{5+} ; = 0.64 \AA) than that of Ti^{4+} (0.605 \AA). Since the unit-cell volume was increased with the increase of content (x), the temperature coefficient of resonant frequency (TCF) was decreased. The quality factor (Qf) of specimens observed the highest value (B = Nb^{5+} ; = $215,000 \text{ GHz}$, B= Sb^{5+} ; = $230,000 \text{ GHz}$) at $x = 0.05$ due to largest bond strength. The relationships between microstructure and microwave dielectric properties were also discussed.

G1-30

AC Characteristics of Inorganic-Organic Hybrid Perovskites in Different Types

여러가지 형태의 유무기 하이브리드 페로브스카이트의 교류특성 연구

Dang Thanh Nguyen^{1*}, Hak-Geun Lee², Woon-Seok Yang², Sang-Il Seok², 이종숙¹¹전남대학교²울산과학기술대학교

Ionic transport and diffusion mechanism in perovskite material are considered to play a very important role in the stability and performance development of perovskite solar cell devices. In order to understand the inner workings of hybrid perovskite solar cells, electrical characterization of perovskite single crystals, polycrystals, and thin film was carried out by impedance spectroscopy over a wide temperature and frequency range upon heating and cooling cycles. Discontinuities in the AC responses were noted at the transition temperatures between cubic/tetragonal/orthorhombic phases of $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ perovskite single crystals grown by solution method and polycrystalline samples. Spectral feature of single crystalline samples suggests a mixed ionic-electronic conduction behavior which can be described by a two-rail transmission line model for mixed conductors with selectively blocking electrodes. Well-defined ionic/electronic conductivity and chemical diffusivity can be obtained by a parametric analysis of the impedance spectra. The distinction of the different impedance components becomes nontrivial for the thin film geometry, which increases and decreases the geometric capacitance greatly in cross-plane and in-plane measurements, respectively. Comparison of different types of perovskite samples will allow more understanding of the AC behavior of perovskite solar cells.

G2-1

In-situ Growth of Metal Nano-particles from Perovskite Oxides

페로브스카이트 모상 기반 금속 나노입자 in-situ 성장

명재하^{1*}, Dragos Negue², John T.S. Irvine²¹한국에너지기술연구원²University of St. Andrews

혼합 이온/전자 전도체(Mixed Ion-Electron Conductor, MIEC)는 신재생 에너지 분야의 연료전지 및 배터리의 전극으로 이용됨은 물론 탄화수소 연료의 개질 촉매로도 널리 사용되고 있다. 하지만, 세라믹만을 이용할 경우 이들의 낮은 활성도에 의해 높은 전극 성능 및 개질 효율을 발현시키는 데는 한계가 있다. 따라서 세라믹과 금속 촉매 (일반적으로 니켈/백금, Ni/Pt)을 혼합하여 전자전도성과 반응 활성도를 향상시키고 두 물질간의 나노입자/구조를 형성시키고 일반적인 분말 혼합법보다 반응면적을 증가시키려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만, 지금까지의 접근 방법으로는 고온(700도 이상)의 작동온도에서 발생하는 금속 입자간의 응집현상을 막지 못하여 전극 및 촉매의 장기안정성을 저하시키는 원인이 되고 있다. 본 발표는, 페로브스카이트 구조에서 A-site 의 결핍 구조와 환원 방법에 따라 금속 나노 입자의 세라믹 모상에 고정되어 자가 성장(용출)이 일어나는 현상을 분석을 하였다. 또한, 용출법(exsolution)에 의해 성장된 입자와 합침법에 의해 제작된 입자간의 물리적/화학적 차이를 분석 하였다. 마지막으로 이를 이용하여 700도 이상에서 수소 및 수증기를 연료로 이용하여 전기를 만드는 반응 (연료전지 반응) 및 수소 생산 반응 (전해반응)이 하나의 시스템에서 가능한 고체산화물전지에 적용하여 우수한 성능과 장기 안정성을 구현하였다.

G2-2

In-situ Synthesis of Metal Nanoparticles on Doped CeO₂ through Heterogeneous Doping

분균일 도핑을 통한 도핑된 세리아 표면 위 실시간 금속 나노입자 합성

곽노우*, 정승진, 서한길, 이시원, 김연주, 정우철

KAIST (한국과학기술원)

The in-situ growth phenomenon of metal nanoparticles directly from an oxide support, known as ‘ex-solution’, has recently been reported and gained much attention in the field of catalysis due to simple processing and excellent sintering durability. However, the limited choice of applicable materials and the requirement of extremely high annealing temperatures (> 900°C) for the extrusion of metals have hindered the development of this approach. Here, we address these issues by the selective diffusion of catalytically active metals through the grain boundaries of a host oxide and the subsequent extrusion of them upon annealing at reductive atmospheres. Thin films of Sm-doped CeO₂ (SDC), wherein their grain boundaries were selectively doped with metals (e.g., Ni, Co and Au), were fabricated by a series of processes involving deposition, heat-treatment and etching steps. We observe that metal nanoparticles can readily be formed at temperature even less than 600°C and their sizes and distributions can be precisely controlled by varying time and temperature for annealing and the number density of grain boundary. Furthermore, we reveal that the rate of hydrogen electro-oxidation at the surface of doped CeO₂ can be significantly enhanced by using this approach, suggesting it can be a feasible solution for many applications in catalysis.

G2-3

Development of a Novel Redox Stable Ruddlesden-Popper Oxide Catalysts for IT-SOFC

Ruddlesden-Popper상 기반의 산화/환원 안정성을 갖는 중저온형 SOFC 촉매 개발

마너스*, 이광택

DGIST (대구 경북과학기술원)

One of the key challenges on development of bio fueled SOFC remains with the redox stability of the electrode. Owing to their intrinsic properties such as stability, catalytic activity, and intergrowth rock salt layer, the Ruddlesden-Popper phase oxides have been emerged as the promising candidate to be an efficient electrode that opens the window of the opportunity for essential optimization. In this regard a series of RP phase oxide (Sr, Ln)(Ni_{1-x}Mnx)O₄, $x < 1$, have been synthesized by GNP(Glycine-nitrates process). The phase, conductivity, and electrochemical properties were investigated by XRD(X-ray diffraction), DC four-probe method and electrochemical impedance spectra. The conductivity measured in air increased with Ni concentration, while under reduced atmosphere reverse trends was observed. The redox stability of the catalysts was evaluated during the cyclic oxidation and reduction, which confirmed all catalysts were redox stable.

improve durability. Recent studies confirmed that the use of a very thin electrolyte allows SOFCs to provide the moderate power density at temperature even less than 500°C; however, the poor thermal stability of noble metals (e.g., Pt or Pd), the state-of-the-art cathode material, still hinders the sustainable operation of low-temperature SOFCs. Here, we decorate nanoporous Pt thin films with an aluminum oxide capping layer by using atomic layer deposition that is capable of depositing highly conformal thin films with precisely controlled thickness. Our study aims to clarify the optimized design factors of the oxide-capped Pt thin-film cathodes in terms of oxygen reduction reaction activity, electrical conductivity, and thermal durability.

G2-4

Atomic Layer Deposition of an Aluminum Oxide Capping Layer for Thermally Robust Nanoporous Thin-Film SOFC Cathodes

고체산화물을 연료전지에 적용되는 열적으로 강인한 나노다공성 박막 공기극 제작을 위한 알루미늄 산화물 보호막의 원자층 증착

지상훈^{1*}, 서종수¹, 서한길¹, 김정환², 정우철¹¹KAIST (한국과학기술원)²한국기계연구원

Solid oxide fuel cells (SOFCs) have been considered as a promising power generator due to many advantages such as pollution-free exhaust and high fuel flexibility. One of the biggest challenges for the development of SOFCs is to lower the operating temperatures (< 600°C), which enables to reduce material cost and

G2-5

Current R&D Status of Lithium Rechargeable Batteries with High Energy Density and Safety

고에너지밀도 및 고안전성 리튬이차전지 연구개발 현황

임진섭*

한국생산기술연구원

The prospects of developing next-generation energy storage and conversion systems remain critical in the wake of an energy crisis and ecological concerns facing modern society. Among the various energy sources, Li-ion batteries are most promising energy storage system. As growing a global xEV market, demands on the high energy density lithium rechargeable batteries has gradually increased. In the high energy density Li-ion batteries, the roles of core materials such as cathode, anode, electrolyte and separator are considerably important for the long distance and high safety pure electric vehicles. To date, lots of researchers have reported on the current and timely updates of changing technology in Li-ion batteries. In this presentation, we describe the key aspects of current R&D status for Li-ion batteries.

G2-6

Facile Synthesis of Metal Oxide-Metal Oxide Composite Materials as High Performance Anodes for Lithium-ion Batteries

간단한 합성을 통해 만들어진 금속산화물-금속산화물 복합체를 활용한 리튬이온 전지의 고특성 음극재료에 대한 연구

정준영*, 김찬훈, 정지원, 윤두영, 윤기로, 조수호, 장혜연, 김일두
KAIST (한국과학기술원)

Since its first commercialization in the 1990s, lithium-ion battery (LIB) has been commercialized into compartments of different products, ranging from electric vehicle (EV) to laptops, requiring higher energy density and larger capacity. Among different candidates, tin (IV) oxide (SnO_2) and some other kinds of metal oxides are considered as one of the alternative anodes for LIB due to their higher theoretical capacity (usually $550 \sim 1100 \text{ mAh g}^{-1}$), natural abundance, and environmental friendliness. Nevertheless, large volume expansion, low initial coulombic efficiency, formation of unstable solid electrolyte interphase (SEI) layer, and poor rate capability have hindered their use as potential anodes for LIBs. In this study, we have investigated how the two or three different metal oxide composites including SnO_2 can be synthesized through simple electrospinning and subsequent calcination. For the case study, we have easily fabricated $\text{SnO}_2\text{-TiO}_2$, $\text{SnO}_2\text{-CuO}$, and $\text{SnO}_2\text{-TiO}_2\text{-CuO}$ composite materials by one-step single spinneret electrospinning and subsequent calcination. The electrochemical tests demonstrate that depending on the kinds of composite materials made, the electrochemical properties are significantly discrete, which suggests the synthesis of rationally designed electrode materials using simple process.

G2-7

Chemical Ordering in Li-Mn-Ni Spinel Oxides through Formation of Frenkel Defects

프렌켈 결함 형성을 통한 Li-Mn-Ni 스피넬 산화물에서의 화학 정렬 현상

류혜원^{1*}, 배형빈¹, 김영민², 김진규³, 이상수⁴, 정성운¹

¹KAIST(한국과학기술원)

²성균관대학교

³한국기초과학지원연구원

⁴한국원자력연구원

$\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ (LNMO) is a promising cathode material for new-generation lithium-ion batteries with high voltage. The LNMO is crystallized in a spinel structure where Ni^{2+} and Mn^{4+} are situated in octahedral sites simultaneously. Depending on the distribution of two cations, LNMO has two different phases. Since the two phases represent different electrochemical properties, many researchers try to control chemical ordering in the LNMO. However, intermediate state that appears when phase transition occurs has not been reported previously. In order to clarify the intermediate phases, we investigated atomic and large-scale investigation using transmission electron microscopy and *in situ* X-ray powder diffractions. In addition, we calculated energy of each transition state by theoretical *ab initio* calculation. Finally, we defined that cation ordering transition occurs Frenkel-type defects which Ni^{2+} and Mn^{4+} move into vacant octahedral sites. This results will be helpful to systemically design the high power Li-ion batteries.

G2-8

Hybrid Solid Electrolyte in Combination of $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ Ceramic and Ionic Liquid for High Voltage Pseudo-Solid-State Li-ion Batteries

고전압 고체 리튬이온 전지를 위한 $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ 세라믹과 이온성액체를 이용한 복합전해질

김현우*, Palanisamy Manikandan

울산과학기술원(UNIST)

Concerning the safety aspects for high-voltage Li-ion batteries, a pelletized hybrid solid electrolyte (HSE) are prepared by blending $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (LLZO) ceramic particles and an ionic liquid electrolyte (ILE) for use in pseudo-solid-state Li-ion batteries. The LLZO particles are enclosed by the ionic liquid as a LLZO-ILE matrix, which are quantified by FESEM elemental mapping. The chemical stability of the LLZO in the ILE are confirmed by powder XRD and FT-IR analysis. The HSE, with an optimized weight ratio of 80% LLZO, 19% Py14TFSI, and 1% lithium bis (trifluoromethanesulfonyl)imide, exhibits good thermal stability, even at 400°C. The optimized HSE reveals an ionic conductivity of $0.4 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ and an electrochemical stability of 5.5 V with Li metal. Pseudo-solid-state Li-ion cells are fabricated using the HSE, and afford initial charge-discharge capacities of 140/130 mAh g^{-1} (Li/HSE/LiCoO₂) with 99% capacity retention at the 150th cycle. The scope of the HSE are widened to high-voltage (> 8 V) pseudo-solid-state Li-ion batteries through a bipolar stacked cell design. Dendrite formation are hindered during cycling in the Li-ion cell. Hence, the present investigation will greatly contribute to the next generation of high-voltage pseudo-solid-state Li-ion batteries.

G2-9

Phase Change of NASICON Solid Electrolyte Depending on Calcination Temperature and Ion Doping

하소 온도와 이온 도핑에 따른 나시콘 고체전해질의 상 변화

정세운^{1*}, 김주형¹, 조승환², 김도경¹

¹KAIST (한국과학기술원)

²울산테크노파크

Most liquid electrolytes consisting of organic liquid could be a cause of battery explosion accidents. Solid electrolytes are potential substitute for liquid electrolytes to compose the stable and safe battery. Na superionic conductor (NASICON) which has high sodium ion conductivity is most promising material to replace liquid electrolyte in sodium ion batteries. In this work, NASICON precursors which was calcined at various temperatures were investigated. The chemical composition of NASICON was $\text{Na}_{3.1}\text{Zr}_{1.9}\text{R}_{0.1}\text{Si}_2\text{PO}_{12}$ (R: rare-earth ion) which synthesized by the solid state reaction. The powder phase change by calcination temperature were observed by *Ex-situ* XRD. Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) was used to measure the ionic conductivity at room temperature to 300°C. Fracture surface was observed by SEM. The present study demonstrates the relation of rare-earth ion doping and NASICON phase formation.

G2-10

Progressive Assessment on the Decomposition Reaction of Na Superionic Conducting (NASICON) Ceramics

나시콘 세라믹의 분해반응 분석

김대겸*, 정재일

울산과학기술원(UNIST)

The successful analysis on the microstructure of Hong-type Na superionic conducting (NASICON) ceramics revealed that it consists of several heterogeneous phases: NASICON grains with rectangular shapes, monoclinic round ZrO_2 particles, grain boundaries, a SiO_2 -rich vitrified phase, undissolved Na_2O particles, and pores. A dramatic microstructural evolution of NASICON ceramics was demonstrated via an *in-situ* analysis, which showed that NASICON grains sequentially lost their original morphology and were transformed into comminuted particles (as indicated by the immersion of bulk NASICON samples into seawater at a temperature of 80 °C). The consecutive X-ray diffraction analysis represented that the significant shear stress inside NASICON ceramics caused their structural decomposition, during which H_3O^+ ions occupied ceramic Na^+ sites (predominantly along the (11) and (33) directions), while the original Na^+ cations came out in the (020) direction of the NASICON ceramic crystalline structure. The results of time-of-flight secondary-ion mass spectrometry analysis confirmed that large concentrations of Cl^- and Na^+ ions were distributed across the surface of NASICON ceramics, leading to local densification of a 20 mm thick surface layer after treatment within seawater solution at a temperature of 80 °C.

G2-11

Enhanced Electrochemical Properties of $\text{Li}_2\text{S-P}_2\text{S}_5\text{-Li}_2\text{SO}_4$ Glass-ceramics Solid Electrolyte for All-solid-state Batteries

Li_2SO_4 첨가로 인한 전고체전지용 글래스 세라믹스 고체 전해질의 특성 향상

손승현*, 손진오, 박찬휘, 신동욱

한양대학교

All-Solid-State lithium ion batteries have attracted interest as they could offer solutions about safety problems of commercial lithium-ion batteries using flammable liquid electrolytes. For realize All-Solid-State lithium ion batteries, various solid electrolytes are researched. Lithium ion conductors, which can be used as solid electrolytes, exhibit high ionic conductivity and electrochemical stability. Hayashi et al. reported that the sulfide-based $\text{Li}_2\text{S-P}_2\text{S}_5$ system is highly promising due to high lithium ion conductivity of over $10^{-3} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$. The $\text{Li}_2\text{S-P}_2\text{S}_5$ solid electrolytes were amorphized via mechanical milling, which could supply high mechanical energy for glass phase. And the obtained amorphous materials were heated up for precipitation of fast lithium ion conductive crystal of thio-LISICON II analogue. The thio-LISICON II analogue is metastable crystalline phase that has electrochemical reaction with Li metal. For resolve this problem, we select Li_2SO_4 salt which enhance electrochemical stability of $\text{Li}_2\text{S-P}_2\text{S}_5$ glass-ceramics. In this study, $\text{Li}_2\text{S-P}_2\text{S}_5\text{-Li}_2\text{SO}_4$ glass-ceramics solid electrolyte was synthesized by mechanical milling and heat treatment. And we confirmed that enhanced electrochemical properties with high ionic conductivity were achieved in this solid electrolyte.

G2-12

Electrochemical Properties of Li-based Electrolytes with MgO Coating Ceramic Felt Separators for Thermal Battery Applications

MgO 코팅된 열전지용 세라믹 부직포 분리막과 리튬 기반의 전해질 사이에서의 전기화학적 특성 평가

채상혁*, Kati, 윤당혁

영남대학교

Thermal batteries are activated by the melting of solid electrolyte into molten salt at high temperature, while the components for current thermal batteries, such as the cathode, anode, separators and electrolytes, have been synthesized by simple pellet pressing, which are inherently fragile during handling. The average electrolyte content does not exceed 70 vol. % with the conventional pellet-pressed structure because it contains 30 vol. % MgO binder. The use of a thermally and chemically stable ceramic felt separator for thermal batteries is believed to enhance the reliability by minimizing the sudden failure of an electrolyte upon shock. Furthermore, such kind of porous structure with large porosity (> 90%) could improve the electrolyte up-taking and holding capacity, which could further improve electrical properties under large current conditions. In this regard, the behaviors of two kinds of molten salt electrolytes, LiCl-KCl and LiF-LiCl-LiBr were infiltrated into the alumina and zirconia ceramic felt separators were examined. Experimental assessment of the wetting and infiltration behaviors along with the loading and leakage rates were evaluated on the ceramic felts. A comparative study for the electrochemical properties of thermal batteries containing the ceramic felt separator will be presented.

G2-13

Ultra-fast Kinetics of Initial Conversion Reaction Onset in Co_3O_4 Nanoparticles under Lithiation Revealed by Graphene Liquid Cell Electron Microscopy

그래핀 액상셀을 통해 밝혀진 리튬반응 중에 일어나는 Co_3O_4 나노입자의 빠른 초기 변환 반응에 관한 연구

정준영*, 장준하, 서현국, 정지원, 김찬훈, 이정용, 김일두

KAIST (한국과학기술원)

Direct observation of how transition metal oxides (TMOs) undergo morphological and phase transitions upon lithiation is highly significant, as it aids in fundamental understanding of conversion reaction and provides new insights in building up more rationally nanostructured materials. Among different TMOs, Co_3O_4 is one of highly researched materials due to its high theoretical capacity (890 mAh g^{-1}), compared with that of graphite (372 mAh g^{-1}). Nevertheless, it is still exactly not sure how the initial stage of conversion reaction actually takes place inside the Co_3O_4 . Especially, *in situ* transmission electron microscopy (TEM) observation of Co_3O_4 during lithiation in the liquid electrolyte has been a daunting task, due to the vacuum condition inside the TEM. Here in this study, we have demonstrated the feasibility of using graphene liquid cells (GLCs) to observe the initial conversion dynamics of Co_3O_4 inside the liquid electrolyte. Upon e-beam irradiation, lithiation can proceed, and real time observation of Co_3O_4 can be executed. Upon few seconds of observation, Co_3O_4 nanoparticles are turned into many ultrasmall (2~3 nm) CoO nanoparticles embedded in the amorphous matrix. Interestingly, these CoO nanoparticles do not readily turn into Co nanoparticles and/or undergo agglomeration, which is an interesting phenomenon that has yet been explained. Different parameters of nanoparticles, including the *ex situ* TEM analysis, were examined together to explain why such phenomenon takes place.

G2-14

Synergistic Effect of Co₄N Nanofibers with Ir Nanoparticles for Catalysts during Oxygen Evolution Reaction

Co₄N 나노섬유 기반 OER 촉매 개발

조수호*, 윤기로, 정지원, 김찬훈, 김일두

KAIST(한국과학기술원)

Due to climate change and depletion of fossil fuels, the advanced technologies for clean and renewable energy storage and conversion system, such as fuel cells, water splitting and metal-air batteries, have become a crucial role in next-generation energy system. According to increase of importance for energy storage and conversion, the oxygen evolution reaction (OER), which produces molecular oxygen through the electrochemical oxidation of water, also receive interests in recent years. Nanostructured cobalt nitride (Co₄N), reported as non-precious metal catalyst, has high stability and high-efficiency for OER. Furthermore, metallic Co₄N has high conductivity. Using these characteristics, we fabricated Co₄N nanofibers (Co₄N NFs) with large interface area and high electrical conductivity. Co₄N NFs not only act as catalyst for OER but also have ability to support the stability of Ir nanoparticles (Ir NPs) that is one of most effective catalyst for OER. This work demonstrates the synergistic effects for Co₄N NFs and Ir NPs as an efficient catalyst for high performance OER activity.

G2-15

Hydrogen and Proton Migration at Ni/BaZrO₃ Triple Phase Boundary Using Density Functional Theor

밀도범함수이론을 이용한 Ni/BaZrO₃ 삼상계면에서의 수소와 프로톤의 이동

김지수*, 김영철

한국기술교육대학교

Ni/BaZrO₃는 프로톤 전도 세라믹 연료전지의 연료극 물질로 사용되어온 물질이며 널리 연구되고 있다. 연료극에서 연료인 수소 분자는 흡착 시 수소 원자로 분해되고, 삼상계면을 통해 프로톤으로 이온화된다. 이온화된 프로톤은 표면에서 표면 내부로 이동하거나 표면을 따라 이동하며, 이러한 일련의 전기화학반응은 전체 프로톤 전도도를 결정한다. 본 연구는 니켈 (001)과 표면이 ZrO₂ 인 BaZrO₃ (001)로 만들어진 Ni/BaZrO₃ 삼상계면 구조에서의 수소와 프로톤의 이동에 관한 것이다. 니켈 표면, 삼상계면, 전해질 표면에서의 수소와 프로톤의 흡착에너지와, 가장 안정한 수소와 프로톤의 흡착구조로부터 수소가 프로톤이 되어 전해질 내부로 전달되는 반응 경로를 계산하였다. 계산된 반응 경로를 통해 수소가 프로톤으로 이온화되는 단계보다 프로톤이 표면 내부로 들어가는 것이 반응을 결정짓는 단계임을 확인하였다.

G2-16

Tailoring Epitaxial Thin Film BiVO₄/Buffer Layer WO₃ Heterojunction Photoanode for Efficient Water Splitting효율적인 물분해를 위한 Epitaxial BiVO₄/Buffer layer WO₃ 이중접합 박막 광전극 연구최재성^{1*}, 송재선¹, 김태민², 김도현³, 장호원², 박정웅³, 이상한¹¹광주과학기술원 (GIST)²서울대학교³가천대학교

BiVO₄ has been received much attention as a promising material for photoelectrodes. BiVO₄ has a narrow band gap (2.4 eV). However, its photoactivity is substantially limited by slow charge transport and rapid electron/hole recombination. Recently, to improve photoactivity, BiVO₄/WO₃ heterojunction were suggested. Although WO₃ has a wider band gap (2.7 eV) than that of BiVO₄, it has good charge-carrier transport characteristic and stability in aqueous solution. Most of recent studies have focused on the control of morphology and the adoption of photocatalyst in this heterojunction which are polycrystalline. So far, there are no studies about epitaxial BiVO₄ thin film/WO₃ heterojunction. We have grown WO₃, BiVO₄ and epitaxial BiVO₄/WO₃ thin films on SrTiO₃ (001) substrate covered by SrRuO₃ bottom electrode using pulsed laser deposition. The current densities of WO₃ (50 nm), BiVO₄ (100 nm) and BiVO₄/WO₃ (100/50 nm), which has optimized thickness were ~ 0.016, ~ 0.283 and ~ 2.708 mA/cm² at 1.23 V_{RHE} under AM 1.5G illumination in Na₂SO₄ with a Na₂SO₃ (hole scavenger). The current density of the BiVO₄/WO₃ represents enhancement of almost 10 times higher than that of BiVO₄. This results suggests that WO₃ buffer layer is advantageous to not only grow high quality BiVO₄ epitaxial thin films but also increase the photoactivity. We expect further studies on epitaxial BiVO₄ thin films/WO₃ heterojunction could enhance photocurrent density more and also provide wide understanding of fundamental properties of BiVO₄.

G2-17

New Theoretical Insight into Defect Chemistry of Hydrogenated Black Anatase TiO₂제일원리계산을 통한 고온 수소처리된 산화 티타늄 (Black TiO₂) 광촉매의 점결함 연구최익채^{1*}, 송태섭², 김승철³¹(주)버추얼랩²영남대학교³한국과학기술연구원

Black anatase TiO₂ has shown surprisingly enhanced solar energy harvesting efficiency and electrical conductivities, which makes it a promising material in wide ranges of energy and environmental applications. A number of experimental and theoretical works have successfully revealed the mechanisms of band gap reductions by surface hydrogenation of anatase TiO₂. However, recent experimental evidences imply the existence of *bulk* point defects that yield the infrared (~1.0 eV) photoabsorptions and high conductivity of black anatase TiO₂. In this study, using the combination of ab initio molecular dynamics simulations and ab initio electronic structure calculations, we investigated defect chemistry for high temperature reduction conditions in high hydrogen pressures. We found that the metallicity and infrared/microwave absorptions (black color) is contributed by a newly found defect complexes, which are stabilized only in high hydrogen pressure.

G2-18

First Principle Calculations on the Surface Optimization and Gas Absorption of TiO₂ Gas SensorsTiO₂ gas 센서의 표면 구조 최적화 및 gas 흡착 특성에 관한 제일원리 해석송봉준*, 신하익, 오세림, 김중호, 신호용, 임종민, 최철호, 현상일
한국세라믹기술원

가스센서는 주로 가연성 또는 독성가스를 조기에 감지하기 위한 소자로서 ZnO, WO₃, TiO₂, In₂O₃ 등 다양한 물질들이 가스센서에 적용되어 왔다. 이중 TiO₂ 반도체는 안정성과 재현성이 훌륭하고 비표면적이 높은 저차원 나노 구조체 형태를 가질 수 있어 고감도 센서에 이용되고 있다. 본 연구에서는 TiO₂ 결정 구조 중 anatase 구조 표면에서의 CO 분자의 흡착 거동을 제일원리를 이용하여 살펴 보았다. (001) 면을 포함한 다양한 표면에 대해 0K 및 300K에서의 안정화 구조를 계산하였다. 또한 각 표면에 대해 CO 가스 등 유해가스의 흡착 에너지를 구하고 그로부터 gas 센서에 적합한 표면을 결정 하였다.

G2-19

Enhancing the Performance of Stabilized Zirconia Based SOFCs via Introducing Stabilized Bismuth Oxide Interlayer at the Cathode/Electrolyte Interface

안정화 비스무트 산화물계 계면 활성층을 이용한 안정화 지르코니아 전해질 기반 고체산화물 연료전지의 성능 향상 연구

조동우*, 박정화, 김도엽, 이강택

DGIST (대구 경북과학기술원)

The stabilized bismuth oxides are promising electrolyte materials for solid oxide fuel cells (SOFCs) operating below 700 °C due to their remarkably high oxygen ion conductivity. Besides, the stabilized bismuth oxides have been reported to be associated with improving the cathode performance via enhancing reaction rate of oxygen ion incorporation at cathode/electrolyte interface. In this study, we developed a novel YSZ/ESB bilayered electrolyte by employing ESB interlayer at the interface between the cathode and YSZ electrolyte. The effect of stabilized bismuth oxide on the oxygen reduction reaction has been investigated by impedance spectroscopy. Furthermore, the electrochemical performance of the YSZ/ESB bilayered electrolyte SOFCs was evaluated.

낮은 기계적 강도를 가져 실제 산업 적용에는 어려움이 있다. 이와 같은 한계를 극복하기 위해 형식 구조(AO2) 산화물을 기반으로 페로브스카이트 산화물을 혼합하여 충분한 혼합전도성과 높은 안정성을 갖는 복합체 산소분리막이 연구되었다. 최근의 연구들에서 복합체 분리막의 표면 활성층 코팅을 통해 산소투과도를 크게 향상시키는 것이 가능한 것으로 밝혀졌으나 활성층이 분리막의 기계적/화학적 안정성에 미치는 영향에 대한 연구는 미흡한 상태이다. 본 연구에서는 페로브스카이트 구조의 LSM($\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_{3-\delta}$)과 형식 구조의 GDC($\text{Ce}_{0.9}\text{Gd}_{0.1}\text{O}_{2-\delta}$)를 사용하여 복합체 분리막을 제작하고 이산화탄소 분위기에 안정화하면서 분리막과 열팽창계수가 유사한 Ruddlesden-Popper structure 소재를 활성층 물질로서 사용하였다. 활성층이 코팅된 분리막은 고온 이산화탄소 분위기 및 급격한 열충격 반복 테스트 모두에서 안정적인 산소 투과도를 나타내어 Ruddlesden-Popper structure 소재 코팅을 통한 산소분리막의 높은 열적 기계적 화학적 안정성을 확인하였다.

G2-21

Mechanical Properties and Ferroelasticity Behavior of LSCF-GDC for Oxygen Transport Membranes

산소분리막용 LSCF-GDC 복합체의 특성 및 ferro-elasticity 거동 연구

김세영^{1*}, 김수현¹, 이기성², 유지행¹, 성영훈¹, 한인섭¹¹한국에너지기술연구원²국민대학교

본 연구에서는 oxygen transport membrane에 적용하기 위한 LSCF($\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_{3-\delta}$)-GDC($\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_{3-\delta}$) composite을 제조하고 이에 대한 mechanical properties를 연구하였다. 일반적으로 LSCF는 critical stress가 loading 될 때 micro-structure의 변화로 modulus가 nonlinear하게 나타나는 경향을 보이는 것으로 알려져 있다. 이러한 perovskite 구조를 갖는 소재의 mechanical properties 향상을 위해 GDC와 함께 composite을 형성하게 될 경우 rule of mixture를 따라 특성이 변화하는 지에 대한 연구가 수행 되었다. 그 결과 조성별 composite의 modulus nonlinear 특성은 크게 감소하는 경향을 보이고 fracture toughness는 composite으로 제조 하였을 경우에 LSCF, GDC monolithic 소재보다 우수함을 나타냈다. 이에 대한 mechanism은 finite element 해석과 crack propagation 분석을 통해 설명 하였으며, 향후 oxygen transport membrane을 위한 소재는 composite으로 적용 하였을 경우에 안정된 특성을 나타낼 것임을 확인하였다.

G2-20

Enhanced stability of dual-phase membrane with surface coating of Ruddlesden-Popper structure Pr_2NiO_4

Ruddlesden-Popper 소재 코팅을 통한 복합체 산소분리막의 안정성 향상

박정환^{1*}, 윤경식², 권영일¹, 김동영³, 유중열², 유지행², 주중훈¹¹충북대학교²한국에너지기술연구원³삼성전자

지구 온난화가 심각해지면서 온실가스중 가장 많은 비중을 차지하는 이산화탄소 포집 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 혼합 전도성 분리막을 이용한 순 산소 생산은 기존의 심냉법(cryogenic process)에 비해 순 산소 생산 비용이 매우 낮아 순 산소 연소 적용 이산화탄소 포집 기술의 유망한 수단으로 알려져 있다. 대표적인 혼합 전도성 분리막 물질은 페로브스카이트(ABO3) 산화물로 높은 전도성을 갖지만 화학적으로 불안정하고

G2-22

Development of Highly Stable Stabilized Bi_2O_3

고안정성 비스무스 산화물계 이온전도체 개발

윤병현*, 이강택

DGIST (대구 경북과학기술원)

Er_2O_3 -stabilized Bi_2O_3 (ESB) possesses higher ionic conductivity compared to that of conventional ionic conductors such as doped CeO_2 and stabilized ZrO_2 . ESB, however, exhibits remarkable ionic conductivity at the expense of thermodynamic stability, leading to conductivity degradation on extended annealing at reduced operating temperature. In order to evaluate this phenomenon, long-term stability test was carried out on ESB for over 400h. X-ray diffraction analysis revealed that ESB transformed from cubic to rhombohedral phase, accompanying microstructural variation at the same time. In order to overcome this conductivity degradation issue, bismuth lattice sites were substituted using different dopants. In this presentation, we will discuss the effect of aliovalent doping on the stability of the stabilized Bi_2O_3 .

이와 같은 이유로 분리막 성능향상을 위해 표면 교환반응을 이해하는 것은 중요하기 때문에, 분리막 두께에 따른 활성층의 영향을 내부 확산반응과 표면 교환반응의 관점에서 연구하였다. 본 연구에서는 형석구조 기반의 복합체 분리막(80vol%GDC: 20vol% LSCF)을 사용하였고 활성층 물질로 LSC($\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{CoO}_{3-\delta}$), LSCF($\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_{3-\delta}$), STF($\text{SrTi}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}\text{O}_{3-\delta}$), LSM($\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_{3-\delta}$) 그리고 LSM/GDC($\text{Ce}_{0.9}\text{Gd}_{0.1}\text{O}_{2-\delta}$)복합체를 사용하였다. 활성층이 코팅된 분리막은 매우 높은 산소투과도를 보였으며 코팅 물질에 따른 표면 교환반응 계수(k^*)를 임계두께(characteristic thickness)와 확산반응 계수(D^*)를 통해 계산하였고 활성층 물질 자체의 표면 교환 반응 계수와 산소투과도의 상관관계를 연구하였다.

G2-24

The Analysis of the Surface Exchange Kinetics Depending on Oxygen Partial Pressure in the Composite Oxygen Permeation Membrane

복합체 산소 분리막의 산소분압에 따른 표면 교환 반응 분석

나범탁^{1*}, 권영일¹, 박정환¹, 유지행², 주종훈¹¹충북대학교²한국에너지기술연구원

G2-23

A Crucial Role of Surface Modification in Fluorite-rich Dual Phase Membrane on the Oxygen Permeation

형석구조 기반 복합체 산소분리막에서의 활성층 코팅에 따른 산소투과도 특성 분석

권영일^{1*}, 나범탁¹, 윤경식², 박정환¹, 유종열³, 유지행³, 주종훈¹¹충북대학교²충남대학교³한국에너지기술연구원

이산화탄소배출은 지구온난화 문제에 많은 영향을 미치기 때문에 현재 이를 해결하고자 하는 연구가 전 세계적으로 진행되고 있다. 이산화탄소 배출을 줄이기 위해 순산소 연소기술이 사용되었고 이에 따라 기존의 순산소 생산비용을 최대 35%이상 낮출 수 있는 분리막을 이용한 순산소 생산기술이 주목받게 되었다. 순산소 생산에는 이온전도체로써 화학적으로 안정한 형석구조(AO_2)산화물과 전자전도체로써 페로프스카이트(ABO_3)산화물을 사용한 혼합 전도성 복합체 분리막이 사용되며 순산소 생산효율을 높이기 위한 성능개선 연구가 진행되고 있다. 산소투과도의 향상을 위해서는 분리막 두께를 줄여야 하며 분리막 두께가 줄어들수록 분리막의 속도결정단계(rate determining step)는 내부 확산반응(oxygen diffusion)에서 표면 교환반응(surface exchange kinetics)으로 바뀌게 된다.

세라믹 산소 분리막 기술은 이온 전도성 금속 산화물, 특히 산소 이온 전도 산화물을 사용하여 대기 중으로부터 산소만을 선택적으로 투과시켜 순수한 산소를 생산하는 기술이다. 최근 이산화탄소 저감 문제를 해결 하기 위해 순산소연소(oxy-fuel combustion)가 그 해결책으로 부상함과 동시에 종래의 순산소 제조 기술에 비해 저비용으로 순산소를 제조하는 산소분리막 기술에 대한 관심 또한 높아지고있다. 분리막에 사용되는 대표적인 이온 전도성 소재는 페로프스카이트 구조(ABO_3) 산화물과 형석 구조(AO_2) 산화물이 있다. 높은 산소 투과도를 갖는 페로프스카이트 구조 산화물과 기계적, 화학적으로 안정한 형석 구조 산화물을 함께 사용하여 분리막의 내구성을 높인 복합체 산소 분리막이 현재 가장 상용화에 가까운 기술로 활발히 연구되고 있다. 산소 투과도를 높이기 위해서는 분리막의 두께를 줄여야 하는데 두께가 얇아질 수록 산소 표면 교환 반응에 의해 분리막의 성능이 결정되게 된다. 따라서 높은 투과 성능을 갖는 분리막을 개발하기 위해서는 표면 산소 교환 반응에 대한 이론적 이해와 연구가 필요하다. 본 연구에서는 LSC($\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{CoO}_{3-\delta}$)가 코팅된 LSM($\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_{3-\delta}$)-GDC($\text{Ce}_{0.9}\text{Gd}_{0.1}\text{O}_{2-\delta}$) 복합체 분리막 양단의 산소 분압에 따른 산소 투과도를 측정하여 산소 공급면과 투과면 각각의 저항과 표면 교환 반응 계수를 계산하여 실제 산소분리막 작동 분위기에서 두 표면 반응 속도를 비교하였다. 또한 분리막 내부의 산소 이온 확산 반응과 비교 하여 표면 교환 반응이 분리막 전체 성능에 미치는 영향을 분석하였다.

G2-25

Band Engineering and Nanostructuring in the Vicinity of Breakdown of Topological Crystalline Insulator in Pb-based Multiple Elements Doped Compounds

Dianta Ginting*, Lin, Chan-Chieh, 이종수
경희대학교

Thermoelectric bulk composites are known an effective way to reduce the lattice thermal conductivity by grain boundary phonon scattering. On the other hand, the grain boundary between distinct different phases deteriorates the electrical transport as well. Recently, solid solution of $\text{Pb}_{0.6}\text{Sn}_{0.4}\text{Te}$ has been discovered to be topological crystalline insulator (TCI) by crystal mirror symmetry. $\text{Pb}_{0.6}\text{Sn}_{0.4}\text{Te}$ is well known as thermoelectric materials with ZT around 0.38 at 475 K. Thermoelectric performances of $\text{Pb}_{0.6}\text{Sn}_{0.4}\text{Te}$ is poor due to nearly zero band gap. Here, we investigated the electrical and thermal transport properties of p-type $(\text{Pb}_{0.6}\text{Sn}_{0.4}\text{Te})_{0.95-x}(\text{PbSe})_x(\text{PbS})_{0.05}$ solid solution with emphasis of the effect of Se substitution. We found that we can improve thermoelectric performance of topological crystalline insulator of $\text{Pb}_{0.6}\text{Sn}_{0.4}\text{Te}$ by breakdown of topological crystalline insulator by multiple elements doped compounds. Small amount of Se substitution increase the band gap, leading to improved Seebeck coefficient. we The optimized zT value (1.59 at 800 K) has been found for $x=0.05$ compound, which is about 33% and 59% higher than those of $\text{Pb}_{0.98}\text{Na}_{0.02}\text{Te}$ and $\text{Pb}_{0.58}\text{Sn}_{0.40}\text{Na}_{0.02}\text{Te}$ compounds, respectively

G2-26

Thermal Behavior of Ceramic Fiber Mat under Microwave

조광연*, KHISHIGBAYARKHOSERDENE, 서정민
한국세라믹기술원

SiC fibers have been reacted different ways with microwave irradiation depending on their fabrication conditions. Polycarbosilane based SiC fibers were obtained by melt spinning of the polycarbosilane precursor with single hole spinneret, and then cured with the presence of halogen using low temperature at various pressure conditions. The influence of these properties on microwave heating effect have been analyzed with electromagnetic field in the microwave oven (2.45GHz). The optimization of halogen concentration and curing pressure used for curing on PCS fibers can play main

role for heating efficiency of SiC fiber, according to the results of thermal analysis. The highest temperature on the SiC fiber surface is 1300 °C and temperature distribution is uniformed, spatially. The microstructure of fabricated SiC fibers was changed remarkably by the iodine vapor curing at low pressure. According to TEM, the crystal size of SiC fiber cured at 101 kPa and 0.008 kPa were 1-3 nm and 3-5 nm, respectively. It proved that the low pressure curing (0.008 kPa) have a positive effect on the crystallization degree of the final product. The early stage crystallization of β -SiC avoids oxygen uptake into the fiber, which could lead to increase heating efficiency of SiC fiber under microwave.

G2-27

Reactive Air Brazing of Dual-phase Ceramics for Oxygen Transport Membrane Applications

이중상을 가지는 세라믹 재료를 반응성 에어브레이징 법으로 제조한 산소분리막 응용

Kati*, Wahid Muhamad FR, 윤당혁
영남대학교

The demand for pure oxygen is expanding in the coming years as the air pollution is increasing continuously worldwide. Huge demand for oxygen comes from a variety of industries, such as medical, steel and glass industries. Dense ceramic oxygen transport membrane (OTM) allows oxygen to permeate at elevated temperatures under an oxygen partial pressure difference without the need for additional electric power. $\text{Ce}_{0.9}\text{Gd}_{0.1}\text{O}_{2-\delta} - \text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_{3\pm\delta}$ (GDC-LSM) dual-phase ceramic is a promising next generation OTM material. To fabricate a multi-layered structure for oxygen production, OTM ceramics need to be joined or sealed perfectly to themselves or to metal supports for interfacing with peripheral components of the system. In this study, Ag-10 wt. % CuO was evaluated as an effective filler material for reactive air brazing of typical dual-phase 80 vol. % GDC-20 vol. % LSM ceramics with four different commercially available high temperature resistant metals, such as Crofer 22 APU, FeCrAlloy, Inconel 600 and AISI 310S stainless steel. The brazing was performed at 1050°C for 30 min in air using a box furnace. The microstructure and elemental distribution of ceramic-metal interfaces were examined for the polished cross-sectional areas. The mechanical shear strength at room temperature for the as-brazed and isothermally aged (800°C for 24h) ceramic-metal joints was compared, where it revealed that the strength was decreased marginally by aging.

G2-28

High Thermoelectric Performance and Extremely Low Lattice Thermal Conductivity in Ag-doped $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{SnS})_x$ Fabricated by Hot Pressing

Lin, Chan-Chieh*, RATHNAM LYDIA, 이종수
경희대학교

It was reported that SnSe single crystal obtained high thermoelectric zT of 2.6 at 923 K, which is due to low lattice thermal conductivity of 0.23 W/mK at 973 K. However, strongly anisotropic properties of this orthorhombic structure deteriorates the thermoelectric performance in polycrystalline SnSe, resulting in a low zT of 0.6 and 0.8 for Ag and Na doping SnSe, respectively. Here, we prepared 1% Ag-doped $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{SnS})_x$ ($x = 0, 0.10, 0.15, 0.20, \text{ and } 0.35$) by solid state reaction and hot pressing. We find specific lamellar structure with Se-rich precipitates and grain boundaries in scanning electron microscope images. Moreover, transmission electron microscopy analysis discovers the nano-scale point defect by SnS alloying. All of above cause strong phonon scattering and highly reduce the lattice thermal conductivity. Therefore, we obtain extremely low lattice thermal conductivity of 0.11 W/mK and high zT value of 1.67 at 823 K, which is the state-of-the-art in polycrystalline SnSe. Furthermore, the environmentally friendly and cheap materials of Sn, Se, and S make it a promising new material for thermoelectric applications.

G3-1

Fabrication of Transparent Polycrystalline Y_2O_3 Ceramics and its Application

다결정 투명 이트리아 세라믹스의 제조 및 응용

박영조*, ZHU Linlin, 김진명, 김하늘, 고재웅
재료연구소

재료연구소는 2013년도에 ‘핵심방산소재기술개발사업’에 지원하여 방탄 용도로 스피넬과 알론, 적외선 윈도우로 이트리아를 개발하는 연구과제를 수주하여 총 5개년 사업 중 현재 4차년도를 수행하고 있다. 금번 발표에서는 이트리아(Y_2O_3)에 집중하여 그 동안의 연구결과와 향후의 계획에 대해 보고하고자 한다. 고융점에 의해 다결정 성장이 쉽지 않은 이트리아는 소결법에 의해 투명한 다결정의 제조에 성공하여 많은 연구 논문이 발표되고 있고 실제로 일부 산업화에도 성공하였다. 동 연구실에서는 가장 일반적으로 행해지는 진공소결법과 일부에서 채용하고 있는 열간가압소결법(Hot Press)을 비교 검토하였는데, 이번 연구를 통해 대형화·생산성·특성 등의 다양한 면에서 더욱 우수한 결과가 도출된 HP소결법에 대해 그동안의 결과를 정리하여 보고하고자 한다. 특히, 적외선 윈도우로 사용될 때, 실제 사용환경 하에서의 신뢰성의 척도가 되는 내열충격성의 지표 중 하나인 ‘Hasselman 지수’가 기존에 알려져 있는 수치에 비해 2배 정도 우수한 결과가 도출되었는데, 미세구조, 강도 및 열전도도를 분석하고 측정하여 그 원인을 규명하였다. 나아가서, 본 연구에서 개발된 투명 세라믹스 기지에 희토류 이온을 도핑하여 형광체, 레이저발진 및 신틸레이터 등으로의 발전 가능성에 대해 언급하고자 한다.

G3-2

Effects of Green Body Characteristics and Sinter-HIP Conditions on the Optical, Mechanical Properties of Magnesium Aluminate Spinel

성형체 특성과 Sinter-HIP 조건에 따른 마그네슘 알루미늄 네이트 스피넬의 투광성 및 기계적 특성 변화

김진명*, 김하늘, 박영조, 고재용
재료연구소

고투광성, 고강도 다결정 세라믹스를 소결하기 위해서는 고순도의 나노분말 합성부터 응집체 제거, 균일 성형 및 저온 가압 소결까지 전공정에서 세심한 주의가 요구된다. 본 논문에서는 다결정 투광성 마그네슘 알루미늄 네이트 스피넬의 성형 방식과 sinter-HIP 2 단계 소결 조건을 변수로 하여 성형체 특성과 전소결 밀도, HIP 온도 등이 미세구조와 광학적, 기계적 특성에 미치는 영향을 분석하였다. 성형체의 상대밀도, 기공 분포는 슬러리의 microfluidization 처리 여부와 CIP 압력에 의해 결정되었으며, 성형 밀도가 높을수록 폐기공에 도달하는 1차 상압소결 온도가 낮아짐을 관찰하였다. 하지만 HIP 온도를 동일하게 할 경우 전소결 온도보다는 전소결 밀도가 최종 투광도에 가장 큰 영향을 미쳤으며 전소결 온도가 낮을수록 최적 전소결 밀도에 해당하는 온도 영역이 넓은 것으로 나타났다. Microfluidization 처리를 한 경우 나노 분말 내 응집체가 제거되어 전소결체의 강도가 향상되었지만 HIP 이후 강도에 대한 성형 조건의 영향은 미미한 것으로 분석되었다. 한편, HIP 온도를 높일 경우 입성장에 의해 입내 기공까지 제거되면서 전소결 밀도에 상관없이 투광도가 현저히 향상되었으며 강도는 상대적으로 저하되었다.

G3-3

Effect of Milling Fluid and Particle Size Distribution of Silicon Powder on Sintered Reaction-Bonded Silicon Nitride(SRBSN) Ceramic Substrate with High Thermal Conductivity

고열전도 SRBSN 세라믹스 물성에 미치는 Si 분말 입도분포 및 용매의 영향

오현명*, 이현권
금오공과대학교

최근 파워디바이스의 공급과 응용분야가 확대되고 반도체의 고집적화가 요구되면서 세라믹 기판의 열용량 및 기계적 신뢰성이 요구되고 있다. 이러한 요구에 대응하기 위해 고열전도 질화규소

방열 기판이 도입되고 특히 Sintered Reaction-Bonded Silicon Nitride (SRBSN) 세라믹스가 연구되고 있다. 고열전도 SRBSN 세라믹스의 물성은 출발 Si 분말의 Al 함량, 산소 함량에 의존하는 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 고순도 Si 페 스크랩을 분쇄한 출발 Si 분말의 평균 입경($\sim 1 \mu\text{m}$)을 유지하며 입도분포 변화에 따른 SRBSN 세라믹스의 물성을 연구하였다. ZrO_2 Jar 와 볼을 사용하여 에탄올 및 헥산으로 2~10시간에 걸쳐 출발 Si 분말의 입도분포 폭을 제어하였다. 질화 및 후소결 공정은 각각 1450°C , 1900°C 에서 실시하였다. 출발 Si 분말의 입도분포, 비표면적, 산소 함량을 분석하였으며 RBSN 질화체의 질화율 및 SRBSN 후소결체의 밀도, 상분석 및 미세구조 분석을 실시하였다. 열전도도 및 열확산 계수는 상온에서 laser-flash 법을 통해 측정하였다. Si 분말의 입도분포 폭이 좁을수록 질화율 및 열전도도가 높았으며 헥산을 밀링 용매로 사용한 경우 낮은 열전도도 값을 보였다.

G3-4

Microstructure and Thermal Conductivity of Sintered Reaction Bonded Silicon Nitride with Y_2O_3 -MgO : Effect of Classification of Si Powder and Additives Size

실리콘분말 분급과 소결조제 크기에 따른 질화규소의 미세구조와 열전도도

고신일^{1*}, 박영조², 김진명², 김하늘², 고재용²

¹부산대학교

²재료연구소

고열전도 질화규소의 소결에서 이트리아와 마그네시아를 소결조제로 첨가하여 액상소결을 함으로써 치밀화를 유도한다. 소결간 형성되는 액상은 베타질화규소의 입성장을 촉진하고 이를 통해 미세조직을 제어함으로써 열적 특성을 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 12시간 고에너지밀링을 하여 분쇄한 실리콘분말과 이를 원심분리를 통해 조대한 분말을 제거한 분말, 그리고 소결조제를 raw 상태와 12시간 고에너지 밀링을 하여 미세화한 분말을 각각 혼합하여 CIP성형 후 1450°C 에서 유지 없이 질화하였다. 후소결은 질소분위기 9기압에서 1900°C 6시간을 진행을 하였으며, 열전도도와 미세구조를 관찰하였다. 분급의 유무에 따라 질화규소의 입성장은 차이를 보였으며, 소결조제 역시 크기에 따라 미세구조가 다르게 발달하는 것을 확인하였다. 가장 높은 열전도도는 가장 큰 입자들이 많이 관찰되는 시편에서 88 W/mK 를 얻을 수 있었다.

G3-5

Characterization of Porous Sintered Reaction Bonded Silicon Nitride (SRBSN) Containing 3 Different Rare Earth Oxides

희토류 산화물 소결조제 종류에 따른 다공성 반응소결 질화규소의 특성 평가

김하늘*, Li Yinsheng, 김진명, 박영조, 고재용
재료연구소

본 연구에서는 희토류 산화물이 다공성 반응소결 질화규소에 미치는 영향에 대해 다양한 분석 및 평가를 통해 확인하고자 하였다. 3종류의 서로 다른 희토류 산화물(La_2O_3 , Er_2O_3 , Yb_2O_3) 소결조제를 Si 분말에 각각 혼합하여 95% N_2 /5% H_2 분위기 하에서 질화 반응을 완료하고, 1600~1750°C 온도 범위에서 후소결하여 주었다. 질화 반응 촉진에 있어서는 Yb_2O_3 가 다른 두 산화물에 비해 월등한 효과를 나타내었으며, 이는 Yb 원소의 낮은 용융 및 기화온도가 환원성 기체인 H_2 와 조합되어 산소함량을 크게 감소시켜 질화반응을 촉진한 것으로 여겨진다. 후소결 뒤의 4점 굽힘강도 또한 Yb_2O_3 가 1750°C 소결 조건에서 441MPa의 가장 높은 값을 나타내었는데, 질화 중 산소함량의 감소에 의한 액상량 부족에 따라 소결 시 미세구조 내의 기공 성장이 억제되는 효과에 의한 것으로 밝혀졌다. 본 결과로부터 Yb_2O_3 는 반응소결 질화규소의 제조공정에 큰 이점을 주는 것 뿐만 아니라, 후소결 시 기공 크기는 유지한 채 주상형 입자성장만을 유도할 수 있어 다공성 질화규소의 고강도화에도 유리한 소결조제로 판단된다.

temperatures up to 1800°C. Observation of the ceramic using high resolution transmission electron microscopy (HRTEM) exhibited both clean and crystallized SiC/SiC boundaries, as well as clean SiC/junction phase boundaries with a fully crystallized junction phase. No microstructural or polytype changes after flexural testing at 1800°C were observed using scanning electron microscopy and phase analysis with the Rietveld method. The ceramic maintained 93% of its room temperature (RT) strength up to 1600°C, and showed rapid degradation at 1700°C. Degradation at temperatures above 1600°C was due to softening of the grain boundary phase, as evidenced by the nonlinear behavior of load-displacement curves. Flexural strengths of the highly thermally conductive SiC ceramic at RT and 1700°C were 536 MPa and 358 MPa, respectively.

G3-7

Agglomeration of Y-TZP Powders and its Influence on Sintered Density

지르코니아 분말의 응집 및 소결밀도에 대한 영향

이종국^{1*}, 김재홍¹, 황규홍²

¹조선대학교

²경상대학교

지르코니아 세라믹스를 치과용 임플란트 등 구조용 소재로 사용하기 위해서는 고강도, 고인성이 요구되는데, 이를 위해서는 미립자를 갖는 고밀도 안정화 지르코니아 소결체의 제조가 요구된다. 이러한 요구 조건에 알맞는 소결체를 제조하려면 균질하면서도 고회전을 갖는 나노크기 안정화 지르코니아 분말 합성이 가장 먼저 이루어져야만 가능하다. 본 연구에서는 구조용 지르코니아 소재에 사용되는 시판용 분말의 입자크기, 응집특성, 비표면적 등을 분석한 다음, 이들 특성이 지르코니아의 소결 밀도에 미치는 영향을 고찰하였다. 그 결과 지르코니아 분말 특성 중 2차 응집 입자크기와 응집입자 양이 소결밀도 및 소결체 균질도에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 2차 응집입자 크기가 크고 양이 많을수록 소결밀도는 감소하였다. 또한 2차응집입자 및 입자크기를 줄이기 위한 지르코니아 분말합성법으로 우레아 가수분해법 및 나노밀을 사용한 결과, 균질하고도 고회전을 갖는 안정화 지르코니아 분말이 합성되었다.

G3-6

High-temperature Strength of a Thermally Conductive Silicon Carbide Ceramic Sintered with Yttria and Scandia

Sc_2O_3 와 Y_2O_3 를 소결첨가제로 하는 고열전도성 탄화규소 세라믹스의 고온 물성

서유광*, 김영옥
서울시립대학교

The high-temperature strength of a thermally conductive SiC ceramic sintered with 1 vol% equimolar Y_2O_3 - Sc_2O_3 additives (thermal conductivity = 234 W/mK) was investigated at

G3-8

Fabrication of High Purity AlN Powder by Carbothermal Reduction/Nitridation Method and its Future to Market

탄소환원질화법을 이용한 고순도 질화알루미늄(AlN) 분말의 제조 및 미래시장 전망

김대용*, 신광희, 강문수
케이씨주식회사

Aluminum nitride (AlN) exhibits high thermal conductivity, a low thermal expansion coefficient, high electrical resistivity, a low dielectric constant, and excellent corrosion resistance. Aluminum nitride can be synthesized via various approaches, Direct nitridation of the reaction of aluminum and nitrogen at a high temperature and carbothermal reduction/nitridation of reacting aluminum oxide and carbon in a nitrogen atmosphere has adopted as the most commercially. Therefore this paper deals with carbothermal reduction/nitridation method. AlN precursor was used a mixture of high-purity alumina (99.995%) powder with a reducing agent of carbon black (99.9%), the precursors are synthesized in a nitrogen atmosphere. The basic physical properties of the irradiated AlN powder according to the synthesis conditions were established by process optimum conditions were the basic study for commercialization.

In this study, TaC powder has been prepared by Self-propagating High-temperature Synthesis (shortly SHS) process. SHS is a self-sustaining process which offers high process efficiency and faster production rate compared with conventional processes. Ta powder of 98% purity (obtained from Ta scrap from machining, cutting tools, sputter targets etc. with critical impurities of Cu, Ti, Al, Zn, Fe and Nb) and graphite powder was used as raw materials. Adiabatic combustion temperature during synthesis was recorded around ca. 2, 400°C. This high temperature minimizes the concentration of volatile impurities present. Factors like Impurity content, optimum ratio of reductant material, graphite powder content and morphology of synthesized TaC particles are the main focus of this study.

G3-10

Microstructure and Mechanical Properties of β -SiAlON with various Y_2O_3 content.

이트리아 함량에 따른 β -SiAlON의 미세구조와 기계적 특성

김민성^{1*}, 박영조², 고신일³, 김하늘², 김진명², 고재용²

¹경남대학교

²재료연구소

³부산대학교

G3-9

Self-propagating High-temperature Synthesis of Tantalum Carbide Powder from Ta Metal Scrap

탄탈륨 스크랩으로부터 자전연소고온합성법을 이용한 탄탈륨 카바이드 분말 제조

박경태^{1*}, 심재진¹, 최상훈¹, 주원¹, 최원정¹, 바시트 알리¹, 이태혁², 임경묵¹, 김범성¹, 김택수¹

¹한국생산기술연구원

²세펠드대학교

For WC based cemented carbide tool materials, abnormal grain growth during fabrication causes detrimental effects to the cutting performance as they can act as critical flaws. To overcome this problem, tantalum carbide (TaC) has been applied extensively as grain growth inhibitor owing to its inherent hard and brittle nature.

베타 사이알론 및 그 복합체는 높은 인성과 강도 및 우수한 내마모성을 가지기 때문에 베어링과 터빈 블레이드 등 여러 산업 분야에 이용되고 있다. 일반적으로 베타 사이알론은 Si_3N_4 , AlN 등 고가의 원료를 이용하여 반응소결법으로 제조한다. 반면, 본 연구에서는 SHS(Self propagating High Temperature)법을 통해 제조된 저가의 베타 사이알론 분말을 이용하였기 때문에 반응소결법으로 제조된 베타 사이알론 분말에 비해 우수한 가격 경쟁력을 가질 것으로 예상된다. 소결조제로 이트리아를 각각 0, 1, 3, 5, 7wt% 첨가하여 대기 분위기에서 1800°C에서 통상소결을 진행하였다. 첨가된 이트리아 함량에 따른 미세구조 및 기계적 특성을 관찰하였다. 이트리아가 3wt% 첨가된 경우 가장 우수한 기계적 특성을 보이는데 정도 14 GPa, 2축 굽힘강도 830 MPa, 파괴인성 5 MPa·m^{1/2} 그리고 마모 속도 10⁻⁶ mm³/N·m 값을 나타내었다.

G3-11

SiC Porous Ceramics from Particle Stabilized Wet Foam by Direct Foaming

직접발포법에 의해 제조된 SiC 다공성 세라믹스의 입자 안정화된 젖은 폼

장우영^{1*}, 박중규¹, 한인섭², Bijay Basnet¹, 임형미³, 김익진¹¹한서대학교²한국에너지기술연구원³한국세라믹기술원

The thermodynamic instability of bubbles in the colloidal suspension for the wet foam stability is due to their high gas-liquid interfacial area. Several physical processes lead to gas diffusion from smaller to larger bubbles resulting in a coarsening and Ostwald ripening of wet foam, also a broadening of the bubble size distribution. The distribution and microstructure of porous ceramics, the adsorption free energy and Laplace pressure of SiC particle stabilized colloidal suspension, surfactant, binder and SiC solid content are investigated to tailor the bubble size. The wet foam stability of more than 80% with adsorption free energy is related to the degree of hydrophobicity with contact angles of 55 ~ 70 degree achieved from the surfactant, which replaces part of the highly energetic interface area and lowers the free energy of the system, leading to an apparent reduction in the surface tension (25 ~ 33 mN/m) of the colloidal suspension.

G3-12

Investigation on Electrical Resistance and Permeability of Porous Alumina-Based Ceramics

다공질 알루미나의 통기도와 전기 저항에 관한 연구

김재^{1*}, 하장훈², 이종만², 송인혁²¹과학기술연합대학원대학교²재료연구소

The demand for porous alumina based ceramics as vacuum chuck is increasing in semi-conductor and display industries due to their advantages such as high chemical resistance and high thermal resistance. However, their use is limited as subsidiary parts in a specific process like FPD (flat panel display) because their high electrical resistance show results in a spark discharge and damaging the substrate when vacuum chuck used on. In this study, electrical resistance was controlled by using additives as metal oxide. Additionally vacuum chuck requires high mechanical strength and permeability. Therefore, we tailored the pore structure of porous alumina-based ceramics by adjusting the mixing ratio of the starting alumina. Among specimens, M40-L60 (medium-sized powder : large-sized powder = 40 : 60) specimen showed a relatively high flexural strength and the lowest electrical resistance of $6.2 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ with range of semi-conductivity.

G3-13

Development Trends of Ceramic Matrix Composites for High Temperature

초고온용 세라믹기지상 복합소재 (CMC)의 개발동향

김정일*

(주)테크카본

21세기 들어서 세라믹 기지상 복합소재는 구조재료로서 활용성이 크게 증가하고 있다. 특히 우주항공 및 방위산업 장비의 고속화, 고성능화에 따른 추진기관의 경량화, 고효율화, 소형화에 대한 세계적인 추세는 이러한 초고온용 세라믹기지상 복합소재의 활용을 적극적으로 요구하고 있다. 또한 자동차 브레이크 디스크, 발전용 가스터빈엔진 등의 일반산업용 구조에 대한 적용은 수요를 급격히 증가시키고 있다. 그러나 이러한 초고온용 세라믹기지상 복합소재 산업은 일부 선진국들이 세계시장을 독점하고 있으며, 전략산업으로 기술장벽이 높아 기술이전이 불가능 상태이다. 그러므로 섬유강화 세라믹 복합재료의 개발 및 생산은 항공우주 산업, 방위산업 등의 시장선점 및 자립화의 초석이 될 수 있다. 이러한 초고온용 CMC의 국내 개발동향과 생산현황을 탄소섬유나 SiC 섬유를 보강한 CMC를 중심으로 알아보고자 한다.

G3-14

Effect of Post Heat-treatment on the Mechanical Properties of SiC_f/SiC Composites Fabricated by EPD and Hot-pressingEPD와 Hot press를 통해 제조된 SiC_f/SiC 복합체의 기계적 특성에의 후열처리 효과

Pipit*, Amit Siddharth Sharma, Arifin Septiadi, 윤당혁
영남대학교

Continuous SiC fiber-reinforced SiC matrix composites (SiC_f/SiC) have been recognized as potential materials for high temperature applications. In recent times, extensive research work is devoted to tailor the fiber-matrix interface of SiC_f/SiC composites to improve the mechanical properties. In this work, we examined the effects of post heat-treatment in an inert atmosphere as well as in air on the tail extension behavior upon fracturing by decreasing the fiber-matrix interface interaction. SiC fabrics with PyC and SiC dual interfacial coating were used as reinforcement and subsequently were infiltrated with SiC matrix using electrophoretic deposition. SiC_f/SiC composites with Al₂O₃-Y₂O₃ sintering additives resulted in densities higher than 95% ρ_{theo} and flexural strength 400 MPa with brittle fracturing. After performing a post heat-treatment in an inert atmosphere at 1150, 1250 and 1350°C for 5hours, however, SiC_f/SiC composites showed higher tail extension behavior than that of the as-sintered specimens. Post heat-treatments in air have been also performed for comparison. Correlation among the microstructural features, fracture modes and phase transformation of the additive was established to explain the observed tail extension behavior in these composites.

G3-15

Changes in Mechanical Properties of Multi-Layered SiC Composite after Thermal Shock and Hydrothermal Corrosion

열충격과 수화학부식에 의한 다층층 SiC 복합체의 기계적 특성 변화

김대중*, 이승호, 신정호, 이현근, 박지연, 김원주
한국원자력연구원

다층구조를 가지는 SiC 복합체는 우수한 중성자 저항성, 내부식성 및 고온 기계적 강도로 인하여 사고저항성 경수로 핵연료 피복관의 소재로 거론되고 있다. 그러나 SiC 소재는 경수로 핵연료 피복관은 정상가동 환경에서 고온 고압의 물환경에서 노출되기 때문에 물과의 반응에 의한 수화학 부식이 발생할 수 있고, 취성을 가지기 때문에 사고환경에서는 비상급수에 의한 열충격에 의한 파손이 일어날 가능성이 있다. 이로 인하여 부식에 의한 냉각수의 오염 및 부식생성물의 발생, 파손에 의한 핵분열 생성물의 냉각수로의 누출 등의 문제가 야기될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 사고저항성 경수로 핵연료 피복관 응용을 위해, CVD SiC와 CVI 공정으로 제조된 SiC_f/SiC 복합체로 구성되어 있는 다층구조의 복합체 튜브를 제조하였다. 다층구조의 SiC 복합체 튜브의 부식 및 열충격 실험은 각각 경수로 1차측 정상가동환경을 모사한 수화학 환경과 사고환경을 모사한 고온 열충격 조건에서 수행되었으며, 시험 후 기계적 강도 평가 및 미세구조 분석을 수행하였다.

G3-16

Deposition of Vacuum Plasma Sprayed Ultra High Temperature Ceramic Coatings on Ceramic Matrix Composites

진공 플라즈마 용사법을 이용한 세라믹 복합재료 상 초고온 세라믹 코팅의 형성

유연우*, 변용선, 남옥희
재료연구소

초고온 세라믹스는 우수한 기계적 강도와 높은 녹는점을 보이고 있어 지구궤도 재진입 발사체 및 초음속 항공기와 같이 극한 환경에서의 열 보호 부품에 사용될 물질로 부상되고 있다. 그러나, 기존의 금속에 비해 높은 초고온 세라믹스의 밀도로 인하여 초고온 세라믹스 단일체를 항공기 부품의 재료로 사용하기에는 어려움이 있다. 이에 초고온 세라믹스와 탄소섬유를 포함하는 세라믹 복합체를 제작하여 우수한 기계적 물성을 확보하면서 무게를 감소시키는 연구들이 진행 중에 있다. 그러나 초고온 세라믹스가 함침된 세라믹 복합체가 장시간 고온, 고속의 기체에 노출되면 삭마로 인하여 탄소섬유가 표면에 드러나게 되는 문제가 발생하게 되고, 표면에 드러난 탄소섬유는 산화로 인하여 급격한 기계적 물성의 감소를 야기한다. 본 연구에서는 진공 플라즈마 용사 공정을 이용하여 세라믹 복합체 상에 초고온 세라믹스 코팅을 형성하였다. 수십 마이크로미터 크기 분포를 갖는 초고온 세라믹스 분말을 Ar과 H₂의 혼합 플라즈마 화염에 투입하였다. 코팅에 사용된 모재로는 탄화규소와 탄소섬유를 포함하는 세라믹 복합체를 사용하였으며, 형성된 초고온 세라믹 코팅의 두께, 미세조직을 SEM을 이용하여 관찰하였으며, 그 결정구조는 XRD를 이용하여 분석하였다.

로 피복관과 같은 세장형 튜브에 용이하게 적용할 수 있도록 적은 하중에 의한 일축 가압접합으로 실험이 수행되었다. Ti 및 Si 계면소재를 사용한 SiC 접합체는 확산반응을 통하여 TiSi₂ 또는 Ti₃SiC₂의 계면상이 형성되며 접합이 이루어졌다. 온도와 열처리 조건에 따라 계면상의 조성과 함량비가 달라졌으며, 이에 따른 접합강도와 가스기밀성이 평가되었다. Ti 계면소재로 접합강도 약 5 MPa의 접합체를 얻을 수 있었으며, Si 계면소재가 추가로 계제되는 경우 접합강도가 약 25 MPa로 높아졌다. 가스기밀성은 1E-9 atm.ml/sec 이하의 검출 해상도로 헬륨 누출 평가를 통해 검증되었다.

G3-18

Effect of Carrier Gas Flow Rate and Nozzle Shape on the Deposition Behavior and the Microstructure of Transparent Alumina Film Deposited by Granule Spray in Vacuum

상온진공과립분사 공정의 이송가스 유량과 노즐 형상이 투명 알루미나 코팅의 거동과 미세구조에 미치는 영향

박윤수^{1*}, 박동수², Scooter Johnson³, 한병동², 류정호², 최종진², 박찬¹¹부경대학교²재료연구소³Material Science and Technology Div., Naval Research Laboratory, Washington D.C., USA

상온진공과립분사 공정은 진공 분위기의 상온에서 세라믹스 과립을 기관에 분사하여 치밀한 나노구조 세라믹스 코팅을 제조하는 방법이다. 본 공정에서는 기존의 에어로졸 데포지션과 달리 세라믹스 과립을 직접 기관에 충돌시켜 코팅함으로써 원료공급의 장기 안정화를 통한 대면적 고속 코팅이 가능하다. 세라믹스 과립을 이송가스에 실어 노즐을 통해 기관에 분사함에 있어서 이송가스의 유속은 세라믹스 과립내의 일차입자들의 속도와 운동에너지에 직접 영향을 미치는 주요한 공정변수이다. 즉, 노즐을 통과한 입자의 속도는 노즐에서의 압력차에 의존하는데, 이 압력차는 투입되는 가스의 유량과 노즐의 형상에도 의존한다. 본 연구에서는 이송가스가 과립들이 들어있는 과립챔버(Granule chamber)를 통과하는 Air 1과 과립챔버를 통과하지 않고 노즐 하단에 직접 공급되는 Air 2의 두 가지 이송가스를 동시에 사용하고, 특히 Air 2의 유량을 변화시킴으로써 이송가스가 과립의 속도와 코팅거동에 미치는 영향 및 코팅층의 미세구조에 미치는 영향을 조사하였다. 아울러, 노즐 orifice의 폭이 다른 두 가지 노즐을 사용하여 노즐형상이 이송가스의 압력차와 코팅거동에 미치는 영향도 조사하였다.

G3-17

Effect of Ti and Si Interlayer Materials on the Joining of SiC Ceramics

Ti/Si 계면소재를 적용한 SiC 세라믹 튜브의 확산접합 거동

정양일*, 박정환, 이현근, 김대중, 김원주
한국원자력연구원

SiC 세라믹은 고온에서의 우수한 기계적 및 화학적 안정성으로 원자력 분야에서 노심 핵심소재로서 활용이 크게 기대되는 소재이다. SiC 세라믹 소재가 노심 구조소재로 적용되기 위해서는 내방사성 계면소재를 이용하여 세라믹 접합체의 제조가 가능하여야 한다. 본 연구에서는 Ti 및 Si 계면소재를 사용하여 SiC 세라믹의 확산 접합을 수행하였다. 계면소재는 금속 필름(Ti) 또는 증착에 의한 코팅막(Ti, Si), 미립분말(Si)의 형태로 공급되었다. 또한, 경수

G3-19

The Characteristics of Diamond-like Carbon Thin Film Deposited by Filtered Cathodic Vacuum Arc Source for Wear Resistance Improvement of Alumina

알루미나의 내마모성 향상을 위한 FCVA 소스를 이용하여 증착된 DLC 박막의 내마모 및 용착력 특성

인정환*, 강희영, 적주현, 김영복, 이익삼
한국광기술원

알루미나의 내마모성 향상을 위하여 FCVA 증착소스로 표면에 ta-C 박막을 증착하였다. 알루미나는 절연물질이므로 기관 바이어스 효과를 얻기 위하여 코팅시에 기관에 펄스 전압을 인가하였다. 기관의 전압에 따라서 내부 응력 특성을 조사하기 위하여 실리콘 웨이퍼 스트립을 기관으로 부터 절연시키고 ta-C를 코팅하여 곡률 반경을 측정하여 내부응력을 계산하였다. 그 결과 기관 펄스 전압이 증가함에 따라 내부응력이 감소하는 것으로 나타났다. 폴리싱된 알루미나 기관 위에 ta-C를 기관 전압을 달리하여 코팅한 후 pin on disk 테스트를 통하여 내마모 특성을 조사하고 나노 스크래치 테스트를 통하여 용착력을 조사하였다. 그 결과 기관 전압이 작을 수록 내마모 특성은 좋아지나 용착력은 감소하는 것으로 나타났다.

diffraction(XRD). All of the coatings grown with textured CrN phase (200) plane. The friction coefficient and removal rate of CrSiAlN (10at% Si) film shows the lowest values. The morphology of wear track of the films was observed by scanning electron microscopy(SEM) and the wear track composition of films measured by energy dispersive spectroscopy. The surface energy of the films was obtained by measuring of contact angle of water drop. The CrSiAlN (10at% Si) films shows the highest value of the surface energy.

G3-20

The Microstructure and Mechanical Properties of Cr-Si-Al-N Coatings with Various Si Addition and N₂/Ar ratio

Si 함량과 N₂/Ar 기체비에 의한 Cr-Si-Al-N 코팅막의 미세구조 및 표면 물성 분석

최선아¹*, 김성원², 한운수², 이성민², 김형태², 김형순¹, 오윤석²

¹인하대학교

²한국세라믹기술원

Cr-Si-Al-N coating with different Si content and Ar/N₂ gas ratio were deposited by hybrid physical vapor deposition (PVD) method consisting of unbalanced magnetron (UBM) sputtering and arc ion plating (AIP). The deposition temperature is 300°C, and the gas ratio of Ar/N₂ were 9:1, 5:5. Si content of the CrSi alloy targets were varied with 1at%, 5at%, and 10at%. The phase analysis, composition and microstructural analysis performed using x-ray

G3-21

Microstructure of YSZ Thermal Barrier Coatings by EB-PVD as Various Parameters

EB-PVD TBC코팅의 파라미터 변화에 따른 YSZ 코팅의 미세구조

박영진*, 변용선, 이성훈, 유연우, 남욱희
재료연구소

EB-PVD(Electron Beam Physical Vapor Deposition)를 이용한 열차폐 코팅은 항공기나 엔진 블레이드의 코팅에 사용되어 금속을 된 모재를 고온의 환경에서 보호하는 데 주로 사용된다. EB-PVD 기법으로 증착된 YSZ top coat는 columnar구조로, 높은 고온 내구성을 가지고있다. 본 연구에서는 EB-PVD 공정을 이용하여 다양한 공정조건 하에서 YSZ 코팅층을 형성하였다. 도가니 상단에 모재를 고정하고, 전자총에서 방출된 전자빔을 YSZ ingot에 집중하여 기화시켜 코팅층을 형성하였다. 코팅 원료로서 8wt% YSZ분말을 ingot형태로 성형하여 사용하였고, 실험에 사용된 모재로는 Inconel 718을 사용하였다. 같은 모재와 원료를 이용하여 공정중의 회전과 전력량, 계면의 상태를 조절하여 코팅의 조직을 관찰하였다. 제조된 YSZ코팅은 SEM을 이용하여 두께와 미세조직 관찰하였다.

G3-22

Effects of Structure Design on Thermal Durability in Yb-Gd-Y doped ZrO_2 Thermal Barrier CoatingsYb-Gd-Y 함유한 ZrO_2 열차폐 코팅의 열적 내구성에 미치는 구조 설계의 영향

정성훈*, 이승수, 전수혁, 여관림, 정연길
창원대학교

고온에서 운전되는 가스터빈 고온부품은 운전 중 모재의 온도 수용성 한계로 인한 성능이 저하되는 문제점이 발생하게 되며, 이러한 문제점들을 해결하기 위해 고온의 열원으로부터 모재를 보호하는 열차폐 코팅이 적용하여 되고 있다. 또한, 가스터빈의 효율 향상을 위해 터빈 입구온도가 증가되어 $1600^{\circ}C$ 이상에서 운전이 가능한 가스터빈이 상용화되고 있으며, 향후 가스터빈의 터빈 입구온도는 점차 증가될 것으로 예상된다. 가스터빈 작동 온도의 증가로 기존 상용 소재인 이트륨이 첨가된 안정화 지르코니아 (YSZ)는 적용 한계에 직면하게 되었으며, 기존 YSZ 소재를 대체하기 위해 Gd, Yb, La 등 희토류 원소를 함유한 저 열전도성 소재에 대해 많은 연구가 진행되고 있다. 그 중 Yb-Gd-Y를 함유한 ZrO_2 조성은 기존 YSZ 대비 우수한 상 안정성, 낮은 열전도성, 소결 저항성이 우수한 장점이 있으나, 낮은 열팽창계수 및 파괴인성으로 열적 내구성이 낮은 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 Yb-Gd-Y를 함유한 ZrO_2 의 적용성 확보를 위해 층상 구조를 설계하여 열적 내구성을 높이려 하였으며, 이러한 층상 구조 설계를 통해 저열전도성 소재에 대한 열적 내구성에 미치는 영향을 평가하였다. 본드층 소재는 Ni 및 Co-Ni계 분말을 사용하였으며, 탑층의 경우 Yb-Gd-Y를 함유한 ZrO_2 단일층과 YSZ 완충층이 포함된 이중층으로 형성하였다. 형성된 열차폐 코팅의 열적 안정성과 내구성을 평가하기 위하여 반복 열노출 및 제트엔진 열충격 시험을 수행하였다. 두 가지 시험에서 YSZ 완충층이 포함된 이중층 구조의 열차폐 코팅층이 우수한 열적 내구성을 나타내었으며, 이러한 결과로 Yb-Gd-Y를 함유한 ZrO_2 열차폐 코팅의 적용성 확보를 위한 탑 코팅의 구조 설계 및 본드 코팅의 조성 설계의 유효성을 검증할 수 있었다.

G3-23

Fabrication of Plasma Resistant Ceramics by YAS Frit Coating on Al_2O_3 YAS계 프리트 코팅을 통한 내플라즈마성 Al_2O_3 세라믹스 제조

박익근*, 이현권
금오공과대학교

반도체 웨이퍼 선폭이 미세해지고 공정 환경이 가혹해짐에 따라 내플라즈마성 세라믹스 소재가 요구되고 있다. 현재까지 사용되는 방법은 내 플라즈마성이 우수한 Y_2O_3 와 같은 고가의 벌크 소재를 이용함으로써 생산비용이 증가하거나, 내플라즈마성 소재의 용사 코팅에 따른 코팅박리 및 입자탈락과 같은 반도체 공정상의 문제를 야기시킨다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 소재의 공정 단가를 낮추면서 Y_2O_3 의 내플라즈마 특성에 버금가는 새로운 소재 개발 연구가 지속적으로 진행되어야 함이 분명하다. 본 연구에서는 다양한 조성의 내플라즈마성 YAS($Y_2O_3-Al_2O_3-SiO_2$)계 프리트를 제조하고, 제조된 프리트를 단순한 코팅공정을 통해 소결 알루미늄나 세라믹스 표면에 코팅하고 평가하여 우수한 내플라즈마 특성 발현에 가장 적합한 조성 및 제조공정을 제시하고자 하였다. 제조된 YAS계 프리트 코팅 알루미늄의 내플라즈마성은 Quartz의 8배, Al_2O_3 의 2.7배 이었고, Y_2O_3 대비 70%의 성능을 나타냈다.

G3-24

Fabrication of YOF Coatings by Suspension Plasma Spray

서스펜션 플라즈마 스프레이법을 이용한 YOF 코팅의 제조

이성민^{1*}, 박상준¹, 박정남², 이강호², 오윤석¹¹한국세라믹기술원²(주)단단

서스펜션 플라즈마 스프레이법을 이용하여 내플라즈마성을 가진 YOF 코팅을 제조하고자 하였다. YOF 코팅은 Y을 양이온으로 포함하고 O와 F를 음이온으로 동시에 포함하고 있는 조성을 가진 코팅이다. 본 연구에선 Y_2O_3 와 YF_3 를 원료로 사용하여 입자크기의 변화 및 플라즈마 공정변수가 YOF 코팅의 제조에 미치는 영향을 조사하였다. 먼저 single rapid scan기법을 사용하여 서스펜션이 플라즈마에서 분열되고 증착되어 발생하는 스플랫(splat)의 성분분포를 통계적으로 구하였다. 그 결과 연구에 사용한 axial feeding 형태의 서스펜션 플라즈마 스프레이에서 서스펜션의 격렬한 분열로 인하여 원료입자가 개별로 분리되어 스플랫을 형성하는 것으로 확인되었다. 따라서 개별 스플랫의 최종성분은 플라즈마 공정조건에 영향을 받아 산화물 혹은 불화물이 형성되는 정도가 크게 달랐으며 그 영향은 입자크기와 플라즈마 공정조건에 크게 영향을 받았다. 특히 입자크기가 작고 플라즈마의 열량이 높은 경우 YF_3 입자는 산화 혹은 증발되는 경향이 발견되었다. 이는 Y_2O_3 와 YF_3 의 용융점이 크게 달라서 생기는 것으로 추정되었다. 한편 YOF 코팅의 미시적인 성분변화를 투과전자현미경으로 관찰하고 성분분포의 균일도를 평가하였다.

G4-1

Chemically Assisted Manipulation of sub-10 nm Hollow Catalyst and Heterogeneous Oxide for Direct Observation of Simulated Halitosis at Room-temperature

화학적 원리를 이용하여 합성된 sub-10 nm 중공나노입자와 이종금속산화물을 이용한 상온 구취센서

장지수*, 최선진, 구원태, 김상준, 정준영, 김일두

KAIST (한국과학기술원)

To significantly overcome the technique barriers for room-temperature operated exhaled breath sensor, careful combination of bio-template encapsulated hollow Pt-Ag catalytic nanoparticles (NPs) and multidimensional SnO_2 - WO_3 heteronanofibers (HNFs) were employed. Porous and hollow bimetallic Pt-Ag NPs (< 10 nm) were developed by galvanic replacement reaction (GRR) in apoferritin shell, showing extraordinary catalytic effect compared to densely packed catalytic NPs. Furthermore, selectively located hydrophilic channel on apoferritin shell induces the porous nanostructures of catalysts during GRR. In terms of sensing materials, we have controlled the components (SnO_2 / WO_3 composite) as well as their morphology ($2DWO_3/0DSnO_2$ comprising HNFs) by using the (i) c-axis growth inhibition effect and (ii) fluid dynamics of liquid Sn. On account of unique shaped HNFs and hollow catalysts, hollow catalysts loaded HNFs showed dramatically improved H_2S sensing capability ($R_{air}/R_{gas} = 2.25$ with great recovery properties) in spite of room-temperature as well as highly humid state (90 RH%). Very importantly, developed sensing layers can directly distinguish the normal breath from healthy people and simulated exhaled breath of halitosis patients.

G4-2

In-situ Synthesized CdS Nanowire Photosensor with PMT-level Sensitivity for Disposable Chemiluminescence Biosensor

in-situ법으로 제조된 CdS 나노선 광센서를 이용한 화학 발광 측정용 바이오센서

변재철*
연세대학교

Nanowire photosensors have been fabricated by immobilizing the nanowires after dispersing in solution. In this work, a chemiluminescence biosensor was developed based on a hyper sensitive CdS nanowires photosensor which was fabricated by *in-situ* synthesis of nanowires directly on the interdigitated electrodes with pulsed laser deposition (PLD) system. The density of CdS nanowires on the in-situ fabricated photosensor could be far enhanced and the photo-resistive response was also estimated to be far improved in comparison with the conventional methods. The *in-situ* synthesis condition of CdS nanowire was optimized by changing the distance between CdS target and substrate inside PLD system, and the nanowire parameters such as density, diameter and resistance performance could be controlled to have maximum photo-resistive response. At the optimal condition of *in-situ* synthesis, the diameter of CdS nanowires in the range of 30 ~ 60 nm was observed to have the highest photo-resistive response at the wavelength of chemiluminescence of luminol (425 nm). And then, the CdS nanowire photosensor was integrated with the chemiluminescent lateral flow immunoassay (LF-immunoassay). In this work, the feasibility of the chemiluminescence biosensor based on the in-situ synthesized CdS nanowire photosensor and the chemiluminescent LF-immunoassay was demonstrated by the detection of human hepatitis B surface antigen, and the sensitivity was compared with the conventional rapid tests.

G4-3

Luminescence Enhancement of Nano-phosphors via Energy Transfer

에너지 전달을 통한 나노형광체의 발광 증대

장호성*, 김수연
한국과학기술연구원

최근 나노기술의 발달로 콜로이드 형태의 나노형광체의 합성 및 이에 대한 연구가 늘어가는 추세이다. 그러나 형광체의 입도가 감소하여 수십 nm 이하의 크기를 가지는 경우, 단위 부피 대 표면적이 증가하여 표면 결함이 늘어나, 발광이 크게 감소하게 되는 단점이 있다. 따라서 나노형광체의 응용을 위해서는 발광 강도를 증가시켜야 하며, 이를 위하여 다양한 방법이 적용될 수 있다. 본 연구에서는 scheelite 구조의 모체에 Eu^{3+} 이온을 도핑하고 Eu^{3+} 이온의 발광 강도를 증가시키기 위하여 부활제와 공부활제를 도핑하였고, 부활제로부터의 에너지 전달을 통해 Eu^{3+} 의 발광이 크게 증가할 수 있음을 관찰하였다. 이 때 발광을 효율적으로 증대시킬 수 있는 구조를 탐색하고자 코어/셸 구조로 나노형광체를 합성하고 활성제 및 부활제, 공부활제의 위치를 조절하여 Eu^{3+} 이온의 발광 강도가 최대화되도록 도핑 원소들의 위치를 조절하였다. 본 발표에서는 다양한 구조로 합성된 나노형광체의 발광 특성 및 부활제로부터의 에너지 전달을 통한 Eu^{3+} 이온의 발광 증대에 대하여 발표하고자 한다.

G4-4

Technology Trend and its Application in the Light-emitting Materials for LED/LD

LED/LD용 발광소재의 기술개발 동향 및 이의 응용

임종찬*, 한상혁
대주전자재료(주)

최근의 LED (Light Emitting Diode)는 일반조명과 디스플레이를 넘어 전장용 부품으로 그 응용분야가 확대되고 있다. 이미 성숙기에 접어든 일반조명을 비롯하여 UHD이상의 고화질이 요구되는 시장동향에 맞춰 KSF 형광체 및 양자점(Quantum Dot)등의 발광소재가 개발되어 적용되기 시작하였다. 또한 LED에서 LD(Laser Diode)로의 기술전이를 통해 빔프로젝터등으로 응용분야가 확대되고 있다. 전장분야에서는 기존의 실내등 위주의 산업에서 헤드램프, DRL(Day Running Light)등의 외부조명으로 적용분야가 확대되고 있으며 고효율 LED적용에 따른 고신뢰성의 요구가 증가하고 있다. 더욱이 전장부품에 LD적용에 따라 내열성을 갖춘 세라믹 플레이트 기반의 발광소재가 각광받고 있다. 본 발표에서는 이러한 기술동향에 따라 각 응용분야별 발광소재의 개발현황을 고찰하고 차세대 발광소재의 기술동향을 정리하였다.

G4-5

Field-Induced Confinement of Carriers into Two-Dimensional Functional Interfaces: Realizaion of Nano-Probe for Energy Conversion/Storage Devices

2차원 기능성 계면 전하집적을 통한 에너지 전환/저장 소자 나노 프로브 구현

박병남*

홍익대학교

Using a dual function device working as a field effect transistor (FET) and Li ion battery, the electrolyte/electrode interface was probed. In a vertically stacked ZnO/LIPON/Pt structure, the ZnO/LIPON interface, crucial in determinng electrochemical performance, was probed by confining charge carriers into few nanometer close to the interface using electrical gating in the FET device. The FET mobility of the ZnO in contact with the solid electrolyte was measured, allowing for monitoring charge transport resulting from lithiation and delithiation. The formation of electron traps is confirmed through change in the threshold voltage as a result of battery cycles.

instability under operating conditions. Also the reduction in efficiency of the system under high temperature operation takes a toll on the overall efficiency of the system. To overcome these problems, different techniques have been applied by the researchers, but most of them were proved to be less effective. In this talk, firstly we propose a new, simple, and facile technique to encapsulate moisture sensitive phosphors like halides and sulfides. Then a graphene-wrapped phosphor-in-glass plate, in which single-layer graphene was employed to modulate the effect of thermal shock on the phosphor was demonstrated, with a two-dimensional cellular automata simulation technique.

G4-6

Phosphor Plate and Enhanced Thermal Property by Graphene-wrapping for High Power LED

고출력 LED을 위한 형광체 플레이트 및 그래핀을 이용한 열안정성 개선

임원빈*

전남대학교

White LEDs used for solid-state lighting have major drawbacks like non-uniform degradation of one of the component phosphors, and thereby reduces the expected life time of the device. Even after decades of researches a white LED phosphor which meet all the required criteria were hardly found. In addition few host compounds which meet the necessary emission requirements under standard conditions were not used owing to its chemical and thermal

G4-7

Spectrum Engineering for Improvement of the Color Quality of LED

LED Color Quality 개선을 위한 Spectrum Engineering

윤철수*, 오정록, 최성우

삼성전자

백색 LED는 1996년 개발된 이후 친환경, 고효율, 장수명, 에너지 절감, 디자인 자유도 등의 장점으로 인해 조명, Display, 전장 등 주요 분야에서 이미 기존 전통 광원의 많은 부분을 대체하고 있으며 조명의 경우 대체율이 36%에 이르고 있다. 그러나 최근 LED 시장 및 기술 개발은 과도한 cost-down과 포화되고 있는 광변환 효율 향상 경쟁에 여전히 집중이 되어 있어 차별화된 특성을 확보 하기에 적지 않은 어려움이 있다. 본 강연에서는 기존의 효율 향상 논의에서 벗어나 전통 광원 대비 LED가 가지는 spectrum 제어 자유도를 활용한 color quality 차별화 기술에 대해 논하고자 한다. . 조명에서는 고연색, vivid, 인체친화 관점에서의 Color Quality와 그 평가 지수에 대해 살펴보고 Display에서는 향후의 고색재현 기술에 대해 전망하고자 한다.

G4-8

High-performance Red InP Quantum Dot-light-emitting Diode through its Shell Structure Engineering

퀀텀닷 셸 구조 제어를 통한 적색 InP 퀀텀닷 발광 다이오드 고성능화 연구

조정호*, 이기현, 김민석, 신중우, 양익선

홍익대학교

본 연구에서는 고효율 특성의 적색 발광 InP 양자점 합성하였으며, 전계 발광 소자의 발광층으로 적용하여 소자를 제작하였다. InP 양자점은 InP 코어에 조성구배를 갖는 ZnSeS 중간 셸 및 ZnS 외각 셸을 순차적으로 형성하여 다중 셸 구조로 합성하였다. 이렇게 합성된 InP/ZnSeS/ZnS 양자점을 전계 발광 소자의 발광층으로 적용하였고, 유기 정공 수송층 및 무기 ZnO 나노입자를 전자 수송층으로 사용하여 하이브리드 다층 구조의 적색 InP 전계 발광 소자를 전용액공정을 통해 제작하였다. 정공 이동도가 다른 poly(9-vinylcarbazole)와 poly[(9, 9-dioctylfluorenyl-2, 7-diyl)-co-(4, 4'-(N-(4-sec-butylphenyl))diphenyl-amine)]를 정공 주입층으로 각각 적용하여 소자를 제작하였으며 그에 따른 소자 특성을 비교하였다. 결과적으로 최대 휘도 2849 cd/m², 최대 전류 효율 4.2 cd/A 및 최대 외부 양자 효율 2.5%의 소자 특성을 갖는 적색 InP 전계 발광 소자를 구현할 수 있었다.

이 가해졌을 때 균열을 버티게 해주기 때문에, 단열재료, 슈퍼커패시터, 연료전지, 전자장비, 보호코팅 뿐만 아니라, 바이오 의학 임플란트 등에 까지 그 응용분야가 확대되어지고 있다. 이러한 응용분야의 확장과 함께 전복껍질에 대한 연구가 많이 진행되어 왔지만, 생명체였던 전복껍질에 대한 물리적, 화학적 구조에 대해서는 여전히 많은 의문점이 남아있어, 전복껍질 구조를 모방하는데 그치고 있다. 본 연구에서는 전복껍질로부터 절편형의 탄산칼슘을 회수하는 것을 목적으로 하고 있다. 전복껍질 자체에 대한 물리적, 화학적 구조에 대한 이해와 함께, 세체를 이용하여 절편형 탄산칼슘을 회수하여, 회수된 미세 절편형 탄산칼슘에 대해 조사 분석하였다

G5-2

High Purity Calcium Phosphate Powder Derived from Waste Seashells for Biomedical Applications with a very Simple Room Temperature Process

간단한 상온제조공정을 통한 의생명용 폐패각 유래 고순도 인산칼슘 분말

신상모*, 이연승, 박정호, 김동민, 최병욱

한밭대학교

The human population has been getting old all over the world, and the aging is pronounced in advanced nations. The rate of aging in Korea is the highest in the world. Osteoporosis and teeth loss are common problems among the aged population. As a result, the demand for bone material or substitute is increasing. Bone powder made from cadaver bones or bones from animals are being used reluctantly because the bones may contain germs or toxic proteins. As for alternatives, there have been many studies to make bone powder from by grinding and processing squid bones or converting calcium carbonate powder from waste seashells. Very few of these studies resulted in commercialisation for various reasons. Most of the studies employed grinding waste seashells and calcining at high temperatures, typically ~1000C, to make calcium oxide, and subsequent complex processing to convert from calcium carbonate to calcium phosphate. To avoid the high temperature and the complex processing, we have developed a very simple process to produce calcium phosphate powder at room temperature directly from calcium carbonate seashells. We confirmed that the calcium phosphate powder are very pure with crystal structures of monetite (dicalcium phosphate) and brushite which are raw materials for bone cement.

G5-1

Recovery of Micro-plate Type Calcium Carbonate from Abalone Shells

전복껍질로부터 미세절편형 탄산칼슘의 회수

이연승*, 신상모, 박정호, 최병욱, 김동민

한밭대학교

유무기 복합재료 및 이를 이용한 부품 개발에 있어, 최근 전복껍질 구조를 모방한 많은 연구들이 진행되고 있다. 모방하려는 전복껍질 구조는 얇고 평평한 세라믹 타일과 같은 탄산칼슘(CaCO₃) 이 배향성을 가지면서, 이 평평한 탄산칼슘 평판을 단백질 층이 점착되어 있어 합판 구조처럼 적층되어 있는 구조이다. 기존에 전복껍질은 이러한 적층형 구조보다는 매끄러운 무지개 빛을 띄는 표면의 특성으로 자재공예 등에 주로 활용되어져 왔다. 하지만, 산업적으로 유무기 복합재료에 대한 연구가 활성화 되면서, 전복껍질의 이러한 탄산칼슘 평판의 적층형 구조는 매우 가볍고, 외부에 힘

G5-3

Biocompatible Calcium Phosphate Ceramics Prepared Using Recycled Eggshell and Their Properties

란각을 이용하여 제조된 생체친화성 인산칼슘의 제조 및 물성 고찰

강태성*, 이상진

국립목포대학교

Highly sinterable and biocompatible hydroxyapatite(HA) and β -tricalcium phosphate(β -TCP) ceramic powders were fabricated using recycled eggshell with phosphoric acid. The raw eggshell easily turned to nano-sized CaO powder by calcining process and mixed with phosphoric acid by wet, ball-milling method. The pH levels of the mixtures were also varied in order to examine the synthesis behavior of calcium phosphate powders and their powder morphology change. Ball-milled β -TCP powder derived from 1 : 1.5 wt% mixing ratio (Ca/P molar ratio of 1.41) showed fine particles and was fully densified, showing stable β phase, by sintering at 1200 °C for 2 h. The densified β -TCP ceramics were bio cell tested and the results showed biocompatibility and no toxicity. While mixing the nano-sized, calcined eggshell powder and the distilled phosphoric acid solution at room temperature, a vigorous exothermic reaction was observed with the formation of crystalline phases of $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ and tetra-calcium phosphate ($\text{Ca}_4\text{O}(\text{PO}_4)_2$). In the sample prepared from a 40 wt% phosphoric acid solution, HA was successfully synthesized at 800°C while the 60 wt% solution showed β -TCP. The pH of the solution influenced the microstructure of the room temperature reactants and heat treated powders. The powder morphology was changed to rod-, plate- and spherical-shaped particles according to the solution pH. The samples synthesized at pH of 0.69 showed whisker-shaped particles after being heat treated at 800°C.

G5-4

Introduction to Medical Devices by Applying Bio-ceramic

바이오 세라믹을 응용한 의료기기 소개

황창규*

메타바이오메드

생체적합성을 갖는 바이오세라믹 재료를 응용한 의료기기의 발전이 가속화 되어가고 있으며 시장의 변화를 주도하고 있다. 이에 (주)메타바이오메드에서는 2000년부터 본격적인 정형외과용 골이식재의 개발을 시작으로 바이오세라믹 의료기기 시장을 선점하기 위한 개발이 진행되었으며 2006년 Si이 치환된 Hydroxyapatite (HA) 골이식재를 FDA에 등록함으로써 본격적인 결실을 맺게 되었다. Si-HA 골이식재의 경우 생체적으로 적합하면서도 인체의 해면골과 유사한 골격구조를 갖는 천연산호를 이용하였으며 수열합성시 Si를 치환하여 골성장 속도의 향상을 도모하였다. 또한 생체 흡수성이 높은 β -Tricalcium Phosphate (β -TCP)를 일정 비율로 HA와 혼합하여 생체내에서 흡수되는 속도를 조절할 수 있게 되었으며 이는 치과용 골이식재에 응용되었다. 이외에도 ZrO_2 나 BaSO_4 등의 filler는 많은 치과재료 또는 고분자등의 의료기기와 융합하여 방사선불투과성을 향상시키는 중요한 바이오 세라믹 재료로 사용되어지고 있다. (주)메타바이오메드에서 개발/생산중인 생체적합성 바이오세라믹을 응용한 제품에 대하여 자세히 알아보하고자 한다.

G5-5

Layered Bio-Ceramic Nanocomposites for Industrial Applications

층상 바이오 세라믹스의 산업적 응용

한양수*

(주)나노스페이스

Bio-nanotechnology of Bio-nanotechnology of materials is a novel interdisciplinary field that includes the development of bio-nanomaterials emerging from the interaction of biotechnology, materials science and nanotechnology. In the last few years the investigation on these materials has received very important attention from researchers with expertise in diverse industrial fields including pharmaceuticals, cosmeceuticals, and fisheries. Layered nanocomposites belong to this group of materials, being the result of the combination of specific functional biomolecules and layered-type inorganic solids at the nanometer scale. In the present study, novel intercalative bio-ceramic nanocomposites between functional bio ingredients and layer silicates have been prepared using intercalation method. In architecturing the organic-inorganic layer nanocomposite, we adapted a newly designed solid state intercalation process. That is, the intercalation of functional bio molecules into the interlayer space of silicate is performed without solvents. Such prepared intercalative layered nanocomposites have great contribution to the improvement of stability, solubility, releasing rate control, reduction of toxicity of biomolecules in the industrial applications.

G5-6

The Next Generation of Special Effect Pigments

차세대 진주광택안료에 대한 연구 및 방향

최병기*

씨큐브주식회사

B.C 60, 000년 전부터 인류가 안료를 사용한 이래 현재까지 많은 종류의 안료가 사용되고 있습니다. 안료 중 special effect pigment 분야는 aluminum을 이용한 metallic effect pigments와 pearl pigments가 응용된 pearl effect pigments가 있습니다. 저가의 중국산 제품들이 나오기 시작하면서 가격 경쟁이 치열한 상황이며 이를 극복하기 위해서는 높은 기술력을 바탕으로 한 고가의 제품을 판매 할 수 밖에는 없는 상황입니다. 이러한 고가의 기술 집약형 제품들을 만들기 위해서는 기존 pearl effect pigments를 만드는 기술과 다른 분야 기술의 융합이 필요 합니다. 이와 같은 움직임은 기술 개발뿐만 아니라 regulation 강화에서도 찾아 볼 수 있습니다. 주력 제품인 천연마이카 제품에 사용되는 천연마이카를 채취하는 인도의 광산에서 가해지는 아동 노동 착취 문제로 global 화장품 업체에서는 더 이상 천연마이카 제품을 Merck와 BASF등 특정한 검증 업체 외는 사용하지 않겠다는 것 입니다. 이런 움직임은 점차 확대 될 전망입니다. 이와 같은 시장 상황에서 살아남기 위해서는 다른 업체에서는 만들어 내지 않는 제품들을 개발하여 판매를 할 수 밖에 없으며 다음과 같은 부분들이 점점 더 중요한 개발 요인이 될 것 입니다. 첫째, 기질의 다양화: with and without substrate, 다양한 기질 합성. 둘째, 다양하고 특별한 Color effect의 요구: Natural color effect, soft focus effect, metallic effect, high Chroma effect. 셋째, 기술의 융합: 디스플레이 기술과의 융합, metallic 과 pearl pigments간의 기술 융합, chemical deposition 기술 융합, 바이오 세라믹 기술 융합. 이런 세라믹 응용 융합 기술로 만들어지는 제품들이 바로 다음 세대를 이끌고 갈 차세대 special effect pigments가 될 것 입니다.

G5-7

Single Domain Antibody Usefulness for Bio-ceramic Fusion Technique

바이오 융합 세라믹 소재 개발을 위한 단일도메인항체기술

임명운*

(주) 중검

인간 및 동물의 질병을 보다 효율적으로 진단하기 위한 기술로서, 다양한 세라믹 소재와 바이오 항체 소재의 융합 기술이 개발되어왔다. 세라믹소재로서 자성비드, 유리기반슬라이드, 그리고 금속콜로이드 등 다양한 기반 소재상에 기존 항체를 결합시킨 후 표적과의 특이반응을 유도하여 신호를 증폭함으로써, 진단 효율성을 극대화하는 방향으로 기술의 진보가 이루어져왔다. 이러한 융합 기술의 한 축을 이루는 항체 소재의 발전도 가속화되어 패러다임의 변화라고 까지 인식되고 있으며, 이에 기반한 보다 진보된 바이오 세라믹 융합기술이 이른 시일안에 도래할 것으로 예측된다. 항체 소재는 기존 항체를 중심으로 질병의 진단, 예방 및 치료제 개발이 이루어져 왔으나, 최근 단일도메인항체(single domain antibody, sdAb) 기술의 획기적 발전에 따라 이에 대한 이해와 산업적 적용모색을 위한 경쟁이 치열해지고 있으며, 기존 항체에 비해 물리/화학적 안정성, 경제성, 고도의 정밀설계성 등의 다양한 장점을 가지고 있어 융합 기술의 개발을 위한 최적의 바이오 소재라 할 수 있다. 높은 열과 넓은 pH 영역에서의 안정성은 융합기술에 있어 개발 및 생산공정상의 한계들을 극복할 것이고, 높은 경제성은 산업적 가치의 극대화 뿐만 아니라, 활용 및 응용분야를 광범위하게 할 것이다. 또한 고도의 정밀 설계성에 기반하여 표준화가 충분히 가능하고, 기존소재대비 1/10 정도로 작은 분자적 크기는 설계의 용이성과 용화하여 제품의 집적성을 고도화할 것이다. 이러한 신소재 기반 융합기술의 진보는 세계 시장선도의 효과적 전략이 될 것이며, 기존 시장의 변화 유도를 통한 점유율 확대 뿐만 아니라 신시장창출의 기반이 될것이다.

G5-8

디지털 덴티스트리의 현재 동향과 핵심 개발 사항

양동준*

MegaGen Research Institute of Science and Technology

최근 치과의료분야의 새로운 트렌드로 디지털 기술이 소개되었으며, 현재는 진단부터 보철물 제작단계까지 디지털 기술이 접목됨에 따라 이와 관련한 소재영역에서도 변화되는 치과의료서비스에 대응하기 위해 다양한 연구가 진행되고 있다. 특히 치과영역에서 활용도가 높은 생체세라믹소재에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 대표적인 예로 치과용 보철물에 사용되는 지르코니아 소재의 경우 CAD/CAM으로 가공되어 환자맞춤형 보철물로 적용되고 있으며, 고분자와 같은 재료와의 복합화를 통해 물리적 물성의 개선 및 자연치와 유사한 심미성을 갖기 위한 연구가 진행되고 있다. 또한 합성골이식재의 소재로 널리 사용되는 CaP계열의 세라믹 소재는 최근 전 산업분야에서 각광받고 있는 3D프린터에 활용을 위해 기존의 바인더에 비해 출력성과 소결성이 향상된 새로운 바인더의 개발 및 광중합소재와의 복합화가 진행되고 있다. 그리고, 콜라겐등의 생체단백질과의 융합 소재에 대한 연구도 지속적으로 진행되고 있다. 세라믹소재 연구는 치과의료분야에 적용을 목표로 하고 있으며, 의료기기의 특성상 인허가 취득이 필수적이다. 이를 위해 생물학적 안전성 및 유효성을 확보하는 것이 중요하며, 연구 단계에서 위의 사항을 고려하여 개발이 진행되어야 한다.

G6-1

발표취소

G6-2

Introduction to Plasma Resistance Glass

내플라즈마 유리소재

김형준*, 직제호

한국세라믹기술원

반도체나 디스플레이 공정에서 미세 전극 패턴을 만들기 위해 사용되는 건식 plasma 에칭 공정은 비등방성 에칭으로 인한 높은 etch selectivity를 갖는다. 이 공정으로 인해 다양한 패터닝이 가능해졌으며, 현재 우리가 사용하는 모든 전자기 소자의 소형화를 가능케했다. 최근 반도체 공정은 미세패턴 폭이 10nm급까지 작아져 이 에칭 공정 중에 발생하는 다양한 불순 입자의 제어가 매우 중요해졌다. 플라즈마 에칭이 진행되는 반도체 장비의 내부 라이닝 소재는 주로 일반적인 알루미늄이나에서 내플라즈마성이 높은 Y_2O_3 를 코팅한 알루미늄이나 또는 이트리아 자체를 사용하려는 노력이 있다. 이러한 노력에도 불구하고 장시간의 반복적인 플라즈마 식각에 의해 세라믹 라이닝 소재는 표면손상과 표면 세라믹성분과 반응한 불화 생성물이 발생으로 표면 손상에 의한 입자생성 및 불화 생성물의 장시간 공정 중에 낙진형태의 나노~마이크로 크기의 입자형태로 웨이퍼 오염의 원인이 된다. 이러한 세라믹 라이닝 재료를 재생 처리할 경우 불순입자와 재생 후 아웃 가스 문제로 보다 심각하게 초기 공정 대기시간이 길어져 비용 상승의 원인 중 하나가 되고 있다. 본 발표에서는 내 플라즈마 특성을 갖는 유리에 대해 소개하고 그 필요성, 현재까지의 개발 현황, 실제 적용 사례 그리고 앞으로의 연구 과제에 대해 소개하고 다양한 의견을 듣고자 한다.

재료와 유사하다. 최근 철강업에서는 AHSS (Advanced High Strength Steel) 라고 불리는 고성능의 제품을 개발하려는 시도가 활발한데, AHSS는 응고특성이 까다롭기 때문에 기존 조업에 비하여 전열제어능과 윤활능이 더욱 향상되어야 하므로 몰드플렉스의 열물성에 대한 요구도 극히 엄격하여 지고 있다. 본 발표에서는 몰드플렉스 필름의 열물성 향상을 위한 최근의 연구개발 사례 중 1) shear thinning 거동을 이용한 윤활능 향상, 2) Mie scattering을 활용한 전열제어, 3) melt crystallization kinetics 해석 및 결정상 morphology간의 상관관계 규명 등에 대한 연구결과를 다루게 될 것이다.

G6-4

Specialty Optical Fiber Technology for Gas Sensing Applications

가스 센싱을 위한 특수 광섬유 기술

김복현*, 이승호, 김경원

광주과학기술원

가스의 종류 및 양을 정확하게 검출하는 고성능 가스 측정 기술은 안전, 환경에서 국방, 의료 분야에 이르기까지 그 중요성이 점차 증가하고 있다. 반도체식, 접촉연소식, 전기화학식 가스 측정 기술과 같은 기존의 비광학적 방식에 비하여, 광학적 방식에 의한 측정 기술의 경우 상대적으로 높은 시스템 구축 비용에도 불구하고 기존 기술에서 발생하는 측정 신뢰성, 이종가스 간섭성, 그리고 수명 문제 등을 해결할 수 있을 것으로 예측되고 있다. 이와 더불어 방폭성, 다중 측정, 원격 측정 등과 같이 부가적인 장점을 갖고 있기 때문에 관심을 받고 있다. 광섬유를 이용한 가스 측정 기술의 경우 광섬유 구조와 소재 등을 조절하여 가스 측정 성능을 개선하는 연구가 많이 진행되고 있다. 광섬유 기반의 가스 측정 기술의 경우 광학적 가스 측정 기술이 가지는 일반적인 장점과 함께 소형화, 안정성 등과 같은 부가적인 장점을 갖도록 할 수 있다. 발표에서는 가스 센싱을 위한 특수 광섬유 기술에 대하여 개괄적으로 소개하고자 한다.

G6-3

Thermophysical Properties of Mold Ifluxes Applied to Continuous Casting Process

철강 연속주조용 몰드플렉스의 열물성 연구 동향

조중욱*

POSTECH (포항공과대학교)

몰드플렉스는 $CaO-SiO_2-CaF_2$ 를 주 성분으로 하며, 강의 연속주조 시 용강의 재산화와 방지하고 보온하기 위하여 주형 당면에 도포되는 중요한 부자재이다. 특히 몰드플렉스는 주형과 응고철 사이로 인입(infiltration)되어 필름형태로 존재하면서 윤활 (lubrication) 및 전열제어 기능도 수행하는데, 이는 여타의 슬래그에서는 찾아볼 수 없는 특성이다. 몰드플렉스 필름은 주형 내에서 melts, glass, crystalline 등의 다양한 상으로 존재하므로 유리공학에서 다루는

G6-5

Photo-induced Crystallization of Lead Sulfide Quantum Dots in Silicate Glasses for Optical Waveguides

레이저 광을 이용한 유리 내 PbS 양자점 석출 및 광도파로 제조

소병진*, 허중
포항공과대학교

PbS 양자점의 경우, IV-VI 물질로 엑시톤 보어 반지름($a_B = 18 \text{ nm}$)이 다른 재료에 비해 커서 크기 조절을 통하여 광학적 특성을 제어하기가 용이하다. 특히 PbS에서 발생하는 형광의 파장이 광통신에서 주로 사용되는 $1.3 \sim 1.7 \mu\text{m}$ 범위와 일치하여 광통신용 소자로의 활용을 기대할 수 있다. 이러한 광소자를 제조하기 위해서는 기계적, 화학적 특성이 우수한, 실리케이트 유리 재료를 기저로 사용하는 것이 효율적이다. 일반적으로 유리 내 양자점을 석출하기 위해 사용하는 열처리 방법은 광도파로 제조를 위해 양자점의 공간적인 분포를 제어하기 어렵다는 단점이 있다. 그에 반하여 빛을 이용하면 양자점 핵형성제로 알려진 Ag 나노 입자를 형성 후 추가적인 열처리를 통한 양자점 석출 또는 Ag 나노 입자에 의한 빛의 흡수를 통한 열에너지 발생 등을 이용한 선택적 양자점 석출이 가능하다. 본 연구에서는 레이저 광과 Ag 나노 입자 간의 상호작용을 활용하여 PbS 양자점을 석출하였다. PbS 양자점 핵형성제로 활용하기 위한 Ag 나노 입자는 먼저, 유리 제조시 Ag_2O 첨가한 후, 빛을 조사하여 Ag 나노 입자 형성을 유도하였다. 이 후, 열처리(500°C)를 통하여 Ag 나노 결정 주위에 PbS 양자점을 석출하였다. 또한 Ag+을 이온교환 방법을 통하여 유리 내에 주입하고 열처리(400°C)를 통해 Ag 나노 입자를 형성하였다. 이 후, 532 nm 빛 조사를 통하여 조사한 부분에서 PbS 양자점을 석출하였다. 이와같이 제조한 유리에 대해 흡수 특성을 통하여 Ag 나노 입자를 평가하였고, 형광특성을 활용하여 PbS 양자점의 광특성 및 광도파로 제조 가능성을 연구하였다. 또한 투과 전자 현미경을 통하여 석출된 PbS 양자점을 관찰하였다.

G6-6

Improved Spectroscopic Properties of Fluorophosphate Glasses for $1.53 \mu\text{m}$ Applications $1.53 \mu\text{m}$ 응용을 위한 불소인산염 유리의 개선된 분광특성

Ganesh Agawane^{1*}, Kadathala Linganna²

¹Korea Photonics Technology Institute (KOPTI)

²Korean Photonics Technology Institute

This study reports, preparation of fluorophosphate (FP) glasses doped with different Er^{3+} concentrations by melt quenching technique. Optical absorption measurements were carried out and analyzed through Judd-Ofelt principle. Various spectroscopic properties like radiative lifetime, transition probability, intensity parameter Ω_2 , emission cross-sections and stimulated absorption cross-sections at $1.53 \mu\text{m}$ have been evaluated. It was found that suitable and Sr^{2+} and Er^{3+} amount in fluorophosphate glass can enhance the stability against the ceramicity. The Er^{3+} doped FP glasses own bandwidth properties and stimulated-emission cross sections better than chalcogenide and silicate glasses. These FP glass materials have a relatively high infrared transmittance ($>82\%$) and very low hydroxyl content. The infrared transmittance increased and then decreased with increasing content of Er^{3+} . It was also found that suitable fluoride metal composition and optimum Er^{3+} concentration can offer excellent spectroscopic properties to the FP glasses. Taking into account the superior spectroscopic properties of our material, it can be applied for fiber and optical amplifier applications.

G6-7

Refractive Index Dispersion of Chalcogenide Glasses for Infrared-Transmitting Lens Applications

적외선 투과렌즈용 칼코지나이드 유리의 굴절률 분산

이우형^{1*}, 이준호¹, 이정환¹, 박봉제², 최주현³, 최용규¹¹한국항공대학교²한국전자통신연구원³한국광기술원

산화물 유리를 사용하는 가시광 대역 카메라용 렌즈소재를 위하여 굴절률 및 굴절률 분산 관점에서 매우 다양한 조성들이 확보되어 있으며, 일반적으로 광학 수차를 최소화하기 위하여 저분산 특성의 볼록렌즈와 고분산 특성의 오목렌즈로 구성된 achromatic doublet가 채용된다. 원적외선 대역의 열화상 카메라 역시 향후 광학 수차를 낮추기 위하여 다양한 광 물성을 가지는 렌즈소재가 필요한데, 아직까지는 저분산 특성을 나타내는 셀레나이드 계열 조성만이 확보되어 있는 상황이다. 이에 본 연구에서는 칼코지나이드 유리를 대상으로 원적외선 대역에서 굴절률 분산의 조성의존성을 조사하였다. 다양한 조성의 셀레나이드 유리 및 텔루라이드 유리를 대상으로 굴절률을 측정하였으며, 칼코지나이드 유리의 굴절률 분산 거동이 라만 스펙트럼에서 도출된 인자의 함수로 설명될 수 있음을 Kramers-Kronig 관계식을 통해 확인하였다.

G6-8

LED Color Conversion Property of Cd-S-Se Quantum Dot Embedded Silicate Glasses Depending on Quantum Dot Forming Compositions

Cd-S-Se 양자점 생성 조성에 따른 silicate계 양자점 함유 유리의 LED 색 변환 특성

한가람^{1*}, 임원빈², 허종³, 정운진¹¹공주대학교²전남대학교³포항공과대학교

양자점은 크기 조절을 통해 발광 파장의 조절과 매우 우수한 발광이 가능하다. CdS, CdSe, ZnS, ZnSe, PbS, PbSe, InP 그리고 InGaAs 와 같은 다양한 양자점이 개발되었으며 디스플레이, LED, bioimaging 그리고 태양광 발전과 같은 분야에 적용되었다. 다양한 양자점 중, CdSe는 청색 LED 색변환을 위한 적절한 excitonic transition을 가지며 이를 통한 백색 LED 구현이 가능하다. 그러나, 종전의 양자점은 대부분 습식 화학공정을 이용하여 제조되어, 유기 피막 사용이 필연적이며, 이에 따른 취약한 내구 수명을 가진다. 그러나, 양자점 함유 유리 (quantum dot embedded glass:QDEG)는 무기소재인 유리소재내 함유되어 매우 우수한 화학적 열적 내구성을 보이며 최근 좋은 대체재로서 개발이 진행되고 있다. 최근, 본 연구진에서는 Cd-S-Se QDEG을 제조하여 열적 내구성과 수명이 우수한 백색 LED를 성공적으로 제조 하였으나, 양자효율이 20%로서 상용 형광체와 비교하여 여전히 낮은 결과를 나타내었다. 본 연구에서는, Cd-S-Se QDEG의 유리내 양자점 형성에 기여하는 원료 조성인CdO, ZnS 그리고 ZnSe의 양을 조절하여 추가적인 양자효율 및 색변환 효율의 증대를 도모하였다. 용융-냉각직후 양자점의 형성이 발생하지 않은 투명한 유리를 선정하여 열처리를 통해 유리내에 양자점을 형성하였다. Photo-luminescence (PL) 스펙트럼과 UV-VIS 흡수 결과는 양자점이 유리 내에 잘 형성되어 있음을 나타내었으며, 라만 스펙트럼 분석과 TEM 분석을 통해서도 확인하였다. 적분구를 이용하여 상용 청색 LED 위에 Cd-S-Se QDEG을 실장하여 양자 효율과 그들의 색변환 특성을 조사하였다.

G7-1

New Issues of Flash as a Cement Replacement Materials

시멘트 재료로서의 플라이애쉬의 새로운 이슈

송명신*
강원대학교

콘크리트는 현재 전세계적으로 건설분야의 가장 중요한, 필수적인 재료이며, 콘크리트의 고성능화, 고기능화에 관한 연구가 지속적으로 꾸준히 진행되고 있는 재료이다. 콘크리트의 가장 중요한 기본 결합체는 보통 포틀랜드 시멘트이며, 이를 치환하기 위한 재료로서는 고로수쇄슬래그, 플라이애쉬 등이 가장 대표적이다. 한편, 플라이 애쉬는 콘크리트의 품질 개선, 즉 콘크리트의 workability 향상, 초기 수화발열 저감 등의 목적으로 사용되어 왔으며, 최근에는 시멘트 사용에 따른 이산화탄소 배출 저감의 목적으로 시멘트 재료의 치환 재료로 각광을 받아온 재료이다. 플라이 애쉬의 이러한 용도로 인하여 콘크리트 산업에서의 플라이 애쉬의 사용은 더욱 권장되고 있으며, 콘크리트 제조를 위한 필수 불가결한 재료 중의 하나로서 그 사용은 지속적으로 상승하고 있다. 이러한 여러가지 이유로, 플라이애쉬의 사용에 대한 인식은 콘크리트에 사용 시 단점 또는 문제점이 없는 재료로서 당연시되어 사용하고 있으며, 이에 대한 다양한 응용연구 결과가 국내외에서 발표되어 왔다. 그러나, 정말 플라이 애쉬의 콘크리트에의 사용은 아무 문제점 또는 단점이 없는지? 혹시 새롭게 대두되고 있는 미해결 방안은 없는지 등에 대해 깊이 검토해 볼 필요가 있다. 본 연구 발표에서는, 이러한 플라이 애쉬 사용에 대하여 콘크리트에서 발생한 문제점이 없었는지?, 과연 콘크리트에서 시멘트 치환재료로서 플라이 애쉬는 적정하게 평가되어 왔는지?, 혹시 플라이 애쉬 사용에 의해 발생한 새로운 문제점은 없는지? 등에 대하여 기존의 연구결과를 바탕으로 검토하였다.

G7-2

Early hydration Characteristics of Chemical Composition of Hauyne-belite Cement

화학적 조성 변화에 따른 hauyne-belite cement의 제조 및 초기 수화 특성

박상진*, 전세훈, 김경남, 송명신
강원대학교

시멘트 생산은 높은 열량을 필요로 하며 석회석의 탈탄산화 반응을 통해 다량의 CO₂를 배출하여 전체 CO₂ 배출량의 약 7%를 차지하고 있다. 시멘트 생산과정에서의 CO₂ 배출량 저감을 위한 방안으로 시멘트의 소비량을 줄이거나 소성 온도는 낮추는 방법이 있다. 본 연구에서는 hauyne의 조강성과 belite의 장기강도 발현의 특성을 이용하여 시멘트를 사용하는 콘크리트보다 내구성을 증가시켜 시멘트 사용량을 줄이고, 시멘트보다 낮은 소성 온도로 인한 에너지 저감효과와 CO₂ 발생량 감소의 효과를 기대할 수 있다. 본 연구는 belite 및 hauyne의 합성특성을 확인하기 위해 시약급을 사용하여 hauyne-belite cement 제조를 위한 소성조건 및 합성비율을 확립하고, X선 회절 분석을 통하여 생성물 확인 및 생성물 수율을 검토하고 이에 따른 초기수화 거동을 확인하였다.

G7-3

A Study on The Carbonation Reaction of Fluidized-Bed Boiler Fly Ash Containing with high Calcium Oxide

CaO가 다량 함유된 순환 유동층 보일러 Fly ash의 탄산화 반응에 관한 연구

김진용*, 전세훈, 강승민, 김경남, 송명신
강원대학교

최근 발전소에서 연소효율 및 연료의 다양성 등의 장점을 살린 순환 유동층 보일러 방식의 발전소 건설이 증가되고 있다. 순환 유동층 연소 방식의 Fly ash는 탈황을 위해 석회석을 첨가하는데 이때 탈황 반응에 참여하지 못한 CaO 성분이 Fly ash 내에 잔재하여 CaO 상태로 존재하게 된다. 이러한 순환 유동층 Fly ash를 콘크리트 혼화재 및 시멘트의 치환재료로 사용할 경우 응결현상, 슬럼프 손실, 내구성 저하 등의 문제를 발생시키게 되어 전량 매립되고 있어 처리방안이 시급히 요구되고 있는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 다량의 CaO를 화학적으로 안정한 물질로 전환하기 위한 목적으로 실험에 사용된 순환 유동층 Fly ash를 Na_2CO_3 와 K_2CO_3 수용액으로 불비율(W/B), 반응시간(time), 몰비(mol/l) 변화에 따른 탄산화 실험을 실시하였다. Fly ash의 CaO 형태가 수화물 형태로 전환되는 여부를 확인하기 위해 X선 회절 분석(XRD)로 결정상을 분석하였고, 시차열분석(TG-DTA)을 통해 열적 특성을 확인하였다

평가 실험을 진행하였다. 고로 슬래그 시멘트의 자극제로는 시약 급 무수황산나트륨을 사용하였으며, 감수제는 L사의 폴리카르본산계 고성능 감수제로 고형분 함량 40%인 제품을 증류수에 희석하여 고형분 함량 10%를 사용하였다. 동일한 플로우 $180 \pm 10 \text{ mm}$ 으로 설정하였고 폴리카르본산계 고성능 감수제와 황산나트륨을 복합사용 시 물-결합재 비를 더 필요로 하였으며, 실험에 사용한 OPC와 동일하게 고로 슬래그 시멘트 계에서도 유동성이 감소하는 결과를 나타냈다. 본 연구에서는 고로 슬래그 시멘트의 자극제로 무수황산나트륨을 첨가한 결과 초기 유동성이 향상되는 결과를 나타냈다. 그러나 황산나트륨과 폴리카르본산계 고성능 감수제와 혼용 사용 시 동일한 유동성을 갖기 위해서 추가적인 물-결합재 비를 필요로 하는 것으로 나타났다. 또한 슬래그 시멘트 계에서는 황산나트륨과 폴리카르본산계 감수제를 복합사용 시 사용량과는 무관하게 초기 유동성 저하로 인한 물-결합재 비가 더 요구되는 결과를 나타냈다.

G7-4

Effect of Sodium Sulfate on Cement Hydration

시멘트 수화반응에 미치는 황산나트륨의 영향

김근수*, 이승현
군산대학교

최근 고로 슬래그 시멘트의 슬래그 함량 증가에 따른 초기 압축강도 저하의 문제점이 지적되고 있다. 초기 압축강도 자극제로 황산나트륨의 사용량을 증가할수록 초기 유동성은 증가하지만 황산나트륨을 폴리카르본산계 고성능 감수제와 복합사용 시 유동성 저하를 나타냈다. 본 연구에서는 복합사용에 따른 시멘트 계의 유동성 저하 기구를 평가하였다. 이 연구의 무기결합재 제조에 사용된 재료로는 국내 P사에서 배출된 고로 슬래그 미분말을 사용하였으며 OPC와 슬래그 함량 65% 수준인 고로 슬래그 시멘트의 유동성

G7-5

Functional C/SiC Composite Antioxidation Coating for High Temperature Applications

고온 용융을 위한 기능성 C/SiC 복합 내산화 피막 코팅

김백현*, 배현정, 권도균
한국항공대학교

We investigated the effect of functional C/SiC composite antioxidation film coated by multiple-coating process. Carbon rod arrays were formed on C/C substrates by electrostatic spray method. Silicon carbide layer was formed by polymer impregnation and pyrolysis method (PIP) and CVD on this carbon rod arrays. C/SiC composite films were exposed to a temperature of 1200°C under an air atmosphere. We found that this composite film was effective in antioxidation through the weight loss determination. Also, this composite film reduced the thermal stress and enhanced thermal shock resistance than conventional CVD-SiC film.

G7-6

Effect of B_4C Content Change on Morphological Characteristics of High-purity ZrB_2 Powder Synthesized by Carbothermal and Borothermal Reduction

B_4C 함량의 변화가 carbothermal reduction과 borothermal reduction을 통해 합성된 고순도 ZrB_2 의 형태적 특성에 미치는 영향

신재록^{1*}, 안계석¹, 채동호¹, 공은배², 최성철¹

¹한양대학교

²한국세라믹기술원

To synthesize ZrB_2 powders which have high-purity with sub-micron particle size, cabothermal and borothermal reduction (ZrO_2+B_4C) method were performed. The mixtures of ZrO_2 and B_4C powder were formed like disk by pressing and reacted thermally at 1250°C for 1h which is conventional condition. B_4C was added with 0.71-2 molar ratio. By X-ray diffraction (XRD) and C, O element analysis result, the composition range of B_4C that content of residual impurity except ZrB_2 phase is lowest was classified to 1.1-1.4. In this range, the particle size was increased from 245 nm to 5 μm as the content of B_4C become higher. Especially, the morphology of particles were changed from faceted to hexagonal prism-like. In this research, crystallinity and microstructure of synthesized- ZrB_2 were verified by XRD and scanning electron microscope (SEM) analysis respectively. Additionally, C, O element analysis was applied to verify the purity of ZrB_2 . Furthermore, additional discussion about these result will be progressed.

G8-1

Origin of the Metallic Nanoparticle Exsolution on ABO_3 Perovskite

ABO_3 페로브스카이트에서의 금속 나노입자 엑솔루션 현상의 원인 연구

한정우*, 김경학

서울시립대학교

Synthesizing the well-distributed metal nanoparticles (NPs) on support materials has been regarded as a main goal to obtain high surface-to-volume ratio and unique catalytic properties. In this aspect, controlling the exsolution behavior on perovskite oxide has great potential to synthesize the well-distributed metal NPs for various applications. Recently, several in-situ experimental results showed that metal nanoparticles could be exsolved directly from the perovskite oxides (ABO_3) under the reducing environment, followed by the formation of active metallic nanoparticles. On the contrary, under the re-oxidation process, the exsolved dopants are re-incorporated into the host perovskite lattice, which is called regeneration. Although several experimental researches have suggested the origin of exsolution, it is unclear what the driving force or key factor of exsolution is. In addition, the detailed exsolution mechanism has not yet been known explicitly. In this study, we revealed the mechanism of exsolution on double layered $PaBrMn_2O_{5+\delta}$. We found that exsolution can be occurred through oxygen vacancy formation and metal or metal-oxygen vacancy segregation. In addition, we screened the possibility of exsolution for several precious metals ($B' = Pd, Pt, Rh$) on a wide range of ABO_3 perovskite oxides ($A = Ba, Sr$ and Ca ; $B = Ti$ and Zr) using DFT calculations. Our results will be useful to understand of exsolution phenomena on perovskite-based catalyst.

G7-7

포스터발표로 변경

G8-2

First-Principles-based Novel Materials Design for High Efficient Pb-free Perovskite Solar Cell

제일원리 기반의 고효율 Pb-free 페로브스카이트 태양전지 개발

이동화*, 신경록, 김성훈

전남대학교

화석연료의 고갈과 그로인한 환경오염 등은 새로운 에너지원의 필요성을 증대시켰다. 특히 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등은 다양한 신재생 에너지원으로써 각광받고 있다. 이중 태양 에너지의 경우 무공해 무한정한 에너지원으로 고갈될 염려가 없고, 친환경적이며, 긴수명을 바탕으로 유지관리가 쉬워 미래형 에너지원으로 주목받고 있다. 하지만 현재 상용화된 실리콘 태양전지는 20% 가량의 좋은 효율을 갖지만, 복잡한 제조공정과 높은 생산단가로 인해 가격경쟁력의 한계를 가지고 있다. 최근에 개발된 $(\text{CH}_3\text{NH}_3)\text{PbI}_3$ 기반의 hybrid perovskite를 이용한 태양전지는 쉬운 제조공정으로 고효율을 얻을 수 있어 현재 매우 주목받고 있다. 하지만 hybrid perovskite를 구성하는 물질 중 납(Pb)은 인체에 유해하기 때문에 이를 대체할 수 있는 새로운 물질 개발의 필요성이 대두 되었다. 따라서 우리는 기존의 $(\text{CH}_3\text{NH}_3)\text{PbI}_3$ 를 대체할 수 있는 새로운 물질의 연구를 진행하였다. 특히 새로운 물질의 합성과 분석에 많은 시간과 비용이 소모되는 전통적인 방법 대신에, 제일원리 계산을 통해 물성을 예측하여 새로운 후보군을 선별하는 이론 기반의 신소재 디자인 기법을 사용하였다. 이 연구에서 우리는 $(\text{CH}_3\text{NH}_3)\text{PbI}_3$ 대체 물질로써 ABX_4 , A_2BX_4 , $\text{A}_3\text{B}_2\text{X}_9$ 후보구조군들에 대해 집중적으로 연구를 진행하였으며, 그 결과 태양전지의 광활성층에 적합한 몇가지 후보물질들을 선별해 낼 수 있었다. 또한 우리는 전자구조 분석을 통해서 구성 원소들과 밴드갭의 상관관계에 대한 규칙성 또한 이해할 수 있었다.

G8-3

Computational Design of Phase-change Memory based Neuromorphic Device

전산모사를 활용한 상변화메모리 기반 뉴로모픽 소자 설계

권용우^{1*}, 임동혁², 조영재¹, 정홍식³, 조만호², 송운흠⁴¹홍익대학교²연세대학교³Tsinghua University⁴한양대학교

상변화메모리는 고속 대용량 비휘발성 스토리지 메모리로 양산 직전에 있으며, 또 다른 측면으로는 뉴로모픽 소자로서의 응용 연구가 전 세계적으로 활발히 이루어지고 있다. 이진(binary) 정보를 기반으로 하는 전통적 Von Neumann 컴퓨터와 달리, 인간 두뇌는 아날로그 정보를 기반으로 동작한다. 따라서, 뉴로모픽 소자는 기본적으로 0과 1 사이의 중간 상태를 용이하게 만들 수 있어야 한다. 이러한 측면에서 새로운 비휘발성 메모리 기술로 연구되어 왔던 저항기반 메모리들이 주목을 받고 있고, 상변화메모리 (PCM, Phase-Change Memory) 또한 예외가 아니다. 본 발표에서는 뉴로모픽 컴퓨팅의 주요 개념, PCM의 뉴로모픽 소자로서의 적합성, 그리고, 현재 현재 진행 중인 TCAD를 활용한 PCM 연구 현황을 소개하고자 한다.

G8-4

A First Principles Study on Two Dimensional Materials with Cluster Expansion Methods

클러스터 확장법을 이용한 2차원 소재의 제일원리 계산

이학성*, 문준훈

재료연구소

대표적인 2차원 소재인 그래핀의 발견 이후로 실리신, 흑린 등 단원소로 구성된 2차원 소재 뿐만 아니라, BN, MoS₂ 등 복합원소로 구성된 2차원 소재에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이러한 이차원 소재의 결정결함에 대한 연구는 각 소재의 물리적 특성을 연구하는 것에 매우 중요하기 때문에 공공, 기업형 원소, 수소 혹은 산소와의 결합 등 실험과 이론계산에 기초하여 진행되고 있다. 제일원리에 기반한 이론계산은 실험치로부터 보정하지 않고 다양한 재료구조에 바로 적용될 수 있으므로 실험적으로 만들기 어려운 결함이 없는 2차원소재를 연구하기에 적합하다. 공공처럼 미량의 결정결함이 존재하면 계산구조를 크게함으로서 결함의 상호작용을 무시할 수 있지만, 다량의 치환형 원소가 포함된 경우에는 클러스터 확장법이 유용하다. 클러스터 확장법은 주로 합금설계 등에 사용된 방법으로 2차원 소재에서는 더욱 간단한 형태로 활용이 가능하다. 본 발표에서는 최근 주목받고 있는 2차원 소재인 실리신의 탄소 치환에 대해선 제일원리 계산을 수행하고 전자구조를 살펴보았다.

G8-5

Chemical Vapor Deposition of Silicon Carbide Using Computational Fluid Dynamics and its Application

전산유체역학(CFD)을 활용한 탄화규소 화학증착공정과 그 응용

최균^{1*}, 서진원¹, 김경미¹, 이종훈²¹한국세라믹기술원²고려대학교

탄화규소를 화학기상 증착 공정으로 제조하는 기술은 이미 잘 알려진 보편화된 기술이나 전산유체역학(CFD)을 활용함으로써 그 효율을 크게 향상시킬 수 있다. 전산유체역학은 컴퓨터 성능의 향상과 함께 그 활용 범위가 확대되고 있는 연구분야로 자동차나 비행체의 모델링이나 기상 예측과 같은 전통적인 분야 뿐만 아니라 연소 및 추진체 개발과 같은 첨단 분야에 이르기까지 다양한 시도들이 이루어지고 있다. CVD의 경우 기상에서의 연쇄 반응과 기판에서의 표면 반응을 통하여 증착이 이루어지는데 이런 공정들도 CFD를 통하여 모사할 수 있다. 뿐만 아니라 다양한 형상의 피증착물에 적용하거나 서셉터의 형상과 관련하여 어떻게 활용될 수 있는지 제안하고자 한다. 한편, 탄화규소 기반의 세라믹 기지상 복합체(CMC)의 제조에도 응용될 수 있는데 본 연구에서는 이와 관련된 여러 가지 기초적인 결과들을 제시하고자 한다.

G8-7

Surface Grain Boundary, an Easy Proton Path into BaZrO₃ Electrolyte

표면 입계, BaZrO₃ 전해질 내부로의 쉬운 프로톤 경로

김지수*, 김영철

한국기술교육대학교

BaZrO₃는 입내에서의 높은 프로톤 전도도로 인하여 프로톤 전도도 연료전지의 전해질과 연료극의 지지체로서 많은 연구가 이뤄져 왔다. 하지만 BaZrO₃는 입계에서의 높은 저항과 표면에서의 더욱 높은 저항으로 이에 대한 기본 연구가 필요하다. 본 연구는 표면을 통해 프로톤이 쉽게 이동할 수 있는 경로로 표면에 존재하는 입계 (표면 입계)에서의 프로톤 전도에 관한 것이다. 프로톤이 표면에서 내부로 전도되는 저항은 입계보다도 높으나, 표면을 따라 전도되는 저항은 입내와 비슷한 낮은 저항을 보였다. 표면을 따라 쉽게 전도되는 프로톤은 표면 입계로 이동할 수 있고, 또한 표면 입계를 통한 입내로의 전도도 상대적으로 쉬운 것을 확인하였다. 따라서 다량의 표면 입계를 갖는 BaZrO₃ 입자를 복합 연료극에 사용하면 성능향상에 도움이 될 수 있다.

G8-6

Anisotropy in Interfacial Energy and Shape Change of Dendrite

계면에너지 이방성과 수지상의 형상변화

이재욱*

재료연구소

결정학적 방위에 따른 계면에너지의 이방성은 수지상(dendrite) 성장에 필수적인 요소로 알려져 있다. 계면에너지 이방성이 없으면 결정은 아무 방향으로 불규칙하게 성장하지만(seaweed) 이방성이 있으면 <111>이나 <100> 등 특정 방향으로만 성장한다(dendrite). 결정성장을 모사하는 몬테카를로 방법에서 계면에너지의 이방성은 잡음제거(noise reduction)나 표면확산 등의 알고리즘을 통해 간접적으로 주입된다. 사실 이러한 방법들은 계면에너지와 수치적으로 어떻게 연결되는지 명확하지 않고 실험과도 대응되는 근거가 부족할 뿐 아니라 유한차분법을 통한 확산방정식 계산과의 통합도 힘든 단점을 갖는다. 따라서 본 연구에서는 몬테카를로 방법에서 이방성을 조절할 수 있는 다른 방법을 제시하고 이 방법이 갖는 물리적 의미를 고찰하였으며 이를 이용하여 성장하는 결정의 형상을 변화시켜 보았다.

G8-8

Surface, Adsorption/Desorption and Solid Solution of III-V Compound Semiconductors; First Principle Studies

제일원리계산을 이용한 III-V 화합물 반도체의 표면, 기체 흡탈착 및 고용체 연구

최정혜^{1*}, 여인원¹, 한규승¹, Krishnamohan Thekkepat¹, Mahesh Chandran¹, 이승철¹, 황철성²¹한국과학기술연구원²서울대학교

III-V 족 화합물 반도체는 축소의 한계에 다다른 Si 기반 반도체 소자를 대체하기 위한 대체 재료의 하나로 각광 받고 있다. 이 재료를 채널로 사용하여 서브 10 나노미터 크기의 3차원 구조의 소자를 제작하고, 특성을 향상시키기 위하여 형상, 크기, 표면, 계면, 응력, 점결합, 고용체 등의 다양한 현상에 대한 이해와 제어가 필수적이다. 본 발표에서는 As계, Sb계의 III-V족 화합물의 (100), (110), (111) 표면, 이 표면 위의 산소흡착, 원자단위증착법에 사용되는 전구체의 흡탈착 등을 고찰하며, III-V 족의 양이온 및 음이온 고용체의 원자배열에 따른 특성에 대하여 고찰하고자 한다.

G8-9

Understanding, Calculating, and Predicting Thermoelectric Effects: from Materials to Device

열전 현상의 이해, 계산, 예측: 소재에서 소자까지

류병기^{1*}, 류병기¹, 정재환², 오민욱³¹한국전기연구원²국기수리과학연구소³한밭대학교

열과 전기의 전달은 포논과 전자 수송에 의하여 발생한다. 전자는 전하를 띄고 있을 뿐만 아니라 (열)에너지를 전달할 수 있기 때문에 전기적, 열적물성에 크게 관여를 하게된다. 이 때, 전기적 물성과 열적 물성이 상호작용 할 경우에는 열전현상을 일으키는 열전 물성이 나타나게 된다. 본 발표에서는 열전현상을 이해하기 위하여 수학적 구조를 통하여 거시적 현상 발현을 먼저 논할 예정이다. 그리고 이러한 열전현상을 지배하는 열전물성을 계산하고, 물질을 예측하는 방법을 소개한다. 발표 내용은 다음과 같이 구성될 예정이다. 1) 열전현상의 발현, 2) 열전현상의 수학적 이해와 거시적 현상 (소자거동) 예측, 3) 열전현상의 물리적 이해와 제일원리 기반 열전물성의 계산과 예측

electronic properties of twisted one-dimensional phosphorene nanoribbons (TPNR) may be exploited for technological gain. Namely, we investigate the mechanical stability of TPNRs as a function of the applied mechanical torque. We find a strong anisotropic, chirality-dependent mechano-electronic response in the hydrogen-passivated TPNRs upon vortical deformation, resulting in a striking difference in the change in carrier effective mass and mobility as a function of torque angle between the zigzag and armchair direction in these TPNRs.

G8-11

Optical Control of the Layer-index of Electrons in Polar-stacked MoS₂

광학적 방법을 통한 적층 구조 MoS₂ 내부 전자의 층간 위치 제어

박재홍^{1*}, 황철성¹, 최정혜²¹서울대학교²한국과학기술연구원

Two-dimensional sheets of the MoS₂ can be stacked to form layered structures of the two representative polytypes; 3R and 2H. Note that the 3R is polar, while the 2H is non-polar and most of the studies on the TMDCs have been focused on the 2H[1] rather than 3R[2]. Recently, it has been reported that the valley-index of the electrons can be optically controlled[3, 4]. In addition, the layer-index of the electrons in the polar crystal can be also controlled optically. However, to the author's knowledge, neither theoretical nor experimental demonstration of the possibility of controlling the layer-index have been reported[5]. In this presentation, we address the difference between 3R and 2H regarding the optoelectronic applications using the first principle calculations. First, we show the presence of the spontaneous polarization in the 3R structure resulting from its polar symmetry. Second, we discuss the difference in the spatial distribution and the energy splitting of the wave functions of the K-valley between the 3R and 2H structures in the perspective of the group theory. Then, we suggest a systematic way of controlling the layer-index of the electrons in the 3R by controlling both the energy and the polarization of the light.

[1] Aaron M. Jones et al., Nat. Phys. 10, 130 (2014),

[2] R. Suzuki et al., Nat. Nanotech. 9, 611 (2014).

[3] Wang Yao, Phys. Rev. B 77, 235406 (2008).

[4] Hualing Zeng et al., Nat. Nanotech. 7, 490 (2012).

[5] Xiaodong Xu et al., Nat. Phys. 10, 343 (2014).

G8-10

Phosphorene Undergoes a Little "nip-and-tuck": From Remarkably Low-energy Line Defects to Twisted Nanoribbons

포스포린의 나노구조 변형: 매우 낮은 형성 에너지를 가지는 선 결함부터 나선형 나노리본까지

손알로이시우스*

연세대학교

Systematic engineering of atomic-scale low-dimensional defects in two-dimensional nanomaterials is a promising way to modulate the electronic properties of these nanomaterials. Of late, two-dimensional phosphorene has attracted much attention due to its high carrier mobility and good mechanical flexibility. Using first-principles density-functional theory, we examine the temperature-dependent energetics and electronic structure of a single-layered phosphorene with various fault line defects, and identify new low-energy line defects with a range of metallic to semiconducting properties. In addition, we also study how rotational strain-dependent

G8-12

Applications of Nanonetwork Structures in Gas Sensors

나노네트워크 구조체를 이용한 가스센서 물성 최적화

현상일*, 박영호, 전명표, 정현성

한국세라믹기술원

A computational study was performed to characterize sensing performance of gas sensors consisting of low-dimensional nanomaterials (e.g., nanorod, nanotubes). The randomly distributed nanomaterials on substrate films can form highly complex network patterns. Thus it is desired to determine the sensing properties of the network structures in a systematic manner. We introduced a percolation analysis on the network structures to characterize the nanosensors and to optimize the sensing properties. To address the applications on flexible sensors under various loadings, we also employed multiphysics simulations on electrical transport and thermomechanics. It is shown that the sensing properties of the network nanosensors are highly controllable by the interfaces between the low-dimensional nanomaterials.

used to predict the mechanical behavior of the anode due to the lithiation-induced volume change through elasto-plastic deformation. Additionally, we perform continuum mechanics-based simulation to study the evolution of internal stresses and strains as a function of the geometry of the active layer. We find that the active layer thickness affects the mechanical stability of the Ni_3Sn_2 anode, and an active bi-layer could lead to poor mechanical stability of the electrode.

G8-13

Finite Element Analysis of Nanoporous Metal-based Lithium-ion Batteries

나노다공성 금속 기반 리튬이온전지의 유한요소해석

조훈휘^{1*}, Matthew P. B. Glazer², David C. Dunand²¹한밭대학교²Northwestern University

Nanoporous metal-based anodes have been well explored as a means of reversibly accommodating large volume changes. Reducing the dimensions and the relevant size scales of Si and Sn-based anode geometries is one strategy used to reduce the maximum stresses developed during lithiation. Firstly, to investigate the lithium diffusion-induced volume change and the corresponding mechanical damage, we present here an FE analysis tool which takes into account the complicated geometry and precise material properties of the Si (and Ni_3Sn_2)-coated Ni inverse opal anode system and the types of mechanical contacts between the Si and Ni phases. The computed strain data are compared with in operando XRD-based strain measurements to verify the validity of the FE model, demonstrating that a combination of different approaches can be

G8-14

First Principles Computational Studies for a Universal Relation between the Thermodynamic Variables and the Catalytic Activities of a Pyrite toward Hydrogen Evolution Reaction

제일원리 전산모사를 이용한 Pyrite 구조의 열역학 변수로부터 수소 발생 반응 촉매 성능 예측

강준익*, 황지민, 한병찬

연세대학교

Efficient production of clean fuels plays a key role in securing energy sustainability and environmental protection. Hydrogen is considered as one of the most promising energy carrier, and thus the hydrogen evolution reaction (HER) from water split with a non-precious catalyst is of importance. Using first principles density functional theory (DFT) calculations we unveil fundamental descriptor for the catalytic activity of HER over pyrite-type materials. We map experimentally measured exchange current densities and calculated thermodynamic variables into a universal relation. It is proposed how to enhance the adsorption strength of H in pyrites is critical factor to increase the activity toward HER from water.

G8-15

Young's Modulus & Poisson's Ratio Measurement of Glass & Ceramic for IET (Impulse Excitation Technique)

IET (Impulse Excitation Technique) 를 이용한 Glass & Ceramic의 탄성계수 및 포아송비 측정평가

정대용*, 이중권, 서대석
선문대학교

오늘날 제품을 제작하는 과정 중 신뢰성은 반드시 고려해야 하는 중요한 특성이다. 제품의 신뢰성을 나타내는 정량적인 척도는 신뢰도, 고장률, 수명 등이 쓰인다. 정량적인 척도를 계산하기 위해서 재료의 물리적 특성이 필요하며 이는 기존에 기계식 방법(인장시험)을 통하여 측정되어왔지만 인장시험은 장비의 숙련도에 따라 측정값의 오차가 발생하며 인장시험 후 시편이 파괴되어 시편의 재측정이 불가능하며 측정시간 또한 많이 소모된다. 본 연구에 이러한 동적탄성계수를 취성재료 탄성계수 측정방식인 기존의 기계식방법(굽힘시험)과는 달리, 동적인 측정법인 비파괴검사로 재료의 고유특성을 측정하려고 한다. 비파괴검사는 측정하는 방법으로 쉽고 빠르게 측정이 가능하고 오차범위 또한 적으며 재측정이 가능하다. 이러한 비파괴검사에는 초음파 펄스 에코 방법과 공명진동수 방법, 충격가진 방법(impulse excitation method)이 있다. 현재까지 동적인 측정 방법 중 공명진동수 방법과 초음파 에코방법이 가장 널리 사용되고 있으나 시편의 규제나 측정 방법에 있어 충격가진 방법이 간단하면서도 정확한 결과 값을 도출할 수 있을 뿐만 아니라 ASTM1876으로 규정되어있어 신뢰성까지 가지고 있다. 따라서 본 연구에서 충격가진 방법에 대한 알고리즘 수치해석과 실질적인 제어 시스템을 구현하였으며 그에 따른 소재별 측정 결과 값의 신뢰성을 확보하고자 강화유리, Zr 88-96% HfO_2 5% Yt_4 ~6%를 이용하여 시편의 소재별 동적탄성계수와 포아송비를 각각 비교 및 분석하고자 한다.

G8-16

After the Tempered Glass for Enhanced Mobile Display Using Ultrasonic Velocity around the Young's Modulus Measurement Analysis

초음파 속도를 이용한 모바일 디스플레이용 강화유리의 강화 전 후 동탄성계수 측정 분석

서대석*, 이중권, 문태용, 정호빈, 김익준, 박인규, 이창순, 조인식
선문대학교

탄성계수는 세라믹 및 기계재료에 있어 매우 중요한 특성이다. 특히 세라믹의 경우 일반적인 인장, 압축시험방법인 파괴방법으로 탄성계수를 측정하는게 어려워 비파괴적으로 탄성계수를 측정하는 방법을 원한다. 이에 본 연구자는 비파괴적인 방법중 하나인 초음파를 이용한 동탄성계수측정방법으로 탄성계수를 측정하였다. 시편에있어서는 삼성코닝의 고릴라글라스2의 강화유리를 사용하였고 강화 전의 유리 와 KOH 0.5%, K_2O_3 5% 를 420도에서 15분동안 열처리를 하여 확산에 의해 강화된 유리의 탄성계수를 측정하여 비교 분석하였다.

S1-1

Status and Perspectives of Dielectric/Piezoelectric Ceramics

유전/압전 세라믹스 현황 및 전망

조옥*

울산과학기술대학교

Dielectric/piezoelectric ceramics have been a steady-seller both in the academia and in the related industry. It means that researches on this class of materials are commonly considered to be very well-established to the point where most conceivable applications are already known. With the advent of the environmental regulations initiated from European Union such as WEEE/RoHS, however, the situation seems to change significantly. On the academic side, a number of new phenomena, which cannot be clearly understood with the 'established' theories in the field, have been noted by intensive studies on environmentally-friendly ceramics. The absence of proper understandings of physical properties prevents the industries from setting up a strategy for commercializing this class of materials. Facing the situation, we think that it would be greatly helpful if the academia and the industries get together to discuss the existing challenges and future direction for making the field as successful as it could be. In this talk as an opening speech for the special symposium, I would like to convey my opinion on what should be expected and accomplished from this special symposium.

strain vs. electric field (S - E) curves owing to the presence of the defect dipole (P_D), which was formed between the acceptor Mn^{3+} ion and the oxygen vacancy. A P_D having an orthorhombic symmetry formed during the cooling process after sintering because of the high orthorhombic and tetragonal phase transition temperature of 210-218°C. Therefore, the aging process was not required for developing the P_D . The $KN_{1-x}M_x$ ceramics exhibited a large strain of ~0.2 % at 6.0 kV/mm. For the $KN_{0.985}M_{0.015}$ ceramic, this large strain was maintained after 10^4 cycles of an electric field of 6.0 kV/mm. This ceramic also maintained a double hysteresis curve at 200°C. Therefore, the $KN_{0.985}M_{0.015}$ ceramic has a large electric field-induced strain, along with excellent thermal and fatigue properties for multilayer piezoelectric actuators.

S1-2

Large Strain in $K(Nb_{1-x}Mn_x)O_3$ Lead-free Piezoelectric Ceramics with Excellent Thermal and Fatigue Properties

Jong-Hyun Kim¹, Dae-Hyeon Kim², Tae-Ho Lee²,
Tae-Gon Lee¹, Bo-Yun Kim¹, and Sahn Nahm^{1,2*}

¹KU-KIST Graduate School of Converging Science and Technology,²Korea University

$K(Nb_{1-x}Mn_x)O_3$ ($KN_{1-x}M_x$) ceramics with $0.005 \leq x \leq 0.015$ were well-densified at 1020°C through a normal sintering process without the formation of a liquid phase. They exhibited double polarization vs. electric field (P - E) hysteresis and sprout-shaped

S1-3

Core Shell Domain Structure and Electric Field Induced Strain of 0.77 $Bi_{0.5}Na_{0.5}TiO_3$ -0.23 $SrTiO_3$ Ceramics0.77 $Bi_{0.5}Na_{0.5}TiO_3$ -0.23 $SrTiO_3$ 세라믹스의 Core Shell 도메인 구조와 전기유기 변형율

조정호*, 박정수, 김성원, 박운익, 윤지선, 정영훈, 백종후
한국세라믹기술원

투과전자현미경의 관찰 결과 줄무늬 타입의 도메인이 Fe 함량 증가에 따라 나노사이즈의 도메인으로 전이되는 것을 관찰하였다. FIB (Focused Ionic Beam)를 통하여 제작된 $x=0.04$ 시편에서 전체 입자들 중 약 30%의 입자들만이 Core Shell 구조를 나타내고 있음을 확인 하였고, 전자회절패턴의 분석결과 $[011]$ 정대축에서의 $1/2(000)$ 초격자 회절점의 존재와 $[111]$ 정대축에서의 $1/2(00e)$ 초격자 회절점의 부재가 나타났으며 이를 통하여 R3c 페로브스카이트 구조임을 확인하였다. Fe 함량을 증가시키에 따라 잔류분극 값과 항전계 값의 감소를 보였고, 이는 강유전상에서 무극성상으로의 상전이를 나타내는 전형적인 특징이다. $x=0.04$ 시편에서 Core Shell 구조에 의해 낮은 인가전계 2 kV/mm 에서 향상된 정규화된 변형율 550 pm/V의 값을 얻을 수 있었다.

S1-4

High Piezoelectric Performance of Lead-free BiFeO₃-BaTiO₃ Thin Films Grown by Pulsed Laser Deposition Method

펄스 레이저 증착법으로 제조한 비납계 BiFeO₃-BaTiO₃ 박막의 압전 특성

송태권*, 박진수, 김다정, 이명환, 김명호
창원대학교

The lead-free (100-*x*)BiFeO₃-*x*BaTiO₃ (BFBT_{*x*}, *x* = 0, 30, 33, 40 and 50) piezoelectric thin films were deposited on platinized silicon substrates by using pulsed laser deposition method. The BFBT_{*x*} thin films showed single-phase perovskite structure with (111) preferred orientations. Atomic force microscope images showed the dense morphology and large piezoresponses were observed in piezoelectric force microscope measurements. The best local piezoelectric coefficient, $d_{33, \text{PFM}}^*$ value of 259 pm V⁻¹ was observed in BFBT40 thin film. This result is one of the best $d_{33, \text{PFM}}^*$ value in lead-free piezoelectric thin films with simple geometry. The BFBT40 piezoelectric thin film can be considered as a strong candidate to replacd lead-based piezoelectric thin films for piezoelectric?based microelectromechanical systems.

법을 소개하고자 한다. 특히 센서로의 응용 분야보다는 액츄에이터와 초음파 기기에 관한 부분을 주로 소개하고자 한다. 압전 세라믹은 그 제조 방식에 따라 단판형 세라믹, 적층형 세라믹, 압전 박막, 압전 단결정, 폴리머등으로 나눌 수 있으며, 압전 세라믹의 응용분야으로는 크게 압전 센서와 액츄에이터, 초음파 기기로 분류할 수 있다. 센서의 응용 분야로는 수중 음파용 센서, 계측기, 상태 모니터링 분야등이 있다. 액츄에이터 응용 분야로는 두께방향 진동모드를 이용한 적층형 액츄에이터, 밴딩모드를 이용한 잉크젯 헤드, 압전스피커 등이 있으며 초음파 기기로는 의료용 초음파 진단장치, Macrosonic, 압전 변압기, 초음파 모터등이 있다. 본 업체의 기술연구소에서는 상기된 응용분야에서 적층형 압전 세라믹을 활용할 수 있는 가능성을 살펴보고자 하였으며 특히 적층형 압전 세라믹을 이용한 초음파 모터와 압전 스피커를 개발결과를 소개하고자 한다.

S1-6

Self-powered Wireless Sensor Nodes Technology for Safety Diagnosis of Vibration Structure

진동 구조물 안전진단용 자가발전 무선센서노드 기술

최범진*
센볼

에너지 하베스팅 기술을 이용한 무선센서노드의 전원공급 기술은 최근 홈, 빌딩, 산업기술의 오토메이션을 위한 보안, 감시 기능에 적극적으로 활용 검토 되고 있다. 본 연구는 미활용되고 있는 진동에너지를 에너지 변환소자인 압전세라믹을 이용하여 전기에너지로 변환한 뒤 사용하는 기술로 무선 센서노드에 적용 가능한 소형 에너지 하베스팅 기술 및 구조물 상태 진단을 위한 무선센서노드를 개발하고 응용하는데 목적이 있다. 본 연구를 통해 개발된 자가발전형 무선센서노드를 이용하여 진동구조물의 상태진단을 실시하였고, 진단된 data를 관리함으로써 자가발전형 무선센서노드의 상용화 가능성을 확인하였다.

S1-5

Application of Multilayer Piezoelectric Ceramic

적층형 압전세라믹의 응용

정현호*, 장기봉, 황응주
(주)삼전

압전 세라믹은 변위와 전기에너지의 상호 전환이 빠르게 이루어지는 특성에 의해 다양한 분야로 응용이 이루어 지고 있다. 본 연구에서는 적층형 압전 세라믹을 활용하여 개발 가능한 압전 세라믹 응용 분야와 각각의 응용분야에서 사용될 수 있는 압전세라믹 종류를 소개하고 각 응용기기의 설계 및 특성을 평가할 수 있는 방

S1-7

Microstructure Control of CuO-doped (K, Na)NbO₃ Ceramics and Multi-layered Piezoelectric Devices

CuO가 첨가된 (K, Na)NbO₃ 세라믹스의 미세구조 제어 및 적층 압전 소자

천재일^{1*}, 김정환¹, 김대수¹, 한승호², 강형원², 이형규², 김정석¹¹호서대학교²전자부품연구원

압전 소재는 센서, 액추에이터, 트랜스 듀서 등으로 다양하게 응용되고 있으며, 현재는 Pb(Zr, Ti)O₃계 세라믹스가 압전 소재로 주로 사용되고 있다. 최근 세계적인 환경 규제에 대응하기 위하여 무연 압전 소재의 개발이 진행되고 있고 있으며, (K, Na)NbO₃ (KNN)계 세라믹스는 우수한 압전 성능과 높은 상전이 온도 등으로 인하여 가장 널리 연구되고 있는 무연 압전 소재이다. 소형화 및 저전압 구동 등의 이유로 적층형 압전 소자에 대한 수요가 확대되고 있으며, 현재 사용 중인 Ag-Pd 내부 전극을 Ag, Ni, Cu 등 싼 전극으로의 대체하여 가격 경쟁력을 높이기 위해서는 950°C 이하의 저온소결 또는 낮은 산소 분압에서의 소결이 요구되고 있다. 본 연구에서는 CuO를 첨가한 KNN계 세라믹스 조성을 이용하여 950°C 이하의 저온에서 소결하였다. 920°C 이상의 온도에서 소결한 시편들은 우수한 압전 특성을 보이나, 비정상 입자 성장으로 인한 수십 마이크로미터 이상의 입자들이 존재하는 불균일한 입자 분포를 보였다. 세라믹스의 단일 층 두께가 수십 마이크로미터 이하의 적층체에서 이러한 거대한 비정상 입자들은 내부 전극의 단락 등의 문제를 야기할 것으로 예상된다. 비정상입자 성장을 억제하여 균일한 미세구조를 가진 시편을 제조하기 위하여 소결 공정을 개선한 2단계 소결법 등을 적용하였다. 개선된 소결 공정으로 제조된 시편들은 입자크기가 수 마이크로미터 이하인 균일한 미세구조를 보였으며, 920°C 이상의 온도에서 일반 소결한 시편들과 유사하게 높은 압전 특성을 가지고 있었다. 개선된 소결방법을 적층 압전 소자에 미세구조 제어 효과를 확인하였다. 또한, 이러한 결과를 토대로 압전 에너지 하베스팅 소자를 제작하여 발전량 등 전기적 특성을 측정하였다.

S1-8

Develoment History of Electronic Parts, Sensors and Actuators Using Piezoelectric Material by Lattron Corp

(주)래트론의 압전세라믹 재료 및 이를 이용한 전자부품, 센서, 액추에이터 응용제품 개발 이력

이원경*

(주)래트론

(주)래트론은 대전에 소재한 전자세라믹 기반 소재 및 응용부품 전문 중소기업으로, 1998년 창사 이래 압전세라믹, 유전체세라믹, 반도체세라믹을 이용한 여러가지 제품을 사업화하고 있다. 본 발표에서는 특히 (주)래트론의 PZT계 압전세라믹 재료를 이용한 세라믹 발진자 등의 전자부품, 초음파 트랜스듀서, 충격센서등의 압전센서 및 햅틱 및 자동차 관련 액추에이터의 개발 이력을 소개하고, 아울러 각 제품의 주요 기능 및 사업화 개발시의 주안점에 대하여 설명하고자 한다. 또한 최근 주목받고 있는 무연압전세라믹에 관련된 (주)래트론의 무연압전 소재개발 및 무연압전을 이용한 센서 개발에 대하여 소개하고자 한다.

S1-9

Current Status and Future Prospects of High Performance Piezoelectric Single Crystals: "Lead-based" and "Lead-free"

고효율 압전 단결정의 개발 현황 및 향후 전망: 연계 및 비연계

이호용^{1*}, 김동호², 이종엽²¹선문대학교²(주) 세라콤

Crystallographically engineered Relaxor-PT single crystals, specifically PMN-PT and PZN-PT, offer much higher piezoelectric and electromechanical coupling coefficients ($d_{33} > 1,500$ pC/N, $k_{33} > 0.9$), when compared to PZT ceramics. Therefore, the high performance piezoelectric single crystals have been expected to replace polycrystalline PZT ceramics in many application fields such as ultrasound transducers (medical and NDA), SONAR transducer, piezoelectric actuators, piezoelectric sensors, ultrasonic motors and piezoelectric energy harvesting, etc. Recently the solid-state single crystal growth (SSCG) technique for fabricating the high performance "lead(Pb)-based" piezoelectric single crystals such as PMN-PT and PMN-PZT has been successfully developed. Since the SSCG process is quite simple and similar to conventional sintering process, compared to conventional single crystal growth methods such as flux and Bridgman methods, it is very cost-effective and suitable to mass production. And recently the SSCG method was successfully applied to growth of "lead(Pb)-free" piezoelectric single crystals of high electromechanical coupling coefficients ($k_{33} > 0.9$). In this presentation the recent progress on development and application of "lead-based" and "lead-free" piezoelectric single crystals will be introduced.

S1-10

Large Strain in Textured $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}, \text{K})_{0.5}\text{TiO}_3$ -Based Relaxor/Ferroelectric Composite Ceramics

결정 배향된 $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}, \text{K})_{0.5}\text{TiO}_3$ 계 복합 세라믹의 거대 변형 현상

안창원^{1*}, 조옥², 이재신¹, 김일원¹¹울산대학교²울산과학기술대학교

Textured $(1-x)(\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.78}\text{K}_{0.22})_{0.5}\text{TiO}_3)$ - $x\text{BiAlO}_3$ (BNKT-BA- x ; $x = 0, 0.03$) ceramics were fabricated by templated grain growth (TGG) method with the viewpoint of improving the strain response and reducing the driving electric field from grain orientation. In addition, to more improved electric-field-induced strain properties of textured BNKT-based ceramics at lower electric field, we have fabricated relaxor/ferroelectric composite structured ceramics. BNKT-BA-0 and BNKT-BA-0.03 ceramics were used as ferroelectric layer and relaxor layer, respectively. The textured ceramics show high orientation factor (lotgering's factor) $> 90\%$. The textured BNKT-BA-0.03 ceramics exhibited large strain ($S = 0.47\%$) at applied electric field of 45 kV/cm, which corresponds to a normalized strain ($S_{\text{max}}/E_{\text{max}}$) of ~ 1040 pm/V. This normalized strain value is 75% larger than that of non-textured BNKT-BA-0.03 ceramics. Furthermore, the relaxor/ferroelectric composite ceramics showed very large normalized strain value of 1340 pm/V at relatively lower electric field of 35 kV/cm

S2-1

High Quality SiC Single Crystal Grown by Soltion Growth Method

용액성장법으로 성장한 고품질 SiC 단결정

T. Ujihara*

Nagoya University

SiC is a semiconductor material for next-generation power device. The performance of semiconductor devices often depends on the crystal quality of semiconductor materials. In our group, we are developing solution growth technique for high-quality SiC bulk crystal. Recently we have proposed the growth method which dramatically decreases the density of threading dislocations by controlling the surface morphology of the growing crystal. In this method, the threading dislocations are converted into the different types of defects extending along the direction perpendicular to growth direction. Most of converted defects are excluded from the growing crystal.

S2-2

Control of Growth Condition of 4H-SiC Single Crystal by TSSG Method

TSSG법에 의한 4H-SiC 단결정 성장 조건의 조절

권달희*, 박성한, 남현석, 장희혁
일진디스플레이(주)

2inch 4H-SiC single crystal was grown by top seeded solution growth method. In SiC melt growth, low carbon solubility results in low growth rate. In TSSG method, carbon dissolves into Si melt from carbon crucible and growth rate is dominated by the transport of carbon into seed crystal. The precipitation of polycrystalline SiC crystals hinders the stable single crystal growth. In this study to find optimum condition, SiC single crystal growth was tried with different conditions. Growing temperature was changed from 1800°C to 1900°C, gas atmosphere from Ar to He. To prevent evaporation of Si, Cr doping was tried and to increase crystal quality additional Al doping was tried. Rotation speed of seed was 30 rpm, which of crucible was 0 rpm. Grown crystal was analyzed by Raman and optical microscopy analysis.

S2-4

Development of the Solution Growth Process for Heavily doped p-type Silicon Carbide

Yun Ji SHIN

Université Grenoble Alpes, Laboratoire des matériaux et du génie physique, F-38000 Grenoble, France

The development of the top seeded solution growth process is of special interest to SiC bulk crystal growth because it is seen as a suitable method for obtaining SiC crystals with low defect density. The main reason is that it can be operated under small deviation from the thermodynamic equilibrium. However, one of the remaining issue in SiC solution growth is the strong growth surface roughening that leads to growth front instability such as solvent inclusions and formation of macroscopic defects. In this presentation, we will introduce the development of top-seeded solution growth process for high quality and heavily Al doped 4H-SiC crystal in a technical point of view.

S2-3

The Necessity and Core Technology of Domestic Development of SiC Single Crystal Growth System

SiC 단결정 성장로 국산화 개발의 필요성과 핵심기술

강진기*, 이재학, 김정근, 이희태
AXEL

SiC를 신성장동력원으로 생각하고 발빠르게 대처한 글로벌 기업들은 단결정 성장에 대한 노하우를 지속적으로 쌓아오며 이미 SiC 단결정 시장에서 자리를 굳건히 하고 있다. 성장기술과 동반하여 점차 발전하고 있는 유럽 및 일본의 장비제작업체들의 높은 장비가격은 후발대인 국내 기업들의 SiC 시장진입문턱을 높이는 걸림돌로 작용하고 있다. 국내기업의 빠른 시장진입과 SiC의 국산화 및 양산을 위해서는 승화법(PVT method) 및 용액법(TSSG method) 결정성장장비의 국산화가 시급한 실정이다. 이에 다년간의 산화물 단결정 성장기술 및 장비제작 기술을 축적해온 AXEL이 SiC 장비국산화의 필요성을 직시하게 되었다. SiC 단결정 성장장비의 국산화를 위한 AXEL의 핵심기술로는 고진공×초고온 성장에 적합한 챔버 설계 및 제작기술, 워크코일 설계 및 RF-generator 최적 주파수 매칭 기술, Hot zone 구성 최적화 설계기술, 상하부 구동/회전 기구 설계 기술 및 제어부 설계 기술 등이 있다. 상기의 기술을 바탕으로 직경 6인치의 SiC 단결정 용액법성장장비의 국산화를 통한 국내 연구자들의 SiC 시장진입 장벽을 없애고 양산화의 발판을 만드는 것이 AXEL의 최종 목표이다.

S2-5

발표취소

S2-6

Non-destructive Analysis of Defect Conversion Ratio in 4H-SiC Epitaxial Layer

비파괴 분석법을 이용한 4H-SiC epitaxial 층에서의 결함 전환을 평가

나문경^{1*}, 정현진¹, 금주연², 방옥¹¹한국전기연구원²창원대학교

실리콘 카바이드는 넓은 밴드갭 에너지와 우수한 열전도도 특성을 가지고 있어 고효율 전력소자용 차세대 전력반도체 물질로 주목받고 있다. 지속적인 실리콘 카바이드 성장 기술의 발달로 인해 micropipe, in-grown stacking faults 및 polytype inclusion 과 같은 결함은 상당히 감소를 하였다. 하지만, basal plane dislocation (BPD)은 기판에 여전히 다수 존재한다. 이는 epitaxial 성장시 threading edge dislocation로 전환이 가능하나, 모든 BPD가 전환되는 것은 아니다. Epitaxial layer에 존재하는 BPD 소자의 신뢰성을 저하시키므로 결함 전환을 평가가 중요하다. 방사광 가속기를 이용한 X-ray topography 분석법은 비파괴적으로 실리콘 카바이드의 회절 이미지를 얻어 결함 분석 및 전환을 평가가 가능하다. 결함의 전환을 평가를 위해서는 시편에 침투하는 X-ray의 깊이를 조절하여야 하며, 이것은 epitaxial layer의 두께와 X-ray 에너지와 상관관계가 있다. 실리콘 카바이드 epitaxial wafer를 사용하여 시편에 투과되는 X-ray 침투깊이를 조절하여 실제 기판에서 epitaxial layer로의 결함 전환율을 분석하였다.

residual impurities (high purity semi-insulating) [1-2]. V-doped SI-SiC crystals were developed resulting in the present commercial production of SI-SiC wafers up to 3in in size [3]. But the homogeneity of V incorporation in SiC bulk crystals during growth still needs improvement. In this study we focused to investigate the effect for semi-insulating of vanadium doped SiC crystals growth in a porous graphite inner crucible and a using porous graphite plate, respectively. When using the porous graphite inner crucible, VC powder was contained in the inner crucible and using a porous graphite plate with SiC powder mixed VC powder. The bulk growth was conducted around 2200 °C of the growth temperature and 40 mbar of an argon atmosphere of growth pressure. 2-inch 6H-SiC with Si-face (0001) was used as a seed material. After vanadium-doped SI-SiC growth its wafer were characterized by SIMS, XRD and rocking curve for a vanadium concentration, polytype and crystal quality, respectively.

S2-8

Vertical SiC MOSFET Fabrication Using Self-align Process

자기정렬 공정을 이용한 수직형 SiC MOSFET 제작

박건식*, 원종일, 김상기, 조두형, 유성욱, 구진근, 박종문, 박준보, 정진우, 노태문, 이진호

한국전자통신연구원

We present the first experimental result on vertical SiC MOSFET fabricated at ETRI on a 6-inch SiC substrate. The MOSFET channel was defined using self-align process using spacer formation. When the thickness of the spacer was 0.5 μm , approximately 0.7 μm -long gate channel was formed. Thermal oxidation was used to form 50 nm-thick gate oxide, which was subsequently treated with annealing in N_2O ambient. The typical breakdown voltage of the fabricated MOSFETs was higher than 2000 V for a 2.0 mm \times 2.0 mm chip, while the threshold voltage (V_{th}) was \sim 6 V. The on-wafer measurements of specific on-resistance ($R_{\text{sp, on}}$) yielded 60 $\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ (@ $V_G = 30$ V), which is much higher than that of chips manufactured by companies with mature SiC technology. However, we believe that we could improve the $R_{\text{sp, on}}$ much further by reducing the channel length and V_{th} , introducing a current spreading layer and channel counter-doping, and especially by improving the quality of the gate oxide and SiC interface.

S2-7

Vanadium-doped Semi-Insulating SiC Single Crystal grown by using a Porous Graphite

다공성 그래파이트를 이용하여 바나듐이 도핑된 반절연 실리콘 카바이드 단결정의 성장

이원재*, 장연숙

동익대학교

Semi-insulating(SI) SiC single crystals are importance as substrate for GaN-based high-frequency devices because of its excellent electrical properties and thermal conductivity. High-resistive electrical properties of SiC crystals can be obtained by the formation of deep level states in the band-gap with vanadium doping (V-doped semi-insulating) or controlled intrinsic defects and minimization of

S2-9

Elimination of Polycrystal along the Edge of 6H-SiC Grown by Resistance Heating Method

저항 가열 방식으로 성장한 6H-SiC의 외곽부 다결정 제거

양인석^{1*}, 김태혁¹, 김태희¹, 정광희¹, 최이식¹, 이원재²

¹사파이어테크놀로지

²동의대학교

저항 가열 방식을 이용하여 6H-SiC 잉곳의 직경을 3인치에서 4인치로 확장하는 과정에서 잉곳의 외곽부에 원래 시드에 없던 다결정이 생성되었다. 시드 중심부와 외곽부의 온도 차이에 의한 시드 소진의 문제를 확인하였지만, 시드 소진이 없는 경우에도 다결정 생성이 발생하였다. SiC 잉곳과 가이드의 접촉부에서 핵생성에 의한 다결정이 생성되는 것으로 판단하여, 이를 막기 위해 가이드 부의 온도를 높이는 실험을 하였지만 효과가 없었다. 잉곳 성장시 concave한 성장 계면으로 인해 시드 외곽부에서 핵생성된 다결정이 잉곳 내부로 침투하는 현상이 확인되었다. 이에 성장 계면을 slightly convex한 형태로 유도하여 외곽부 다결정 생성 문제를 해결하고자 하였다. 온도 구배, 가이드와 시드와의 간격, 가이드 형상 및 가이드부 단열 조건 등의 변경을 통해 외곽부 다결정이 생성되지 않는 저항 가열법에 의한 4인치 6H-SiC 성장 조건을 찾을 수 있었다

poly-crystal. In this study, we focused on the surface morphological property on off-axis 4H-SiC during TSSG depending on the dipping depth, growth time and relative rotational speed. The surface was observed by Nomarski differential interference contrast (NDIC) optical microscopy. Furthermore, Raman, UV-Fluorescence (UVF) and Optical Microscopy (OM) were conducted to investigate the electrical and structural property of growth layer.

S2-11

Preparation and Characterization of 4H-SiC Trench MOS Capacitor on the U-Shape Profile to Improve of Electrical Properties

4H-SiC trench 구조의 형성과 구조에 따른 MOSCapasitor의 전기적 특성에 관한 연구

김기현^{1*}, 석오균², 윤승복¹, 정은식¹, 양창현¹

¹메이플세미컨덕터(주)

²한국전기연구원

In this paper, we report systematic approaches to achieve the U-shape trench structures by controlling various process parameters. Also, fabricated on SiC trench MOS capacitor for electrical properties. We obtained a considerably improved result by utilizing ICP-RIE (inductively coupled plasma reactive ion etch) systems and SF₆/CF₄ mixture. Etching profiles and etch rate values were measured by FE-SEM. In our experimental results, precious control of ICP/RIE input power, working pressure and gas flows to prevent micro trench formation at bottom-corner. High-temperature H₂ annealing to form U-shape trench structures by etching top-corner of SiC and re-deposition at bottom-corner at after SiC trench etching. We proposed a method to achieve U-shape trench profiles for high-efficiency SiC trench MOSFETs by 2-step process including dry etching and H₂ annealing. The breakdown voltage with positive drain bias increased by rounding bottom-corner shape. This process scheme is a suitable procedure for high-efficiency SiC trench MOSFETs.

S2-10

Surface Morphology Analysis of the SiC Single Crystal Grown on off-axis 4H-SiC Seed Crystal by Top Seeded Solution Growth Method

Off-axis 4H-SiC를 종자결정으로 이용한 상부종자용액 성장법에서의 SiC 성장결정 표면분석

변대섭^{1*}, 유영재¹, 최수훈², 이명현¹, 이원재², 정성민¹

¹한국세라믹기술원

²동의대학교

Silicon carbide (SiC) is a wide bandgap (2.9~3.3 eV) semiconductor that offers a substantial gain in performance compared to silicon, owing to its superior physical and electronic properties. And crystal growth of SiC during Top Seeded Solution Growth (TSSG) has a great advantage for high quality growth by covering up dislocations. In particular, smoothed surface morphology has to be obtained to scale up the single crystal by suppressing the growth of

S2-12

Minority Carrier Traps in n-type 4H-SiC Measured by Schottky Diode-based Deep Level Transient Spectroscopy

4H-SiC의 쇼тки접합 다이오드구조 기반 깊은준위 일시적 검출기(DLTS)를 이용한 소수운반체 트랩의 관찰

강홍전^{1*}, 이수형¹, 김현우¹, 김성민¹, 김성경¹, 방옥², 문정현², 이도현³, 김형준¹

¹서울대학교

²한국전기연구원

³삼성전자

The market for SiC power devices had grown 25% per year by 2014 and its market sharing is expected to be increased further. There are some problems to be solved in manufacturing SiC power devices: implantation damage, interface traps and carrier lifetime reduction. Those issues arise from point traps in SiC. Deep level transient spectroscopy (DLTS) is one of powerful tools to measure the point traps in semiconductors. Until now, many studies have reported the majority carrier traps, Z1/2 and H6/7 traps, in n-type 4H-SiC. On the other hand, the minority carrier traps of 4H-SiC, which can be measured by the Schottky diode-based DLTS, have not been widely discussed because the measurement is abnormal. The minority carrier traps have a little effect on the signal due to a very few minority carriers in the Schottky diodes. However, Studies of Stolt et al., and Johnston et al., demonstrated that the minority carrier traps could be measured by the Schottky diode-based DLTS. In this paper, we have measured the minority carrier traps of 4H-SiC by the Schottky diode-based DLTS to prove its validity.

S2-13

Systematic Design and Fabrication of Edge Termination Structures for 4.5 kV 4H-SiC VDMOSFETs

4.5 kV 급 4H-SiC VDMOSFETs 소자 제작을 위한 접합 중단 구조의 설계 및 제작

박힘찬^{1*}, 석오균², 방옥², 강인호², 나문경², 박재운¹

¹경남대학교

²한국전기연구원

탄화규소 (SiC) vertical double diffused metal-oxide-semiconductor field-effect-transistors (VDMOSFETs)는 높은 임계전계를 가지는 차세대 전력소자로서 전기자동차, 분산형 전원 시스템 및 고압 송전과 같은 고전력 응용분야에 적합하다. 또한 매우 낮은 진성 캐리어 농도 및 높은 열전도율을 가지므로 높은 온도에서 안정적인 동작을 한다는 장점이 있다. 이러한 이유에서 Si IGBT 와 Super-junction MOSFETs 소자보다 SiC VDMOSFETs 소자에 주목하고 있다. 소자의 항복전압을 개선시키기 위해서는 접합종단구조 (Edge termination)의 효율적인 설계를 통하여 역방향 전계를 분산시키는 것이 매우 중요하다. 이러한 접합종단구조로는 field limiting rings (FLRs), field plates (FPs) and junction termination extension (JTE) 등이 소자에 적용되고 있다. 본 논문에서는 4.5 kV 이상의 높은 항복전압을 가지는 VDMOSFET를 제작하기 위하여 FLRs을 다양한 설계변수로 최적화하였다. FLRs의 junction-depth, 링과 링 사이의 간격 (L_{space}), 및 링의 개수를 설계변수로 두었으며 제작된 소자의 전기적 특성을 분석하였다. FLRs의 개수가 30개 일 때 junction-depth의 영향을 분석한 결과 0.57 μm 에서 4.3 kV의 가장 높은 항복전압을 보였다. 추가적으로 항복전압을 향상시키기 위해 링의 개수와 L_{space} 을 최적화 하였다. 링의 개수, junction-depth, L_{space} 의 최적화한 결과 junction-depth만 최적화한 샘플의 항복전압인 4.3 kV 보다 높은 4.9 kV의 항복전압을 확인하였다. 이는 junction-depth와 링의 개수를 증가시키는 것이 고전압 VDMOSFETs 설계하는데 적합하다는 것을 보여주는 결과이다.

S2-14

Study on Carbon Supply in Top Seeded Solution Growth of SiC Bulk Crystals by Using Modified Graphite Crucibles

상부중자용액성장법에 의한 SiC 단결정 성장에 있어서 흑연도가니를 이용한 카본 공급제어 최적화

Ha Minh Tan^{1*}, 윤지영¹, 김철진², 이명현¹, 정성민¹¹한국세라믹기술원²경상대학교

Top seeded solution growth (TSSG) of SiC single crystals has been known as a potential method to achieve high quality SiC bulk crystal. In this method, the seed crystal is located on top of a carbon dissolved silicon-rich solution at high temperature, then the crystal grows by the precipitation of solid SiC from the solution and the carbon concentration is the most important factor influences the crystal growth rate. There were numerous studies on increasing the carbon solubility by adding transition metals to the solution or concentrating carbon flux near the seed surface by forced convection techniques. In this study, therefore, we evaluated the modified crucibles with a graphite block inside the solution as the carbon source and flow alternating. By the addition of the graphite block, the transportation of carbon in the solution also was studied. In this case, the carbon source, a graphite block, is always immersed in the solution so the supplying of carbon from the block is uniform and continuously regardless the change of the solution level due to vaporization. The experiment parameters, crucible and graphite blocks designs were optimized by multiphysics simulation with COMSOL[®]. SiC crystals were grown on off-axis C-face 4H-SiC seeds at 1700 °C, 1800 °C and 1900 °C. By comparison of calculated and practical growth rate, the impact of temperature, flow pattern and dissolve interface were revealed. Then the grown crystal quality was evaluated using several characterization techniques.

S2-15

Recovery of Electrical Properties on the Neutron Irradiated 4H-SiC MOSFETs

중성자 조사된 4H-SiC MOSFET의 회복 특성

이태섭*, 정세용, 구상모

광운대학교

SiC는 넓은 밴드갭을 가진 소재로써 고전압, 고온환경에서 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 기존 Si에 비해서 높은 방사저항 (radiation resistance)을 가지고 있다. 이러한 특성으로 인하여 Si는 핵발전, 군사, 우주 등의 분야에서 사용되는 것으로 보고되고 있다. SiC 소자는 중성자와 핵 반응을 통하여 phosphorus 도핑이 될 수 있으며, 반도체 결정의 결함이 생기는 원인으로 작용할 수 있다. 본 연구에서는 중성자 조사된 4H-SiC MOSFET을 열처리하여 회복특성을 분석하였다. SiC MOSFET은 상온에서 $3.1 \times 10^{10} \text{ n/cm}^2$ 의 중성자 유속 및 60초 동안 중성자 조사 되었으며, 열처리는 550°C에서 30분 동안 수행하였다. SiC MOSFET의 I_D - V_D 분석 결과, drain 전류는 중성자 조사 후 증가하였으며, 열처리 후 감소하였다. 이는 중성자 조사로 인하여 MOS 계면에 trap되는 전하가 형성된 결과로 생각할 수 있다. C-V 측정을 통한 계산 결과, 계면전하포획밀도 (interface trapped density)는 중성자 조사 후에 약 24% 증가하였으며, 열처리를 한 후, 약 9% 감소하였으며, 중성자 조사로부터 손상을 입은 MOS 계면은 열처리를 통하여 회복 가능한 것으로 판단된다. 또한, drain 전류가 감소한 것은 MOSFET의 drift 층의 도핑 농도가 낮아진 것이 원인일 수 있다. 이를 분석하기 위하여 MOSFET의 gate 전극과 산화막을 제거하였으며, drift층을 이차이온 질량분석 (secondary ion mass spectroscopy, SIMS)를 이용하여 분석하였다. SIMS 분석 결과, 중성자 조사 후, drift층 내의 phosphorus의 조성비가 전체의 0.0009%에서 0.1%로 증가한 결과를 얻었다. 중성자 조사는 SiC drift 영역의 donor농도를 높일 수 있으며 drain-source 간 전류를 감소시킬 수 있다.

S2-16

Characteristics of Temperature Dependent Behaviors of β -Ga₂O₃ Thin Flakes based Field-effect Transistors

베타 산화 갈륨 초박질편을 활용한 고전력, 고온 박막 트랜지스터 특성 연구

김장혁*, 김지현
고려대학교

2차원의 그래핀과 전이금속 디칼코게나이드계 화합물들은 3차원의 크리스탈 구조를 뛰어 넘는 훌륭한 기계적, 전기적 특성들을 보여주면서 전자 공학 영역에서 각광받고 있다. 하지만 이들은 실질적으로 저전력 전자 스위칭 분야로만 응용이 가능하기 때문에 최근에는 2차원 고전력 나노 전자소자를 위한 새로운 물질 연구가 요구되고 있다. 최근 베타 산화갈륨 초박질편을 3차원 크리스탈에서 박리할 수 있는 방법이 소개되면서 이를 이용한 고전력 2차원의 나노 전자 소자에 대한 연구가 가능해졌다. 베타 산화 갈륨은 열역학적으로 매우 안정하여 고온에서도 작동 가능하며 넓은 밴드갭(4.9 eV)을 가지는 물질로서 투명하며 매우 높은 항복전압을 지니고 있기 때문에 SiC와 GaN과 같이 높은 전압을 다루는 고전력 전자 스위칭 분야에서 응용될 수 있다. 따라서 베타 산화갈륨 초박질편로 제작한 박막 트랜지스터는 기존의 2차원 물질로 만든 박막 트랜지스터보다 고전력 고온 영역에서 적용가능할 것으로 예상된다. 하지만 베타 산화갈륨은 온도에 따라서 전기적 특성이 변화되므로 고온 고전력 소자로 응용되기 위해서는 작동 온도에 따른 반도체 소자의 전기적 특성의 체계적인 분석이 필수적이다. 본 연구에서는 베타 산화 갈륨 초박질편을 활용한 박막 트랜지스터를 제작한 후 동작 온도에 따른 소자의 특성변화를 분석하였다.

most attractive sensors due to their simple operation principle (resistance change) and easy integration into electronic devices. However, their sensitivity and selectivity characteristics, as well as their rapid response and recovery times, should be markedly improved to detect traces of gases in exhaled breath for the purpose of diagnosis of disease. To achieve these goals, we have developed new electrospinning solutions mixed with different inorganic precursors and protein based catalysts specially tailored for the fabrication of nanostructured metal oxide fibers using electrospinning followed by heat-treatment processes. We introduced various functional nanocatalysts such as single elements, bi-metallic, intermetallic compounds, and alloys onto metal oxide nanofibers to offer superior selectivity against other interfering gases. These fibers are especially optimized for application in exhaled breath sensors. Potential feasibility for various analysis of diseases using our catalyst-functionalized metal oxide nanofibers based sensor array will be discussed.

S3-2

Porous Graphene Oxide and Graphene Quantum Dots : Clean Process and Applications

다공성 그래핀과 그래핀 양자점: 청정공정과 응용

한태희*
한양대학교

Due to the presence of abundant oxygen groups on graphene oxide sheets, the inevitable destruction of some part of sp² carbon hybrid structures leads to the generation of amorphous regions over the graphene. Therefore it is generally noted that GO has the mixture form of crystalline region and amorphous matrix. We have tried to utilize this structural property of GO composed of two blocks. By developing experimental tools to extract the crystallites after the selective removal of the amorphous region from the GO, nano sized graphene dots was obtained. Meanwhile, vapor-condition etching of GOs yielded the nanoporous graphene. Due to the selective elimination the amorphous region, nanoporous reduced graphene oxide sheets were readily prepared and utilized as chemiresistor sensor platform. In this work, the efficacy and applications of nanoporous graphene and graphene quantum dots via clean synthetic process is shown.

S3-1

Nanofiber Based Exhaled Breath Gas Detection

나노섬유 기반 날숨분석 센서

김일두*
KAIST

The monitoring of fat burning and the daily prevention of halitosis using exhaled breath have gained much attention. It is a great advantage that fat burning and halitosis can be simply identified by analyzing the concentration levels of acetone, H₂S, and CH₃SH gases in exhaled breath. Among many types of chemical sensors, semiconducting metal oxide (SMO) based sensors are one of the

S3-3

Nanostructured 2D and 3D Surfaces with Special Wettability

특수 젖음 특성을 가지는 2D/3D 표면의 나노구조화 기술

문명운*

KIST (한국과학기술연구원)

It has been known that the highly functional surfaces can be achievable with multiscale roughness combined with a material having low surface energy or other special coatings. Those functional surfaces require nano- or micro-scale roughness, which, however, is difficult to form directly on 2D or 3D surfaces. Here, we have introduced a plasma-induced pattern formation on various surfaces such as polymer, metal and glass using a plasma glow discharge. The nanostructures on each surface are formed through preferential etching directed by the co-deposition of metallic elements, such as Cr or Fe, sputtered from a stainless-steel cathode. Subsequent hydrophobic or hydrophilic coating on the nanostructured surfaces resulted in an increase of the static water contact angle upto 170 deg. for the superhydrophobic surface or almost zero deg. for the superhydrophilic surfaces. Two applications regarding to nanostructured functional surfaces would be discussed such as capillarity-induced skin folding and direct oil-scooping with the nanostructured oil sieve from water.

to selectively disperse semiconducting SWNTs with a narrow diameter range of 0.8-1 nm. The address the latter, I have developed solution shearing technique to densely align SWNTs over a large area in a facile manner with density as high as 200 tubes/micron. Also using SWNTs, stretchable capacitive tactile sensor was fabricated with high sensitivity of 0.7 kPa⁻¹ and with the ability to differentiate between different tactile inputs. To print thin films of small organic molecules, a technique known as CONNECT was developed where organic crystals were aligned, self-patterned, and self-registered within the transistor channel over a large area. Transistor density as high as 840 dpi with low relative variance of 26% were demonstrated, along with a 2-bit half adder circuit. In summary, the performance of SWNTs and organic thin films have been enhanced through novel solution processing techniques, through which transistors and sensors were fabricated.

S3-4

Solution-based Processing of Carbon and Organic-based Thin-films for Flexible Field-effect Transistors and Sensors

용액 공정을 이용한 탄소 및 유기 박막 기반의 플렉서블 트랜지스터 및 센서

PARKSTEVEJEUNGHOOON*

KAIST (한국과학기술원)

In this talk, I will discuss solution-based thin-film formation of single-walled carbon nanotubes (SWNTs) and organic materials to fabricate potentially low-cost electronics and sensors with enhanced performance. To process thin-film of SWNTs as channel material in transistors, two main challenges exist—elimination of metallic SWNTs and dense alignment of SWNTs. To address the former, I have developed a polymer-based sorting technique that was shown

S3-5

2D Nanomaterials for EMI Shielding

2D 나노재료의 전자파차폐 응용

구종민*

한국과학기술연구원

Electromagnetic interference (EMI) shielding have been attracted much attention for a wide range of applications in the modern high-power electronics, portable devices, and self-driving cars, as the highly integrated and high-speed wireless communication devices suffer from undesirable electromagnetic interference effect that not only deteriorates the performance of the devices but also brings serious concern on harmful health problem to human. For an EMI shielding material to be effective it should have high electrical conductivity. Until now, metal shrouds were the material of choice to combat EMI pollution. However, metal fillers add additional weight and with susceptibility to corrosion making them less desirable. As a result, lightweight, low-cost, high strength and easily fabricated shielding materials are desired. In this presentation, I would like to briefly demonstrate that sulfur-doped graphenes and transition metal carbides (MXenes) can be considered as the best candidates for EMI shielding materials.

S3-6

2D Materials for Wearable Chemical Sensors

2차원 소재를 이용한 웨어러블 화학센서

최선진*

KAIST (한국과학기술원)

Two dimensional (2D) nanosheets are getting intensive attention owing to the unique properties such as electron confinement, large specific surface area, mechanical flexibility, and transparency. These properties are highly desirable in many research fields demanding dominant surface reactions or flexible electronics. In this presentation, unique 2D nanosheets, such as graphene and metal oxides (e.g., RuO_2 and MnO_2), were integrated on a flexible and transparent substrate for application in wearable chemical sensors. In addition, intensive optical energy was irradiated to the 2D nanosheets to achieve chemical and structural modification, thereby promoting effective surface reaction. The results exhibited improved sensing properties toward chemical analytes (e.g., hydrogen sulfide and nitrogen dioxide), which demonstrates potential application of 2D nanosheets in wearable chemical sensors.

S3-7

2D Materials for Electronic Applications

2차원 물질의 전자소자 응용

이관형*

연세대학교

Graphene has brought a great deal of excitement to nanoscience community with its attractive and unique properties. Such excellent characteristics of graphene have triggered highly active researches on other two-dimensional (2D) materials. Especially, these emerging 2D semiconductors are promising candidates for flexible and transparent electronics. Furthermore, new physics observed in 2D semiconductors allow for development of new-concept devices by using their valleys, tunneling effect, photoluminescence, and optical responsivity. Recently, van der Waals heterostructures (vdWH) have been achieved by putting these 2D materials onto another, in the similar way to build Lego blocks. This enables us to investigate intrinsic physical properties of atomically-sharp heterostructure interfaces and fabricate high performance optoelectronic devices for advanced applications. In this talk, I will discuss what fundamental properties of 2D materials are and where we can utilize 2D materials. Especially, electronic applications will be focused, e.g. transistors, memories, and solar cells. It is expected that 2D materials can be used for unique applications, which have not been realized with conventional materials.

S3-8

Multi-stage, Epitaxial Growth of 3D Oxide and Nitride Semiconductor Nanoarchitectures

다단계 에피 성장법을 이용한 3차원 산화물 및 질화물 반도체 나노 구조 제작.

박원일*, 이원우, 양동원

한양대학교

Diverse nanostructured materials have extensively been studied and proven to have superior performances far beyond those of their bulk counterparts. For example, different classes of 3D structures have been adopted to exploit their unusual optical properties (e.g. a negative refractive index, perfect absorption, and zero reflection) as well as extraordinary mechanical properties. Here, to achieve their full benefits of the 3D structures, we established a low-temperature solution-phase synthesis of hierarchical 3D architectures composed of single crystalline semiconductors. First, we studied the axial growth rate in correlations with the diameter and interspacing of nanocrystals. We found the strong interactions among the neighboring nanocrystal arrays with precisely defined positions and diameters, and they produce three different types of height versus diameter relationships. Second, we performed the position and growth direction controlled multi-step synthesis to produce the single crystalline 3D architectures consisting of epitaxially merged ZnO constituent crystals. Similar to biomolecular additive, artificial additive of citrate ions interact preferentially with a top surface of crystals, thereby regulating the growth anisotropy, from predominantly vertical to lateral direction. Finally, we have demonstrated heteroepitaxial growth of GaN/InGaN multilayer on the 3D ZnO crystals, which were then implemented to fabricate unconventional, 3D light emitting diode arrays

S3-9

In-situ Liquid Electron Microscopy**실재 상황 모사 액체 전자 현미경**

육종민*

KAIST (한국과학기술원)

Liquid phase transmission electron microscopy (TEM) has solved many questions in biochemistry, materials science, environmental science, and catalysis. Such observations could greatly benefit from high-resolution offered by aberration-corrected TEMs. However, the relatively thick SiN windows, which typically has a thickness of tens of nanometers, necessary to encapsulate the liquid under vacuum scatter the imaging electrons and significantly degrade the TEM resolution and signal-to-noise ratio. Also, accumulated charges on the insulating SiN windows contribute to reducing contrast in TEM images. Thus, most of critical events are still vague due to the lack of ability to study specimen in liquid with atomic resolution. Here, I introduce a new type of liquid cell for *in-situ* TEM based on entrapment of a liquid bubble between layers of graphene. The graphene liquid cell facilitates atomic-level resolution imaging while sustaining the most realistic liquid conditions achievable under electron-beam radiation. This cell has been employed to monitor a real-time growth of platinum nanoparticles with an atomic-resolution down to 0.14 nm and their three-dimensional (3D) structure. The application of the graphene liquid cell EM has been also demonstrated to a diverse range of systems, such as mineral precipitation and silicon nanoparticle lithiation.

S3-10

High-mobility 2D Layered Semiconductor Device and its Application**차세대 고이동도 2차원 나노판상 소자와 이의 응용**

김선국*

경희대학교

The development of mechanically flexible/stretchable electronics can open up next-generation commercial applications, which would be portable, bendable, unbreakable, and light-weight. Among their development, significant progress has been reported in bendable and conformal thin-film transistors (TFTs), a core device to drive/switch active matrix circuitry. However, the conventional TFTs, such as α -Si, LTPS, oxide, have a drawback in flexible circuitry because of the fragile nature and relatively low mobility. In this regards, the challenges to reach a next-generation flexible electronics requires to a novel semiconductor to achieve a mechanical stability and high-speed electronics. Multilayer transition metal dichalcogenide

(TMDC), in particular MoS₂, are emerging as highly attractive candidate for large-area thin-film transistors (TFTs) due to their relatively high mobility, large bandgap, and mechanical flexibility due to the 2D layered structure. In my talk, I will present the novel flexible process using solution-PI substrate, and high mobility 2D layered transistors. Such advances in high-performance flexible / stretchable 2D layered devices can exploit human-centric soft electronic to develop human-friendly, ultra-thin (thickness < 500 nm) sensor system and wireless communication for a human signal recognition, such as PSA biosensor, smart thermometer, and a security system.

S3-11

Design of Catalyst Materials and Systems for Efficient and Sustainable Lithium Oxygen Batteries**고효율 지속가능한 리튬공기전지개발을 위한 촉매소재 및 시스템 디자인**

류원익*

숙명여자대학교

Lithium-oxygen (Li-O₂) batteries have drawn much attraction due to their exceptionally high energy density, which could exceed the capable value of conventional Li-ion batteries. However, the insufficient round trip efficiency and poor cyclability of current Li-O₂ batteries must be solved before commercialization for large scale energy storage systems and electric vehicles. A common route to overcome the large overpotentials in Li-O₂ batteries has been to develop various solid-state catalysts on the oxygen electrodes. Although these approaches have yielded incremental improvements, electron transfer at the electrochemical interface is slow and catalytic sites are easily deactivated by the precipitation of insulating products. In this presentation, recent strategies to effectively preserve catalytic properties against deactivation will be introduced: (i) electrochemical control of discharge depth, (ii) geometric catalyst decoration, and (iii) incorporation of soluble catalyst in electrolyte. Thinner product layers are easily evolved at catalytic sites on the oxygen electrode when products are located in close proximity, enabling more efficient electron transfer. Second, dispersing catalyst sites in an insulating membrane over the oxygen electrode helps to maintain their function by reducing passivation of the active surfaces. Finally, I will introduce the use of a heme biomolecule as a soluble, eco-friendly catalyst to promote Li-O₂ reactions with reduced overpotential.

S4-1

Additive Manufacturing of Ceramics - High-Value Added Ceramic Products Manufacturing Technologies -

Tatsuki Ohji

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan

“High-Value Added Ceramic Products Manufacturing Technologies” project has been conducted since 2014 as a part of Strategic Innovation Promotion Program under the sponsorship of the Japanese government, with target of “removing restrictions of conventional manufacturing”. This project deals with two principal technologies; additive manufacturing of ceramics aimed for complex shaping, reducing working-processes, saving cost, *etc.* and hybrid ceramic coating on 3D polymers/metals for enhancing their reliability and functionality. This paper will introduce the backgrounds, objectives, structure, research contents, research schemes, innovation strategy of this project, as well as the latest research achievements. Particular focus is places on the R&Ds on the additive manufacturing, which contains ceramic powder layer manufacturing (powder bed fusion, or indirect selective laser sintering), slurry layer manufacturing (stereolithography) and ceramic laser sintering (direct selective laser sintering) which realizes concurrent forming and sintering. The recent R&D trends worldwide on additive manufacturing of ceramics also will be introduced. This work was conducted as a part of “High-value added ceramic products manufacturing technologies project” supported by CSTI, SIP, “Innovative design/manufacturing technologies (managed by NEDO)”.

S4-2

Current Technological Advances in 3D Ceramic Printing**세라믹 3D프린팅 신기술 현황**

윤익숙*

재료연구소

세라믹은 경질성과 취성으로 인하여 복잡형상 구조제작에 제약이 따른다. 또한 세라믹의 성형 및 가공에는 일반적으로 높은 비용, 시간 및 복잡한 공정이 요구되어 세라믹 제품가격의 많은 부분 (~80%)에 이러한 공정비용이 반영되어 있다. 3D프린팅이라 일반적으로 불리는 2차원 구조체를 적층하여 3차원 형상을 구사하는 적층가공 (additive manufacturing)방식은 이러한 기존 세라믹

제조공정과 구조의 한계점을 크게 극복할 수 있다. 하지만 세라믹은 3D프린팅 후 세라믹 소재 특유의 공정인 탈지와 소결이라는 후처리 공정을 일반적으로 필요로 하고 이 후처리 공정과정에서 생겨날 수 있는 부피수축과 결함 등으로 인한 최종산물의 신뢰성 문제 등으로 인해 고분자 및 금속과 같은 타 소재분야에 비해 극복해야 할 기술장벽이 높다고 할 수 있다. 반면, 세라믹 3D프린팅 기술은 기존 기술로는 기대할 수 없는 구조적 한계극복을 통한 신규 물성 창출 및 공정 단순화를 통한 세라믹 부품 공정단가의 대폭 절감 등의 효과가 기대되어 기술의 성공에 의한 활용가치가 고분자 혹은 금속소재 3D프린팅 분야보다 훨씬 더 높을 것으로 예측된다. 본 강연에서는 이러한 목적으로 발전되고 있는 국내외 세라믹 3D프린팅 기술의 연구동향과 신규 기술을 소개하고자 한다. 더불어 본 재료연구소에서 독자적으로 개발되고 있는 세라믹 3D프린팅 시스템, 공정 및 소재와 관련된 연구현황을 소개하고자 한다.

S4-3

Polymer-derived SiCN based Ceramic Structures and Microreactor**프리세라믹 고분자와 3D 프린터를 이용한 SiCN세라믹 구조물 및 마이크로 반응기 제조**

김동표*

포항공과대학교

Polymer-derived ceramics (PDCs) are a well-known class of multifunctional ceramics synthesized by pyrolytic decomposition of preceramic polymers into SiC, SiOC, SiCN or other compositions. Recently, there have been reports on 3D printing of SiOC ceramic microstructures from commercially available polysiloxane mixtures as preceramic precursors. However, conventional polymer resins mixed with additives caused drastic weight loss (< 40 %) and severe linear shrinkage (25 - 30 %) upon pyrolytic ceramic conversion at 1000°C. It limited to shaping only cellular architectures with less than a few millimeters in size, due to vulnerable shattering upon pyrolysis process. Herein, we report the fabrication of fully dense SiCN-based ceramic bodies with diverse structural features via 3D printing approach of a modified polyvinylsilazane (PVSZ) resin as a novel single precursor. The versatile structures of 3D-printed green body of preceramic monolithic reactors were fabricated within a few minutes to a couple of hours, then transformed to ceramic bodies upon pyrolytic conversion to 1000°C in inert atmosphere. Eventually, the working proof-of-concept of ceramic object with excellence in thermal and chemical stability and versatile functionality was extended to devise a hydrogen production system by decomposition of corrosive ammonia gas at high temperatures upto 1000 °C and catalytic syngas production system by carbon dioxide reforming process of methane gas at 800°C.

S4-4

Convergence of Traditional Ceramic Processing and 3D Printing Processing

세라믹 공정과 3D 프린팅 기술을 융합한 세라믹 제품 개발

조우석*, 김진호, 한규성

한국세라믹기술원

최근 세라믹스 산업에서는 기존 전문지식과 특화된 설비를 이용하여 제작되던 제품생산 방식에서 벗어나 소량다품종·수요자 맞춤형 디자인 가능한 디지털 기술(CNC, 3D Printing)의 도입이 시도되면서 기술수요 및 시장규모가 커지고 있다. 특히 3D 프린팅 기술은 제조업의 새로운 패러다임의 인식되면서 이를 최근에는 이용한 세라믹 제품에 관한 연구개발이 활발하게 이루어지고 있다. 3D 프린팅을 이용한 세라믹 제품 공정 기술개발은 크게 제품의 원형물드 제작에 사용하는 방식과 직접 세라믹 원료를 이용하여 기물을 제작하는 성형체를 제작하는 2가지 방식으로 이루어지고 있다. 그러나, 세라믹 소재를 이용한 고밀도(95% 이상) 세라믹제품 제작의 경우에는 1000도 이상의 고온에서 열처리공정이 수반되고, 수십%의 수축변형이 이루어지기 때문에 이를 예측할 수 있는 수치제어 기술개발이 필수적이다. 또한 직접 세라믹 원료를 이용하여 3D 프린팅 성형체를 제작하는 경우에는 적층조형을 위한 적절한 유동성 및 결합력을 만족시켜야 하는 동시에 고온 소결과정에서의 수축변형을 제어할 수 있는 기술개발이 필요하다. 특히, 여러 광물이 혼합되어 있는 저가의 전통세라믹 원료를 이용하는 경우에는 더욱 고난도의 기술로 인식되고 있다. 본 연구에서는 전통 세라믹 원료를 이용하여 세라믹 제품을 제작함에 있어서 3D 프린팅으로 원형물드를 제작하여 최종 세라믹 제품을 제작하는 방식과, 직접 세라믹 원료를 이용하여 3D 프린팅 성형 및 최종 제작 제품을 제작하는 방식에 기술 개발 내용을 소개하고자 한다.

can enable us to tailor the mechanical and biological functions of porous scaffolds for their specific applications. In addition, the use of porous ceramic frameworks can allow for the mimicking of a hierarchical structure of natural bone, thus providing significantly enhanced biological functions when used as scaffolds. I will introduce a variety of ceramic-based 3D printing techniques, including ceramic/camphene-based 3D coextrusion, rapid direct deposition of ceramic paste, and ceramic stereolithography, which can produce porous bioceramic scaffolds with tightly controlled macro/micro-structures.

S4-6

Material Approach to Powder Based Glass 3D printing

분말 기반의 유리 3D 프린팅을 위한 재료의 고찰

김형순*, 조성환

인하대학교

Powder based 3D printing(P-3DP) provides a flexibility in use of materials to fabricate complex shape of structures. Three dimensional glass structures can be directly fabricated using a P-3DP, and it goes with optimization of process parameters and the material consideration. Powder characteristics are important factors affecting not only process parameters, but the also properties of a final printed part. In this research, the relationship between powder characteristics and physical properties of printed parts were studied for 3D glass structures. The $\text{SiO}_2\text{-ZnO-B}_2\text{O}_3$ amorphous glass system was used as a printing material with different particle size distribution and shape. Sintering condition of green structures was predetermined by a hot stage microscopy. Flowability of powder induced by particle shape and particle size distribution significantly affected the packing fraction in powder bed and the green density of the printed structures. Densification rate of green bodies at a fixed viscosity points is dependent on the sintering time, and it reduced the anisotropic shrinkage behavior. The printing precision, the printing process, and the shrinkage during the sintering process highly depend on the particle size distribution and the shape of particles.

S4-5

Ceramic-based 3D Printing Techniques : Biomedical Applications

세라믹 기반 3D 프린팅 기술 : 바이오메디컬 응용

고영학*, 안민경, 이정빈

고려대학교

Ceramic-based additive manufacturing (AM) and 3D printing techniques are one of the most useful techniques for the production of porous bioceramic scaffolds, since they can create tightly controlled open porous structures and 3-dimensional anatomical shapes tailored to individual patients. These advanced techniques

S4-7

Ceramic 3D Printing Applied to Investment Casting Molds

세라믹 3D 프린팅 기술을 이용한 정밀 주조 몰드 제작

배창준^{1*}, John W. Halloran²¹재료연구소²미시간대학교

초합금 airfoils은 세라믹 코어와 셸을 이용한 정밀 주조 공법을 통해서 제작된다. 매우 복잡한 코어와 패턴 제작을 위해 여러 공정을 요구하는 정밀 주조 공법을 대체하기 위해, 세라믹 3D 프린팅 기술이 적용되었다. 이번 발표에서는 세라믹 3D 프린팅 기술에서 요구되는 전반적인 기술들인 세라믹 파우더에 따른 광경화 액의 특성변화, 공정 단계들과 공정 변수들에 따른 영향에 대해 소개하고자 한다. 세라믹 광조형 기술을 이용하여 만들어진 코어와 셸 일체형 몰드와 실제 개발 진행 중인 실례들을 발표할 예정이다. 마지막으로, 세라믹 3D 프린팅 기술을 이용하여 적용 가능한 에너지, 구조, 전자 재료 등 여러 분야들을 소개할 예정이다.

팅 소재 및 공정 개발시 고려되어야 할 점 과, 실제 출력물 결과를 제시하여, 현 시점의 기술개발 수준 및 앞으로의 기술개발 방향을 논하고자 한다. 본 발표의 내용은 산업통상자원부에서 지원하는 "개인 맞춤형 치과 보형물 제작용 50 마이크로 미터급 3D 프린팅 장비 및 적합 소재 개발" (과제번호 10053907, 장비연계형 3D 프린팅 소재기술 개발 사업) 및 "이식환경 맞춤형 바이오 세라믹 3D 프린팅 소재 및 저온 (40 C 이하) 공정기술 개발" (과제번호 10063541, 산업소재핵심기술개발사업)을 통해 수행된 내용입니다.

S4-9

Construction Scaled Additive Manufacturing Technology

건축산업에 적용가능한 적층제조기술

최한신^{1*}, 김경택¹, 이영철¹, 서명배², 주기범²¹한국생산기술연구원²한국건설기술연구원

적층식 제조기술은 최종제품보다 작은 크기의 원료를 반복적인 적층의 과정을 통해서 제조하는 접근방법 (bottom-up manufacturing)을 이용하고 제품설계에서 제품제작 전주기에서 컴퓨터를 이용하는 제조기술 (computer-aided manufacturing)이다. 이러한 접근방식은 제품화 과정에 소요되는 소재의 낭비를 줄이는 효과 (lean manufacturing)와 복잡한 형상의 제품을 제조할 수 있어 기능중심의 제품개발 (function basis design)을 가능하게 한다. 제품제조 공급망 측면에서는 기존의 중앙집중식 생산 (centralized manufacturing)을 대체하는 분산생산 (distributed manufacturing)을 통해서 소비가 발생하는 장소와 시간에 적기에 공급이 가능한 공급망 (on-demand manufacturing)을 통해 제품판매를 위한 과잉생산과 spare 부품의 인벤토리 관리를 절감하는 효과를 구현할 수 있다. 또한, 자동화된 생산과 적층제조 기술개념에 의해서 생산 공정, 생산 인력 및 공급망 채널을 줄일 수 있어(eliminated manufacturing) 기존의 인건비 중심의 대량생산기술 대비 제조경쟁력을 높일 수 있다. 적층제조기술의 이러한 기술구성 개념은 실물제품 생산과 관련한 혁신적인 생산기술을 제공하며, ICT 기반 네트워크의 융합을 통해서 대량 맞춤형 시장에 대응가능한 협업형 제조시스템 (reconfigurable manufacturing system)을 제공하게 된다. 건축산업과 관련한 적층식 제조기술은 소형건축물의 직접적층과 건축물에 소요되는 각종 건축부재 및 건축자재의 제조에 활용될 수 있다. 본 발표에서는 현재 소형건축물 적층제조 기술의 기술현황을 소개하고 향후 건축에 소요될 수 있는 다양한 유형의 소재와 적층제조기술, 제품화 경로기술 및 시장경쟁력을 분석한 결과를 제시하고자 한다.

S4-8

Phorocurable Ceramic Composite for the Dental Prosthesis Fabricated by the 3D Printing Process

3D 프린팅으로 제작되는 치과 보철물용 광경화 세라믹 복합소재 개발

윤범진*

전자부품연구원

3D 프린팅 기술은 소량 다품종 생산에 최적화된 제조수단이며, 이러한 특성에 맞는 개인 맞춤형 의료기기 제작의 주된 제조방식으로 자리잡을 것이다. 이 중, 치과 보철물 (dental prosthesis)은 3D 프린팅 기술 적용이 가장 활발하게 진행되고 있는 분야이다. 수술 가이드, 인상모델, 소환공정용 몰드, 투명 치아 교정기 등은 이미 치과 및 기공소 일선에서 사용 가능한 수준으로 개발되어 본격적인 보급을 준비하고 있으며, 임시치아 (temporary crown), 영구치아, 덴처 제작 관련 소재와 공정 개발은 활발하게 진행되고 있다. 본 발표에서는 치과 보철물 용 3D 프린팅 기술개발 동향 과 주요 사례에 대해 요약하고, 세라믹 3D 프린팅 기술을 이용한 치과 보철물 제작에 필요한 핵심 사항 및 기술 개발 내용에 대해 이야기하고자 한다. 특히 광경화 방식을 이용한 세라믹 복합물 3D 프린

S4-10

Technical Trends of Materials for 3D Printing and Additive Manufacturing of a SLA Method

SLA방식 3D프린팅용 적층소재 기술 동향

윤지선*

한국세라믹기술원

There are a number of different approaches to 3D printing or additive manufacturing (AM) technology, recently of great interest to many researchers, and the most popular are currently SLS (selective laser sintering), SLA (Stereo Lithography) and FDM (fused deposition modeling). The SLA process, which involves a liquid photopolymer resin, has the advantages of accuracy and flexibility in design, as well as disadvantages of flexibility in materials, the high costs of the materials and the low strength of the printed objects. For applications in various industrial fields, a development of a high strength photopolymer resin is required. To improve the strength of a photopolymer, it can be composited with particles or fibers of ceramic, metal and other polymer materials. In this presentation, ceramic reinforced photopolymer for SLA 3D printing technology will be introduced. Depending on the method used to coat a silane coupling agent onto the ceramic surface, the dispersion of ceramic particles in the photopolymer solution was remarkably improved. The tensile properties (stress-strain curves) of 3D printed objects of the ceramic reinforced photopolymer were investigated as a function of the ceramic content.

작업이 일반적이었다. 그러나 최근에는 3D 구강 스캐너, 덴탈용 3D CAD·CAM의 도입이 증가하면서 치과 기공 과정 전체를 디지털화 하는 사례가 늘고 있다. 이처럼 전 과정을 디지털로 구축하면 환자 치아 데이터에서 곧바로 치아 모형을 제작할 수 있어 이전보다 훨씬 신속하고 정확한 보철물의 제작이 가능해지고, 치료 기간 또한 대폭 줄일 수 있기 때문에 그 관심도는 지속적으로 증가하고 있다. 최근 치과에서 고분자 소재를 이용한 3D프린팅을 적용하여 원하는 위치에 임플란트를 시술할 수 있게 보조해주는 수술 가이드 적용이 활발해지고 있으며, 임플란트 시술 후 단기간 사용을 위한 임시치아 보철물 제작에도 그 활용도가 증가되고 있다. 하지만, 고분자 소재의 경우 강도 및 생체적합성 측면에서 세라믹 소재 대비 그 성능이 떨어지기 때문에, 세라믹 소재를 적용한 3D 프린팅 기술에 대한 관심이 높아지고 있으며, 이에 세라믹 3D프린팅 기술을 이용한 치과 분야에서 활용할 수 있는 다양한 적용분야에 대해 소개하고자 한다.

S4-12

The Manufacturing State of High Temperature Ceramic Composites Using 3D Printing Process

3D프린팅을 활용한 초고온 세라믹 복합재 제조 현황

김정일*

(주)테크카본

S4-11

Dental Medical Appliances by Ceramic 3D Printing

세라믹 3D프린팅의 치과의료기기 활용방안

최홍영*

오스템임플란트

3D프린팅 기술은 다품종 소량생산에 적합하고 빠르게 제품을 제조할 수 있는 장점이 있어 환자 맞춤형 보형물 제작을 요구하는 의료분야에서의 활용성이 매우 높아지고 있으며, 그 중 치과 분야에서 가장 활발히 적용되고 있다. 과거에는 치아 보형물 제작을 위해 일일이 환자 치아의 본을 뜨고 석고 모델을 손으로 제작하는 수

우주발사체, 유도무기 등 최첨단 산업에 일부 적용되던 초고온 세라믹 복합재는 자동차 브레이크 디스크, 발전용 가스터빈엔진 등의 일반산업용 구조재로 적용되면서 급격한 수요의 증가와 신공정 기술개발의 요구가 증가하고 있다. 이러한 초고온용 세라믹 복합재 제조에 대하여 최근 급격히 각광을 받고있는 3D 프린팅 기술의 적용이 적극 검토되어지고 있다. 3D 프린팅 기술은 모든 제조 산업 전반에 걸쳐서 활용할 수 있는 파급효과가 큰 기술로서 특히 우주항공 분야처럼 다품종 소량생산의 부품에 높은 활용성을 가지고 있다. 이러한 3D 프린팅 제조기술의 초고온용 세라믹 복합재의 적용은 아직 시작단계이며, 풀어야할 난제들이 많은 실정이다. 그러므로 초고온용 세라믹 복합재 제조에 3D 프린팅 적용 현황과 문제점들을 검토해보고자 한다. 또한 (주) 테크카본에서 개발 및 생산하고 있는 SiC 섬유, 초고온용 세라믹 복합재 (C_f/C , C_f/SiC , SiC_f/SiC)에 대해서 간단히 소개하고자 한다.

S5-1

Photoelectrochemical Water Splitting from Metal Oxide Semiconductors

금속산화물 반도체 소재를 활용한 광전기화학 물분해

박종혁*

연세대학교

The development of new types of energy generation devices is promoted by increasing public awareness that the Earth's oil reserves could run out during this century. As the energy needs of the planet are likely to double within the next 50 years, the stage is set for a major energy shortage, unless renewable energy can cover the substantial deficit left by fossil fuels. Photoelectrochemical (PEC) solar water splitting has become a central research theme for more than four decades, still, their efficiencies remain low. Despite extensive efforts devoted to modifying photoelectrodes through various bandgap and catalysis engineering, the efficient methodologies for charge transfer at electrode/electrolyte interface remain underdeveloped. In this seminar, I will introduce various unique methods to increase light harvesting efficiency to generate hydrogen from solar light by applying nano-concepts to materials and/or devices. Especially, high efficiency $\text{WO}_3/\text{BiVO}_4$ heterojunction photoanodes, related material modification and charge transfer across the electrode/electrolyte interface will be presented.

S5-2

Visible Light Absorbing Semiconductor Photoelectrode for Solar Water Splitting

태양광 물분해를 위한 가시광 흡수 반도체 광전극의 개발

황운정*

한국과학기술연구원

태양광은 막대한 양으로 인해 신재생 에너지원으로 각광을 받고 있다. 전기에너지로 변환하는 태양전지뿐만 아니라, 화학에너지로 저장하려는 광전기화학전지 연구도 최근 많은 관심을 받고 있다. 이 중에서 물을 분해해서 수소를 생산하는 광전기화학전지는 수소의 활용이 늘어나면서 많이 연구가 진행되고 있으나, 태양전지에 비해 아직까지 원천 기술 개발 단계에 있으며, 상용화 단계로 기술이 성숙하기 위해서는 특히, 촉매 소재의 개발이 중요하다. 반도체 물질을 광촉매 전극으로 사용하면, 반도체에서 태양광을 직접 흡수하고 물분해 반응의 촉매의 역할도 동시에 하게 된다. 광촉매 전극의 효율은 최종적으로 반도체 물질의 빛 흡수 능력, 생성된 전하의 분리 능력, 그리고 전극 표면에서 물분해 촉매 반응 시의 전

하 전달 능력에 따라 결정된다고 알려져 있으며, 다양한 역할 수행을 위해서는 복잡한 조건을 만족해야 하므로, 단일 물질로는 고효율의 물분해 효율을 달성하기가 어렵다. 이에 두 가지 이상의 소재를 복합하여 사용하는 경우가 많으며, 소재의 특성에 따라 전하 빛 흡수 능력, 전하 분리 및 전달 능력을 향상시키거나 혹은 광촉매 반응 조건에서의 부식을 막아 촉매의 내구성을 향상시키고자 한다. 이중접합 시 사용된 물질의 조합에 따라, 각각 기대되는 역할이 다르며, 본 발표에서는 Si/TiO_2 의 조합이나, $\text{WO}_3/\text{BiVO}_4$ 를 사용한 광산화전극으로의 활용 또는 CIGS를 이용한 광환원전극의 활용에 대해서 논의하고자 한다.

S5-3

Fabrication of High Performance Cu NW Flexible Transparent Conductive Patterns Using Selective Light Irradiation

선택적 광조사를 이용한 고성능 구리 나노와이어 투명 전극 패턴 제작

우규익*

한국기계연구원

Transparent conducting electrodes (TCEs) based on indium tin oxide (ITO) have been widely used for various optoelectronic devices such as displays, touch screens, organic light-emitting diodes and solar cells. However, recently, as those devices are strongly demanded to be flexible and low cost, various alternative materials such as carbon nanotubes, graphenes and metal (ex. Ag or Cu) nanowires (NWs) networks are being studied to replace ITO that is not only mechanically brittle, but also expensive. In this study, Cu NWs were successfully synthesized on a gram scale using the hydrothermal reduction method. Intense pulsed light (IPL) photonic sintering technique that is ultra-fast, scalable and feasible to heat-sensitive plastic substrate was employed to remove organic species present on the surface of the NWs and to form direct connections between the NWs without any atmospheric control. After IPL irradiation, the Cu NW-based flexible transparent conducting electrodes (FTCEs) exhibited high performance ($22.05 \Omega \text{ sq}^{-1}$ at 85.60% transmittance). To demonstrate practical use of Cu NW based FTCEs, Cu NW FTCEs were employed in the PhOLED and flexible transparent conductive heater. Our findings not only provide an effective way for large-scale applications also realize their widespread use in emerging electronic applications

S5-4

Materials and Design of Photoelectrochemical Solar CO₂ Reduction Cells

태양광 이산화탄소 변환 소재와 소자

오지훈*

KAIST (한국과학기술원)

Solar driven CO₂ reduction via a photoelectrochemical (PEC) cell attracts intense interest as a viable route to store solar energy to fuels and value added chemicals. Among many semiconductors, Si is promising due to suitable bandgap to absorb most of sunlight, earth-abundancy, and low cost. However, silicon shows sluggish catalytic kinetics and requires cocatalysts such as Au for efficient and selective CO₂ reduction. In this talk, I'll present an efficient and selective Si based PEC CO₂ reduction electrode. In our photoelectrode, we developed a nanoporous Au thin film by sequential electrochemical oxidation and reduction processes on a Au thin film for CO₂ reduction cocatalysts. Our nanoporous Au thin films reduce CO₂ to CO with almost 100% selectivity at low overpotential. In addition, we demonstrate a new Si photoelectrode architecture using a mesh-type Au cocatalyst. Our Si photoelectrode with nanoporous Au thin film mesh exhibits about 73 times high CO producing photocurrent density than Si photoelectrode with a bare Au thin film mesh under 1 sun illumination.

S5-5

Perovskite Solar Cells: Performance, Structure and Versatile Applications (Tandem & Color Generation)

페로브스카이트 태양전지: 효율, 구조 및 다기능성 (탠덤 및 컬러 제어)

박익준*

아주대학교

Organometal trihalide perovskites have been extensively investigated for use as light-absorbers in solar cells. In this talk, various efforts to realize high efficiency and versatile perovskite solar cell (PSC) technologies will be introduced. Firstly, energy-band structure of overall device architectures of PSCs (p-i-n and n-i-p), analyzed by depth-profile X-ray photoelectron spectroscopy and synchrotron photoemission spectroscopy, will be discussed. Secondly, advantages of pure crystal structure without PbI₂ in two-step processed perovskite film to the performances of PSC will be introduced. Thirdly, various types of inorganic (NiO) and organic (dopant-free indole- and triarylamine-derivatives) hole transport layers as replacements of conventional PEDOT:PSS or Spiro-MeOTAD will be discussed. Moreover, our recent results about perovskite/Ge tandem cell approach will be also mentioned. Finally, a photonic structure-integrated photovoltaic, dual-function device concept, working as color filter and solar cell, which can be utilized as building-integrated photovoltaics (BIPV) and energy-generating color filter for display, will be introduced.

S5-6

Organic-inorganic Hybrid Flexible Perovskite Solar Cells

유무기 하이브리드 플렉서블 페로브스카이트 태양전지

임상혁*

경희대학교

Since Kojima et al reported liquid junction organic-inorganic hybrid perovskite sensitized solar cells, intensive studies have been done to develop highly efficient perovskite solar cells because the perovskite sensitizers have intrinsically prominent properties such as high absorptivity due to direct bandgap, long charge carriers' diffusion length, high open circuit voltage, and solution processability. Most of all, the advantage of perovskite solar cells compared to the conventional crystalline Si solar cells seems to be the application to flexible solar cells due to the material flexibility. Here, we would like to introduce our research activities for flexible perovskite solar cells.

S5-7

Metal Oxide and Hybrid Halide Perovskite Heterojunction Solar Cells

금속 산화물/하이브리드 할로겐화물 이중 접합 페로브스카이트 태양전지

노준홍*

한국화학연구원

Inorganic-organic hybrid halide perovskite materials have attracted a great deal of attention in photovoltaic applications due to their surprising power conversion efficiency exceeding 22 % in spite of using a low-cost solution process. The hybrid halide perovskite phase is easily formed by a direct reaction between organic halides such as methylammonium iodide (MAI) and formamidinium iodide (FAI) and metal halides such as PbI_2 and SnI_2 . The perovskite solar cell has a heterojunction architecture consisting of three key layers; (i) n-type semiconductor layer, (ii) inorganic-organic hybrid halide perovskite layer, (iii) p-type semiconductor layer. Therefore, control of junction between n, p-type semiconductor and halide perovskite is one of important issues to improve photovoltaic performance and stability. In this point of view, oxide semiconductors are great candidates for n/p-type material in perovskite solar cells to provide high performance and stability. In this talk, recently developed heterojunction between oxide semiconductor and halide perovskite will be introduced.

S5-8

Exploitation of New Materials and New Process for Commercialization of Perovskite Solar Cell

페로브스카이트 태양전지 상용화를 위한 신소재 및 신공정 개발

정현석*

성균관대학교

All solid-state solar cells based on organometal trihalide perovskite absorbers have already achieved distinguished power conversion efficiency (PCE) to over 22% and further improvements are expected up to 25%. These novel organometal halide perovskite absorbers which possess exceptionally strong and broad light absorption enable to approach the performances of the best thin film technologies. To commercialize these great solar cells, there are

many bottlenecks such as long term stability, large scale fabrication process, and environmental issues. In this presentation, we demonstrate new fabrication processes for electron extraction layers such as electro-spray coating process and a novel 3-D nanopatterning technique that combines ion-assisted aerosol lithography (IAAL) and soft lithography. These processes are fairly suitable for realizing large scale fabrication of perovskite solar cells. In addition, we introduce a recycling technology of perovskite solar cells, which will facilitate the commercialization as well as solve the environmental issues of perovskite solar cells.

S6-1

Understanding the Anomalously High Capacity of Electrode Materials for Li-ion Batteries

차세대 리튬이차전지용 비이상 고용량 전극 소재 연구

윤원섭*

성균관대학교

The reaction mechanism of a high capacity lithium- and manganese-rich metal oxide has been investigated. High-resolution synchrotron X-ray powder diffraction (HRPD) and X-ray absorption spectroscopy (XAS) were used, respectively, to evaluate the electrochemical charge and discharge reactions in terms of local and bulk structural changes, and variations in the oxidation states of the transition metal ions. Ni K-edge XAS data indicate the participation of nickel in reversible redox reactions, whereas Mn K-edge absorption spectra show that the manganese ions do not participate in the electrochemical reactions. Rietveld refinements of the oxygen occupancy during charge and discharge provide evidence of reversible oxygen contribution by the host structure; this unique oxygen participation is likely the main reason for the anomalously high capacity of these electrodes. The HRPD data also show that during the early cycles, characteristic peaks of the Li_2MnO_3 component disappear when charged to 4.7 V, but reappear on discharge to 2.5 V, consistent with a reversible lithium and oxygen extraction process. The results provide new insights into the charge compensation mechanisms that occur when high capacity, lithium- and manganese-rich electrode materials are electrochemically cycled – a topic that is currently being hotly debated in the literature. The reaction mechanism of abnormal capacity for anode materials will be also discussed in the meeting.

S6-2

Black $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ Anode Materials for High-Rate Li-Ion Batteries

고출력 리튬이온전지를 위한 블랙 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 음극 소재

엄지용*, 한동욱, 유승을

작동차부품연구원

$\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO) with a spinel structure has received much attention as the most promising alternative to the conventional graphite anode material of Li-ion batteries for hybrid electric vehicle, electric vehicle, and large-scale energy storage applications, due primarily to its advantageous material properties, such as enhanced safety, good capacity retention during cycling, and high power density. In this work, we suggest a facile method to achieve the improved electrochemical performance of LTO anode material composed of the micro-sized primary particles for high-power Li-ion batteries. The electrochemical performances of the micro-sized LTO particles, including the rate capability and cycling stability were significantly improved by hydrogenation. The hydrogenated LTO (denoted as H-LTO) particles were obtained by thermal annealing of the P-LTO (denoted as P-LTO) particles at 800°C for 2~7 h in hydrogen atmosphere. Thermal annealing was performed in a quartz tube furnace filled with ultrahigh purity hydrogen gas. The H-LTO particles exhibited vastly superior the rate capability and capacity retention property during cycling to the P-LTO particles at high current density, since the insertion and extraction of Li^+ through the H-LTO particles were preferable to those through the P-LTO particles, which were probably attributed to the short diffusion length for Li^+ , innumerable reaction sites, and relatively high electrical conductivity.

limited synthetic routes for their preparation. Herein we demonstrate a scalable and nontoxic method to synthesize porous Si-C composite materials by means of simultaneous chemical etching of Si and carbon phases using alkaline solution. The resulting porous Si-C composite material showed greatly improved cycle performance, good rate capability, and high dimensional stability during cycling. Porous Si-C electrode showed an expansion of the height by about 22% after the first lithiation and only 16% after the first cycle. The material synthesis concept and scalable simultaneous etching approach presented here represent a means of improving the electrochemical properties of Si-based porous anode materials for use in commercial LIBs.

S6-4

Synergistic Design Strategies of Cathode Materials based on Various Complexation Methods toward High Voltage Li Ion Battery

고전압 리튬이온전지 구현을 위한 복합화 양극 소재 설계에 관한 연구

강용목*

동국대학교

Lithium ion battery has been rapidly developed for the applications in portable devices, electric vehicles (EV), and energy storage system (ESS) due to their high energy density and durable cycle life. From the practical viewpoint of electrode, high voltage charging and fast kinetics are essential to realize not only high power density but also high energy density for EV or ESS. However, it is quite challenging to improve both properties at the same time, especially for cathode materials. Thus, no matter what we develop for new cathode material, there have been severe limitations. Therefore, we devised a typical but synergistic way to fabricate a superb hybrid material in which the drawbacks of one material are completely covered by the advantages of the other material. In this synergistic way, we could successfully enhance the kinetic properties of $\text{Li}_3\text{V}_2\text{PO}_4$ that is one of the representative high voltage cathode materials for Li ion battery, and utilize a conventional cathode material, LiCoO_2 , above 4.3 V.

S6-3

Porous Silicon-Carbon Composite Materials Engineered by Simultaneous Alkaline Etching for High-Capacity Lithium Storage Anodes

다공성 탄소-규소 복합체의 제조 및 이를 채용한 리튬 이온 전지

손명범*, 박형일, 김한수

한양대학교

Porous silicon-carbon (Si-C) composite materials have attracted a great deal of attention as high-performance anode materials for Li-ion batteries (LIBs), but their use suffers from the complex and

S6-5

NaF-FeF₂ Nanocomposite Electrodes for Na-ion Battery Cathode Material

새로운 소듐이차전지 전극소재 NaF-FeF 나노복합체에 관한 연구

황인상^{1*}, 정성균¹, 정은석¹, 김현철², 조성표¹, 구교진¹, 김형섭¹, 윤원섭², 강기석¹

¹서울대학교

²성균관대학교

Desire for new cathode materials for rechargeable Na-ion batteries are never been higher. So far, only limited number of materials are considered as Na-ion batteries positive electrodes. These material groups are composed of open framework crystal structures which have Na conduction path, contain transition metal and Na in its structure at the same time. In this report, we expand the traditional cathode material candidate group by simple mixing of alkali fluoride (NaF) and metal fluoride (FeF₂) in nano-scale. In first activation charge step, NaF is decomposed and F⁻ ion absorbed on the surface of FeF₂. As charge proceed, FeF₂ gradually change into FeF₃-like structure from the surface which is confirmed by sXAS (soft X-ray absorption spectroscopy) and EXAFS (extended X-ray absorption fine structure) analyses. After full activation, NaF-FeF₂ nanocomposite electrode shows ~120 mAh/g of reversible capacity in the voltage range of 1.2~4.8 V vs. Na/Na⁺. XANES (X-ray absorption near edge structure) and sXAS analyses reveal that Fe²⁺/Fe³⁺ redox couple is responsible for reversible reaction. In principle, this design concept can be applied to numerous combination between Na compounds and transition metal compounds, which can help finding new Na-ion batteries positive electrode materials.

S6-6

Nanostructured Si/SiO_x Materials as High Capacity Anode Materials for Lithium-ion Battery

리튬 이온 전지용 Si/SiO_x 나노 복합체 음극 소재

김한수*

한양대학교

Si has recently aroused great attention as a promising anode material for next generation lithium ion batteries because of its high theoretical capacity of 3, 580 mAh g⁻¹. Thus far, the important concerns associated with the practical implementation of Si anode are to find feasible ways to effectively suppress huge volume expansion (~300%) induced during Li⁺ insertion with sufficient electrical conductivity of Si anode during cycling, and to develop scalable process for mass production of Si anode. . Nonstoichiometric SiO_x has gained much attention as a one of the feasible matrix to circumvent the limitations of Si based anode materials. The presence of SiO_x matrix is expected to act as a buffer against volume expansion, which facilitates strain relaxation without significant structural degradation. However, the complexity and limited number of available synthetic routes for the preparation of SiO_x based anode materials should be resolved. In addition, SiO_x based materials still suffer from their high production cost, which limits their large-scale production and commercial implementation, because production cost of Si anode should be comparable to that of graphite for successful penetration of Si anode in the battery market. The presentation will focus on our recent works involving the development of various nanostructured Si-SiO_x materials as high capacity lithium storage materials prepared by sol-gel reaction based scalable process.

S6-7

Advanced β "Alumina Composite Electrolytes based on the oxide framework for Lower Temperature Operating Planar Sodium Beta-Alumina Batteries (LT-NBBs)

저온 구동형 나트륨-베타알루미나 전지를 위한 향상된 베타알루미나 고체 전해질 복합체 연구

김혜란^{1*}, 박윤철², 손소리², 이윤기¹, 정기영²¹경상대학교²포항산업과학연구원

나트륨-베타알루미나 전지(NBB)는 용융 나트륨을 음극재로, 나트륨 이온 전도체인 베타알루미나(β/β' -alumina)를 고체 전해질로 사용하는 이차전지이다. NBB는 나트륨 등 저가 원료 사용, 10년 이상의 장수명 특성 등의 장점으로 MW급 대용량화에 유리하여 전력저장용 이차전지로서 주목받고 있다. 상용화된 NBB로는 나트륨-황 전지(Na/S)와 나트륨-염화니켈 전지(Na/NiCl₂)가 있으며, 이들 전지는 원활한 전극 반응을 위해 활물질을 액상으로 유지하고, 베타알루미나의 이온전도도 향상을 위해 약 280~350°C 영역에서 구동한다. 그러나, 고온 구동은 부품 및 활물질의 열화를 가속하며, 고비용의 접합 기술을 필요로 하여, 대폭적인 시장 확대 및 적용 분야 확대를 위해 요구되는 추가적인 저가격화에 어려움을 겪고 있다. 이를 극복하기 위하여 최근에는 160~200°C 구동을 위한 NBB 연구가 다양하게 진행되고 있다. 중저온 구동 NBB(LT-NBB)의 기술적 난제 중 하나는, 온도 감소에 따라 급격하게 증가하는 고체 전해질의 저항 이슈이다. 해결 방안으로 (1) NaSiCon 등 고이온전도도 물질의 적용, (2) β/β' -alumina 전해질의 두께를 기존 1~2 mm 수준에서 0.5 mm 이하로 줄인 Duplex 고체 전해질 등이 검토되어 왔으나, 여전히 기계적 강도 개선이 요구된다. 본 발표에서는 200°C 이하에서 구동하는 나트륨-베타알루미나 전지에 적용하기 위한 목적으로 개발 중인 새로운 박판 고체 전해질의 개념에 대해 논의하고, 박판화에 따른 기계적 특성 저하를 극복하고자 산소 이온 전도성 산화물과의 복합화 연구 수행 결과를 보고할 예정이다. 본 연구를 통해 개발된 베타알루미나 복합체는 면저항은 기존 상용품 수준으로 유지하면서도 (2 O hm cm² at 200°C), 강도가 60% 이상 향상(> 500 MPa)되었다.

S6-8

In Operando Small Angle X-ray Scattering Studies of Ordered Mesoporous Materials: Discovering Durable Nanostructured Electrode on Lithium Storage

실시간 X-선 소각 산란 분석을 통한 리튬 저장용 기능성 나노 구조체의 개발

박귀옥^{1*}, 윤정배¹, 김한수², 윤원섭¹, 김지만¹¹성균관대학교²한양대학교

Lithiation-delithiation reactions in Li-ion batteries do exhibit a huge electrochemically driven volume change of the anode material between the lithium-free and lithiated-host states, which results in a gradually fading capacity. Minimizing this volume change of the electrode is essential to achieve stable electrochemical behavior and thus for innovating design of electrode materials for Li storage. We herein report an *in operando* probing of mesoscopic structural changes in ordered mesoporous electrode materials during cycling with synchrotron-based small angle X-ray scattering (SAXS) technique. *In operando* SAXS studies combined with electrochemical and other physical characterizations straightforwardly show how porous electrode materials underwent volume changes during the whole process of charge and discharge, with respect to their own reaction mechanism with lithium. Furthermore, ordered mesoporous CoSn intermetallic anode materials are developed. A dual-buffer effect is discovered that accommodates the volume changes in the electrode material by not only repeatedly generating void nanospaces but also by incorporating electrochemically inactive elements. This comprehensive information on the pore dynamics as well as volume changes of the electrode materials will not only be critical in further understanding of lithium storage reaction mechanism of materials, but also enable the innovative design of high performance nanostructured materials for next generation batteries.

S6-9

Surface Coated Carbon Electrode Combined with Redox Mediator for Superior Li-O₂ Cells

표면코팅된 카본과 용해형 촉매의 결합을 통한 우수한 특성의 리튬/공기 이차전지

박용준*

경기대학교

리튬/공기 이차전지는 현재 상용화된 이차전지 시스템에 비해 수배 이상의 높은 에너지 저장능력으로 인하여 많은 관심을 받고 있는 차세대 이차전지 시스템이다. 하지만 현재 리튬/공기 이차전지는 높은 과전압, 제한된 사이클 특성과 같은 중요한 문제점들에 직면하여 있으며 이와 같은 문제점은 대부분 이차전지의 고유의 특성과 연결되어 있기 때문에 해결하기 어려운 점이 있다. 특히 공기전극의 근간을 이루는 카본물질과 전해질 사이의 부반응으로 인한 사이클 특성의 열화와 고상의 반응생성물을 분해하기 어렵기 때문에 일어나는 높은 과전압은 상용화의 주요한 걸림돌로 작용하고 있다. 본 연구에서는 이와 같은 문제점에 대응하기 위해 카본의 표면을 안정한 폴리이미드로 코팅하여 카본과 전해질 사이의 반응성을 제어하였다. 또한 용해형 촉매를 통해 고체/액체간의 반응을 액체/액체간의 반응으로 변환하여 높은 과전압을 낮추는데 성공하였다. 이와 같은 두가지 방법의 조합은 리튬/공기 이차전지가 가지고 있는 고유한 단점을 완화시키는데 크게 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

S6-10

The Thermal History Induced Acceleration of Self-discharge in Lithium Rechargeable Batteries by Permanent Degradation of Cathode

리튬 이차전지의 온도 이력에 의한 양극의 영구적인 열화와 그로 인한 자가 방전 속도의 증가

성원모*

서울대학교

Recent interests on lithium rechargeable batteries as a strong candidate for alternative to conventional large-scale energy storage systems requires superior storage characteristics to this system. Self-discharge rate is an essential parameter to measure this characteristics, but in contrast to this recognition, the fundamental issues on it has not been addressed significantly. In this study, we report an in-depth investigation on the results of thermal induced detrimental interaction between cathode and electrolyte and the mechanism how it affects the storage performance of lithium-ion batteries. For the first time, we report that the self-discharge rate is accelerated by this detrimental reaction even after the thermal effect is removed. It means that not only high temperature affects self-discharge rate, but also thermal 'history' remains in battery and permanently accelerates the self-discharge. It is observed that direct reaction between Li_xCoO_2 and PF_6^- anion in electrolyte caused a permanent transformation of morphology and phase of Li_xCoO_2 at sub-surface region. This morphology remains its initial structure during whole self-discharge process and increased the rate of chemical insertion of lithium into Li_xCoO_2 . Also the mechanism of acceleration of self-discharge is suggested here.

S6-11

Domestic and International Research and Development Status & Trends of Next Generation Batteries

차세대이차전지의 국내외 연구개발 현황 및 동향

최병현*, 지미정

한국세라믹기술원

The power density and energy density of Li-ion batteries should be innovated in order to be used for EV mobiles, and so on. For that reason, safe batteries of non-explosive and above 500 wh/kg of energy density with new materials have been developed nationally and internationally. This project analyzed the domestic and international research and development status, development issue and road map of Next generation batteries. So, we suggest the batteries what we should be or could be created in the future.

S7-1

Thermoelectric Properties of Bi-Te based Heterogeneous Materials

Bi-Te 기반 복합 소재의 열전 특성

신원호*, 이순일, 서원선

한국세라믹기술원

Phonon-glass-electron-crystal concept exhibits the ideal way for excellent thermoelectric materials, but the real materials always show the trade-off relation between electronic conductivity and thermal conductivity. One possible way to enhance thermoelectric property is reducing lattice thermal conductivity which could be controlled with limited effect of other compartment. Here, we have investigated the thermoelectric properties of bismuth antimony telluride (BST) based materials which composed of heterogeneous structure, second phase and mother BST materials. The heterogeneous materials were synthesized by various methods such as melting method, rapid solidification method, chemical method, and so on. The noble structure lowers the thermal conductivity and consequently enhance thermoelectric properties. The structure control as well as composition engineering could be the effective way for high thermoelectric performances.

전기전도도가 감소하는 축퇴반도체 특성을 보였다. 홀과 제베크계수는 양의 값을 가졌고, 이는 다수 운반자가 정공인 P형 전도특성을 보였다. Co가 전하보상된 시편은 전하보상하지 않은 시편보다 운반자 농도가 감소했기 때문에 제베크계수는 증가하고, 전기전도도와 열전도도는 감소하였다. $\text{Nd}_{0.75}\text{Yb}_{0.25}\text{Fe}_3\text{CoSb}_{12}$ 의 경우 723 K에서 $ZT = 0.81$, $\text{Pr}_{0.75}\text{Nd}_{0.25}\text{Fe}_4\text{Sb}_{12}$ 의 경우 823 K에서 $ZT = 0.83$ 의 성능지수를 보였고, $\text{Pr}_{0.75}\text{Yb}_{0.25}\text{Fe}_{3.5}\text{Co}_{0.5}\text{Sb}_{12}$ 의 경우 723 K에서 $ZT = 0.85$ 의 최대 성능지수를 보였다.

S7-3

Thermoelectric Performance of $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ Nanowire and PEDOT:PSS Hybrid Thermoelectric Composites $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ nanowire와 PEDOT:PSS를 이용한 유/무기 복합체 열전소재 형성

노상현*

재료연구소

Recently, hybrid organic/inorganic composites have been investigated in the thermoelectric fields in an effort to interdependently manipulate the charge carriers which are interconnected with electrical and thermal transport. The decoupling of a charge carrier's role in the hybrid structures can demonstrate the enhanced thermoelectric performance by accommodating the only merit from the inorganic part as well as the highly maintained electrical conductivity from the organic part. In this work, we demonstrated the enhanced thermoelectric performance of poly(3, 4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate) (PEDOT:PSS) by employing the nanoimprinted $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ nanowire arrays to form a vast of PEDOT:PSS/ $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ nanowire composites, which show approximately ten times higher Seebeck coefficient than the PEDOT:PSS itself without damaging the electrical conductivity. In addition, the ethylene glycol(EG) was used for selective de-doping of PSS to enhance the electrical conductivity of the composites. The variation of EG concentration to optimize the de-doping effect revealed that the best thermoelectric power factor of $\sim 1.6 \times 10^{-3} \mu\text{W}/\text{mK}^2$ was achieved with the EG level of 6 vol. % in our configuration. Meanwhile, the electrical and thermoelectric measurement was conducted in both parallel and perpendicular directions to observe dependence of transport property on charge carrier pathway under the existence of the interface so as to achieve a high thermoelectric power factor.

S7-2

Transport and Thermoelectric Properties of p-Type Double-filled $\text{R}_{1-z}\text{R}'_z\text{Fe}_{4-x}\text{Co}_x\text{Sb}_{12}$ (R or R' : Pr, Nd, Yb) SkutteruditesP형 $\text{R}_{1-z}\text{R}'_z\text{Fe}_{4-x}\text{Co}_x\text{Sb}_{12}$ 이중 충전 스커테루다이트의 열전특성

신동길*, 김일호

한국교통대학교

충진형 스커테루다이트는 중·고온대역에서 열전발전 응용에 있어서 우수한 열전특성을 보이는 열전재료 중 하나이다. N형 스커테루다이트는 높은 열전성능을 갖는 반면, P형 스커테루다이트의 경우 비교적 낮은 열전성능을 갖는데, P형과 N형 열전재료의 열전 모듈화를 위해서는 P형 스커테루다이트의 열전성능 개선이 필요하다. 이번 연구에서는 P형 $\text{R}_{1-z}\text{R}'_z\text{Fe}_{4-x}\text{Co}_x\text{Sb}_{12}$ (R 또는 R' : Pr, Nd, Yb, $z = 0.25, 0.75$, $x = 0, 0.5, 1.0$) 스커테루다이트를 진공 밀폐용해와 열처리 및 열간 압축성형을 통해 제작하여 미세구조, 전자 이동특성 및 열전특성에 대한 이중 충전과 전하보상 효과에 대해 조사하였다. 모든 시편에서 스커테루다이트 상과 함께 미량의 FeSb_2 이차상이 검출되었으나, Fe에 대한 Co의 전하보상을 통해 상 형성을 억제할 수 있었다. 모든 시편은 온도가 증가함에 따라

S7-4

Strain-engineered Allotrope-like Bismuth Nanowires for Enhanced Thermoelectric Performance

열전성능 향상을 위한 비스무스 나노선의 스트레인 제어

김정민*, 이우영

연세대학교

Allotropy is a fundamental concept that has been frequently studied since the mid-1800s. Although the bulk allotropy of elemental solids is fairly well understood, it remains challenging to reliably produce an allotrope at the nanoscale that has a different crystal structure and accompanies a change in physical properties for specific applications. Here, we demonstrate a "heterostructure" approach to produce allotropelike bismuth nanowires, where it utilizes the lattice constant difference between bismuth and tellurium in core/shell structure. We find that the resultant strain of [100]-grown Bi nanowires increases the atomic linear density along the c-axis that has been predicted from theoretical considerations, enabling us to establish a design rule for strain-induced allotropic transformation. With our >400-nm-diameter nanowires, we measure a thermoelectric figure of merit ZT of 0.5 at room temperature with reduced thermal conductivity κ and enhanced Seebeck coefficient S , which are primarily a result of the rough interface and the reduced band overlap according to our density-functional calculations.

S7-6

Phase Formation and Thermoelectric Properties of doped Higher Manganese Silicide (HMS)

도핑된 고망간실리사이드의 상 형성 및 열전 특성

이위중^{1*}, 김관식¹, 이병훈¹, 이규형², 이우영¹¹연세대학교²강원대학교

We herein report the electronic and thermal transport properties of Higher manganese silicides (HMS, MnSi_γ , $\gamma \sim 1.75$) polycrystalline bulks. Samples were prepared in two different ways: (1) a traditional solid-state reaction (SSR) combined with a spark plasma sintering (SPS) technique (SSR-SPS) and (2) a rapid fabrication technique, a melt spinning (MS) process combined with a spark plasma sintering (SPS) technique (MS-SPS). In this work, several elements were substituted in Mn- or Si-sites and its doping effect on transport properties were investigated. Furthermore, with effective doping elements which confirmed by SSR-SPS processes, nanostructures were introduced which are inevitable during the traditional solid state reaction (SSR) due to an ultrahigh cooling rate of MS process. We expect that the cooling rate of MS effects on the nanostructure and thermoelectric performance, simultaneously. Evaluated thermoelectric properties were analyzed by microstructure studies and theoretical calculations.

S7-5

Lattice/Defect Engineered Extrinsic Thermoelectric Materials for Mid-High Temperature TEG Applications

중고온 열전발전용 비고유 열전소재의 격자/결함 제어 효과

이순일*, 맹은지, Nguyen Van Du, 서원선

한국세라믹기술원

열전발전 응용을 위한 중고온용 열전소재로 CoSb_3 계, Half-Heusler계 등이 많이 연구되고 있다. 이러한 물질들은 순수한 단일상을 만들기 위한 연구들이 진행되어져 왔으며 구조적으로 전기전도도, 제벡계수, 열전도도의 비동조화(decoupling)가 용이하여 더욱더 각광을 받고 있다. 하지만, 실제로 유의미한 n형과 p형의 특성을 구현하기 위해서는 extrinsic effects가 요구된다. 본 연구에서는 이러한 열전소재의 특성과 신뢰성 향상을 위해 사용되는 lattice/defect engineering 효과와 공정에 따른 특성변화를 비교 분석하였다. Skutterudite계의 경우 extrinsic effects를 위해 다양한 rattler (filler)와 inclusion이 사용되었으며, Half-Heusler계의 경우 stoichiometric ratio와 공정 변수 제어가 사용되었다.

S7-7

The Influence of Interfacial Defect-Zone Formed by Dispersed Nanodiamonds on The Thermoelectric Properties of N-type Bi-Te Matrix Composite

N형 Bi-Te기지 복합재료 열전특성에 미치는 나노다이아몬드 분산으로 형성된 나노 계면 결함 영역의 영향

민태식*, 김경태

재료연구소

열전소재는 열전냉각과 열전발전이 가능하며, 이러한 열전 변환 효율은 무차원 성능지수 ($ZT = \alpha^2 \sigma T / (\kappa_e + \kappa_l)$, α :제벡계수, σ :전기전도도, T :절대온도, κ_e :전자열전도도, κ_l :격자열전도도)로 나타낸다. 열전 변환 효율을 증가시키기 위해서는 높은 전기적 특성과 낮은 열적 특성을 가져야 하지만 각각의 요소들은 trade-off 관계를 가지기 때문에 제어하기가 쉽지 않다. 최근 열전특성 향상을 위한 연구 동향은 열전소재 내부에 나노입자를 분산시켜 포논의 산란을 활발히 유도하여 전체 열전도도 값을 작게 설계하는것이다. 이를 바탕으로 본 연구에서 5 mm 수준의 탄소나노소재인 나노다이아몬드(ND)를 N형 Bi-Te계 기지재료에 분산시켜 열전특성 변화를 확인하고자 하였다. 고에너지 밀링공정을 통하여 $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ (BTSe) 분말을 제조하였고, ND입자를 0.125, 0.25, 0.5vol% 분율로 첨가 및 분산시켰다. SPS소결공정을 통하여 벌크화 하였으며, ND입자의 분산효과를 확인하기 위해 순수 BTSe 소결체를 동일한 조건으로 제조하였다. 소결체의 미세조직 및 결정구조를 분석한 결과 ND입자 주변에 나노 크기를 가지는 기지재료와 상이한 결정구조를 발견하였다. 이러한 ND/BTSe 계면 결함 영역에서 전하농도 증가로 인해 전기전도도값이 상승하였으며, 열전도도값 또한 ND첨가 분율증가에 따른 격자열전도도의 감소 경향을 확인하였다. 이를 바탕으로, 본 연구를 통해 ND첨가 분율에 따른 N형 Bi-Te계 열전복합재료의 열전물성 변화를 관찰하였다.

S7-8

Formation Mechanism of Dense Dislocation Arrays in Grain Boundaries for High-performance Bulk Thermoelectric Materials

고성능 벌크 열전 재료를 위한 입계 전위 배열의 형성 메커니즘 연구

문현이^{1*}, 이규형², 김성용¹¹성균관대학교²강원대학교

열전소재의 성능을 향상시키기 위해서는 1)전기전도도나 제벡계수를 증가시키거나 2)열전도도를 낮추는 방법이 있다. 이 중에서 열전도도를 낮추기 위한 효과적인 방법은 넓은 파장 범위의 포논을 산란시키는 것이다. 일반적으로 점 결함 산란에 의해서는 단 파장 포논이, 경계면 산란에 의해서는 장파장 포논의 산란이 일어난다. 최근 본 연구진은 $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ 에서 고밀도 입계 전위의 형성으로 중간 파장 범위의 포논 산란에 의한 열전도도의 감소로 열전 소재의 성능을 향상시킨 결과를 보고하였다[1]. 이번 발표에서는, 입계 전위 배열의 형성 메커니즘을 정확히 이해하기 위하여 선행 연구에서 이용된 $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ 물질에서 점 결함 산란 효과가 제외된 Sb_2Te_3 물질을 기본으로 연구를 진행하였다. 투과 전자 현미경을 이용한 결정구조 분석 및 미세구조의 관찰과 Lorenz number 측정 및 Debye-Callaway model을 이용한 격자 열전도도 계산을 진행하여 입계 전위 배열의 형성 메커니즘과 그 미세구조가 열전특성에 미치는 영향을 보고하고자 한다.

Reference [1] S. I. Kim, K. H. Lee, H. A. Mun, H. S. Kim, S. W. Hwang, J. W. Roh, D. J. Yang, W. H. Shin, X. S. Li, Y. H. Lee, G. J. Snyder, S. W. Kim, Dense dislocation arrays embedded in grain boundaries for high-performance bulk thermoelectrics. *Science*, 348 (6230), 109–114 (2015).

S7-9

Thermoelectric Materials for Electric Power

전력용 열전소재 연구현황

문승필*

한국전력공사 전력연구원

최근 지구온난화에 대한 관심이 높아짐에 따라 기후변화 대응 기술로 에너지하베스팅에 대한 관심과 기술개발이 집중되고 있다. 에너지하베스팅이란 버려지거나 사용되지 못하는 에너지를 전기 에너지로 변환하는 기술로 정의할 수 있는데 주로 전자파, 진동 또는 압력, 열 등의 에너지를 이용하고 있다. 화석연료가 전기 또는 다른 에너지로 변환되어 사용될 경우 58% 이상이 열에너지 형태로 버려지고 있는 것으로 알려져 있다. 그러므로 에너지하베스팅 기술 중 열에너지를 전기에너지로 변환하여 재활용하는 것은 매우 주용한 기술이다. 열에너지를 전기에너지로 변환할 수 있는 에너지하베스팅 기술은 열전발전기술, 스텔링엔진기술, ORC기술 등이 대표적이다. 열전발전기술은 시스템이 단순하여 적용가능성이 높은 반면 가격이 비싼 단점이 있다. 스텔링엔진과 ORC기술은 효율이 높은 반면 시스템이 복잡한 단점이 있다. 열전발전 기술은 현재 열전냉각분야에서 시장이 지속적으로 성장하고 있어 기술발전에 따른 가격경쟁력이 형성될 것으로 전망된다. 그러므로 대규모 에너지하베스팅 기술 중 열전발전기술은 향후 주목받을 기술 중 하나로 손꼽힌다. 본 고에서는 열전발전기술의 기술개발 현황과 전력분야 적용가능성 등에 대해 살펴본다.

S7-11

Improved Thermoelectric Performance of V-VI Thermoelectric Electrodeposits via Band Engineering

밴드 엔지니어링을 이용한 V-VI계 전착층의 열전특성 향상평가

김지원^{1*}, Nosang V.Myung², 임재홍¹¹재료연구소²University of California, Riverside

Thermoelectric (TE) devices are solid-state devices that can generate electricity by harvesting waste thermal energy (Peltier effect) and vice versa (Seebeck effect). Due to their limited energy conversion efficiencies, however, TE devices currently have a rather limited set of applications. Recently, there is a renewed interest in the field of TE materials because of the remarkable efficiency improvement by band engineering. Herein, we demonstrated augmented thermoelectric performance of n- and p-type V-VI thermoelectric electrodeposits by (1) energy filtering effect and (2) resonant impurity effect. For these effects, post annealing process and pulse plating technique were adopted to form interface or/and hetero-nanodots in the matrix, which was confirmed by the TEM and STEM analysis. Materials/structural properties of electrodeposits were correlated with electrical/thermoelectric properties. The details will be presented.

S7-10

Phonon Scattering by Nanostructure in Bi-Te Thermoelectric Materials

나노복합 구조 Bi-Te계 열전소재의 열전도도 저감에 대한 연구

김상일*

서울시립대학교

We have recently demonstrated that dense arrays of dislocations formed in grain boundaries can further reduce the κ_l by dislocation scattering at room temperature and above. In order to closely examine the effect of the dislocation scattering, the κ_l of polycrystalline $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ samples with and without dislocations were measured at low temperature ($T < 200$ K). Because other phonon scattering mechanisms like Umklapp and point-defect scatterings are not dominant at low temperature, we clearly show the presence of the dislocation scattering in the sample with the dislocations by successfully describing its low temperature experimental κ_l with a theoretical model.

S7-12

Electrochemical Synthesis of High Efficient Thermoelectric Materials by Nano-inclusions

임재홍*, Jiwon Kim

재료연구소

The growing interest in thermoelectricity as an eco-friendly and renewable energy conversion system has led to the use of solid-state thermoelectric devices as power generation systems for various-sized electronic and optoelectronic devices using waste heat source and refrigeration/cryosurgery cooling instruments. Furthermore, the numerous advantages of microscale thermoelectric devices, such as high integration density in small systems, higher output voltages for smaller temperature differences, and high power densities resulting from thinner thermocouples and higher heat fluxes, have promoted the development of sustainable power generators using low-dimensional configurations such as thin films. Recently, electrodeposited thin films using surfactant and pulsed electrodeposition exhibited extremely smooth surfaces with a dense structure and with a lower Seebeck coefficient than that of bulk counterparts. In addition, carrier energy filtering effect has not been observed in the electrodeposited films due to incorporation of nanostructures. In the present study, we performed systematic studies of Bi-Te and Sb-Te films deposited by electrodeposition at room temperature and correlated their material/structural properties to their thermoelectrical/electrical properties. More details will be presented

two-step SSR process, and the highly dense polycrystalline bulks were consolidated using SPS and HP. Enhanced thermoelectric figure of merit ZT value of ~ 1.0 at 873 K was obtained in HPed sample due to the synergetic effects of optimization of carrier concentration (high power factor) and improvement of point defect phonon scattering (low lattice thermal conductivity) through the control of HP conditions resulting in an increased solubility of Bi at Si-site.

S7-14

Thermoelectric Ceramic Composites with Low Phonon Transport by Chemical Exfoliation

화학적 박리법을 이용한 열전세라믹소재의 개발

김중영*

한국세라믹기술원

Herein, we report on syntheses and characterization of new thermoelectric composites from exfoliated $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ (BTS) nanocrystals by chemical exfoliation and subsequent spark plasma sintering to fabricate nanostructured thermoelectric bulk materials. The exfoliated n-type BTS nanoplatelets were shown to transform into nanoscrolltype crystals (5 nm in diameter, 50 nm in length) by ultrasonication. The thermoelectric performance of the BTS nanocrystals was found to be recoverable by minimizing surface oxides by chemical reduction of the exfoliated suspensions. Nanostructured bulk materials, composed of plate-like grains with 50 nm thickness, were prepared by sintering of the ultrasonicated sample using a spark plasma sintering technique. The resulting compound showed drastic reduction of lattice thermal conductivity ($0.31 \text{ W/mK @ } 400 \text{ K}$) due to enhanced phonon scattering at highly dense grain boundaries without deterioration of the power factor ($21.0 \times 10^{-4} \text{ W/mK}^2 @ 400 \text{ K}$). The peak ZT value of the present compound ($0.8 @ 400 \text{ K}$) is comparable to that of n-type single crystalline $\text{Bi}_2(\text{Te, Se})_3$, which is one of the highest among the reported values for n-type materials synthesized by a soft chemical route.

S7-13

Enhanced Thermoelectric Performance of Al and Bi Co-doped Mg_2Si via Hot Pressing

핫프레스 공정을 이용한 알루미늄과 비스무트가 이중 도핑된 마그네슘 실리사이드의 열전 성능 향상

김관식^{1*}, 이휘중¹, 여인용², 김병욱², 이규형³, 이우영¹¹연세대학교²현대자동차³강원대학교

We investigated phase formation behavior and thermoelectric properties of Al and Bi co-doped Mg_2Si polycrystalline bulks synthesized based on solid state reaction (SSR) combined with pressure induced sintering techniques such as spark plasma sintering (SPS) and hot pressing (HP). The powders were synthesized using

S7-15

Optimization of Process Variables for n-Type Cu doped $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ Thermoelectric Materials

Cu 첨가된 n형 $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ 열전소재의 물성 향상을 위한 공정 연구

최순목^{1*}, 서강현¹, 김일호², 서원선³, 신원호³, 이순일³, 황창원⁴¹한국기술교육대학교²한국교통대학교³한국세라믹기술원⁴(주) 제펠

We investigated the thermoelectric transport properties of Cu doped $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ polycrystalline bulks fabricated using rocking furnace technique combined with spark plasma sintering. The results were also compared with results from a melt spinning process. Cu-doping effect was investigated to control a formation of point defects. From the compositional tuning approach, we could reduce the deviation of electronic transport properties. Effects of annealing process were also investigated on thermoelectric transport properties of the specimens in this study.

S8-1

Cost Effectiveness of Solid Oxide Fuel Cells

고체산화물 연료전지의 경제성

이해원*, 이종호

한국과학기술연구원

Societal benefit-to-cost has been analyzed for solid oxide fuel cells deployed in SGIP (self-generation incentive program) with respect to existing technologies such as internal combustion engine, microturbine, and gas turbine. Despite considerable saving in fueling cost by high efficiency, the initial system cost and high operation and maintenance cost made decisive contribution to relatively low benefit-to-cost ratio. In absolute dollar value, it is necessary to reduce the SOFC system cost by half and to double its lifetime in order to effectively compete with the existing technologies. Recently, Nissan announced that an SOFC system will be applied to their BEV (battery electric vehicle) as a range extender, which is expected to increase driving range from 150 to 800 kilometers. This is a clear direction towards the future fuel shift in both power generation and powertrain in transportation. MHPS (Mitsubishi-Hitachi Power Systems) announced in September this year that they takes orders of their 250 kW SOFC hybrid system for demonstration. Full scale commercialization of their products are discussed based on their technology and product road maps publically opened in 2011, 2013, and 2015.

S7-16

Bonding Strength Improvement of Nickel Plating to Bi-Te Thermoelectric Material by Laser Texturing.

레이저 텍스처링법을 이용한 Bi-Te 계 TEM- Ni 전극접합 강도 개선 효과

황창원*

(주)제펠

열전 모듈은 사용환경에 있어서 부품의 양단간의 큰 온도차와 기계적 충격이 동반되는 경우가 대부분이다. 이러한 온도차 환경과 충격에너지는 TEM의 전극부분에 피로를 누적시키고 이로 인한 전극의 박리 또는 소재의 파괴의 원인이 된다. 특히 Bi-Te계 열전재료에 있어서는 접합소재의 확산 방지 기능과 솔더 접합 강도를 증대시키기 위하여 Ni를 코팅하는데 소재 특성상 쉽게 박리되는 현상이 일어난다. 레이저 텍스처링은 소재의 표면에 코팅하는 물질이 anchoring효과를 일으켜 접합강도를 개선 할 뿐만 아니라, 전극의 shear stress를 강화하는 효과가 있다. 레이저 텍스처링 공정을 통한 샘플들이 기존의 코팅방법을 통한 것보다 10% 이상의 접합력이 개선되었고 안정적으로 나타났다.

S8-2

Residential SOFC Development Status and Commercialization Strategy

국내 SOFC 기술개발 현황 및 사업 전망

이동원*, 박승환, 김하이안, 서미란

STX중공업

국내 연료전지 기업 중 SOFC 산업화에 강한 의지를 가진 10개 기업들이 SOFC 산업화 촉진을 위해 2015년 8월 25일 'SOFC 산업화 포럼'을 발족하였다. 'SOFC 산업화 포럼'은 학술적 정보 교류를 넘어 기업을 중심으로 전문성과 구체성을 가지고 산업화 측면에서 실질적인 성과를 이끌어 내기 위해 다음과 같은 목적을 두고 있습니다.

1. SOFC 기술의 신속한 산업화 도모
 2. SOFC와 관련한 대내/대외 활동을 공동 기획/수행
 3. 대외활동(대-정부/기업/고객)을 위한 일원화된 공식 대화채널
- 현재 'SOFC 산업화 포럼'은 총 20개 정회원사로 확대 되었고, 공동으로 전시회에 참가하는 등 협력을 공고히 하고 있다. 특히, 지난 한해 동안 "SOFC KS 인증"과제를 착수시켰고, SOFC 스택 모듈화"과제를 도출하였으며, "SOFC 실용화 개발"과제를 기획 대상 과제로 선정되는데 크게 기여하였다. SOFC는 기술적 난이도가 높지만, 환경친화적이고 에너지 절감 효과가 크기 때문에 산업화를 앞당기기 위해 많은 노력을 기울였고, 주요 시스템 개발사들은 각각 아래와 같은 개발 결과를 얻었다.

- STX중공업 : 출력 1.2 kW, 전력변환효율 47.3%, 종합효율 86%
- 경동나비엔 : 출력 0.7 kW, 전력변환효율 45.0%, 종합효율 90%
- 미코 : 출력 2.0 kW Prototype 개발

또한, 소재, 셀 및 스택관련 업체들은 나노복합소재, Biogas SOFC, 대면적 셀, 집전체, 버너 등의 개발에 관한 국책과제를 수행 중에 있다. SOFC 업계는 빠른 산업화와 저변 확대를 위해 기술 개발 및 사업화 방향성에 대한 보다 체계적인 합의와 노력을 지속할 계획이며, "실용화 개발"을 통한 시스템 안정성 확보와 "실증시험"을 통한 상품성 및 양산 기술 제고를 통해 2019년부터 본격적인 시장 진출을 모색하고 있고, 2020년 이후 연산 1만 대 이상을 목표로 하고 있습니다.

S8-3

Development of 700W Class Residential Planar SOFC System

700W급 건물용 평판형 SOFC 시스템 개발

신석재^{1*}, 이용¹, 박세진¹, 김준호²¹경동나비엔²경동원

경동나비엔은 (주)미코에서 개발한 평판형 스택을 사용하여 700 W급 SOFC 시스템을 개발하였다. 평판형 스택은 평판형 스택에 비해 전류 밀도가 높고 양산성이 우수하지만 밀봉이 어렵고 열팽창계수가 서로 다른 물질을 적층함으로써 인해 열 사이클에 취약하다. 본 연구에서는 스택을 보호하기 위해 안전 운전이 가능한 열 사이클 범위를 설정하였고 정격 운전 중 연료와 제어 전원이 차단되어 redox 현상이 일어나는 비상 정지에도 스택의 상태를 유지하기 위해 시스템 H/W 설계와 제어 알고리즘을 개발하여 firm ware로 구현하였다. 시스템을 구성하는 hot BOP, cold BOP 중 검증된 양산 부품을 적극적으로 적용하여 시스템 가격 저감을 시도 하였다. 시스템에서 발생한 열은 양산 중이 배열회수 모듈로 회수하였으며 전기와 열을 동시에 제어하는 알고리즘의 최적화를 진행 중이다. 2016년 2월 부터 2016년 9월까지 시스템 기준으로 4, 200시간 운전, 발전효율 45%, 총효율 90%, 소음 39dB의 결과를 얻었다. 시스템 운전 4, 200시간에는 200°C 이하의 열 사이클 8회, 200~600°C의 열사이클 4회, 정격 운전 중 갑자기 OCV로 전환되는 load trip 18회, 정격 운전 중 연료와 제어가 꺼지는 비상 정지 7회를 포함한다. on/off 후에도 정격 성능으로 회복하여 4, 200시간 까지 운전하였고 현재는 제어 관련 테스트가 진행 중이다. 발전효율과 소음은 유일한 SOFC 검사 규격인 KGS AB934에 의해 한국가스안전공사에서 측정한 결과이다. SOFC의 연소가스 측정은 KGS code에 의해 PEM과 달리 시스템 운전 시작 부터 종료 시 까지 전 구간을 측정하며 본 연구에 의한 시스템은 점화 시를 제외하고 전 구간에 대해 기준치를 크게 밑도는 값을 나타내었다.

S9-1

Nanoelectrode System for Direct Harvesting of Photosynthetic Electrons**광합성 전자의 직접적 추출을 위한 나노전극 시스템**

류원형*

연세대학교

In photosynthesis of plant cells, water is split into oxygen, protons, and electrons with the aid of absorbed light energy. The photosynthetic electrons (PEs) are transferred through a series of redox reactions between photosynthetic apparatus such as photosystem I (PS I) and II (PS II). Afterwards, the PEs are used for cell growth or stored in a form of carbohydrate. We aimed to directly extract PEs before their use for the cell growth or chemical storage without using mediators. For direct extraction of PEs from living cells, nanoelectrodes need to be inserted into the chloroplasts of plant cells without rupturing cell membranes for an extended period of time. First, we studied the optimum surface conditions and geometry of nanoelectrodes that do not disturb cell stability and growth. With the optimized nanoelectrodes, a week-long insertion of nanoelectrode into cells and light-triggered PE harvesting was demonstrated. For more scalable PE harvesting, an array of electrochemically-active nanoelectrodes was fabricated based on wet-tapping of nanoparticles and nanosphere lithography. Multiple cells were inserted by the nanoelectrode array and their light-triggered currents were analyzed for different voltage bias, light intensities, and application of photosynthesis inhibitors.

enzymes in mesoporous media and on nanofibers/nanotubes/nanoparticles. The approach of nanometer-scale enzyme reactors (NERs) stabilized enzymes in mesoporous media via a ship-in-a-bottle approach, which proceeds with the adsorption of enzymes into mesoporous silica followed by a simple step of enzyme crosslinking. A similar approach resulted in the enzyme coating on the surface of electrospun nanofibers, nanotubes and nanoparticles, which also stabilized the enzyme activity in a vivid fashion. Several successful examples of nanobiocatalytic enzyme stabilization for biofuel cells and expedited growth of microalgae will be introduced in details.

S9-3

Photoelectrode and Electrocatalyst for Solar-refinery**태양에너지 자원화를 위한 광전극 및 촉매 기술 개발**

민병권*

한국과학기술연구원

Solar-chemical production (solar-refinery) inspired from nature has attracted substantial attention due to a need for developing sustainable future energy as well as chemical resources. In this study, we demonstrate a highly efficient solar energy to chemical conversion device using CO_2 and water as feedstock. For the realization of this architecture we developed a thin film photovoltaic technology for the light absorbing component using a low cost, solution based $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{Se}_{1-y}\text{S}_y)_2$ (CIGS) fabrication method to provide high enough potential for the conversion reactions. Our solar-chemical conversion device adapted self-generated high surface area and degradation-resistive stainless steel as the water oxidation catalyst and nanostructured metal films as the CO_2 reduction to CO generation catalyst. Remarkably, this is the first demonstration of a monolithic and standalone solar-refinery device whose solar-to-chemical conversion efficiency from CO_2 and H_2O is over 4%, which is comparable to that of photosynthesis in nature. The details of the synthetic method and characterization of each component and the solar-refinery system will be discussed in the presentation.

S9-2

Nanobiocatalyst Applications for Biofuel Cells and Expedited Growth of Microalgae**연료전지와 미세조류의 성장 촉진을 위한 나노바이오촉매 응용 기술**

김중배*

고려대학교

Enzymes can be used in various fields such as biosensors, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), antifouling, proteomics, biofuel cells and carbon dioxide (CO_2) conversion. However, their practical applications have been hampered by the short lifetime of enzymes. This presentation will discuss the developments of nanobiocatalytic approaches for the stabilization and immobilization of enzyme activities based on crosslinked

S9-4

2D Inorganic Nanosheets: Universal Building Blocks for High Performance Electrocatalysts

2차원 무기 나노시트: 고성능 전기화학촉매 합성을 위한 다용도 빌딩블록

황성주*

이화여자대학교

The exfoliated 2D nanosheets of layered inorganic solids (layered metal oxides, layered double hydroxides, layered metal chalcogenides, and graphene) attract intense research interest because of their usefulness as building blocks for 3D multifunctional composite materials applicable for energy and environmental technologies. The 2D nanosheets of inorganic solids can be synthesized by soft-chemical exfoliation reaction of the pristine layered materials. A great diversity in the chemical compositions and crystal structures of inorganic nanosheets provides this class of materials with a wide spectrum of physical properties and functionalities. The inorganic nanosheets can be used as powerful components for high performance electrocatalysts for oxygen evolution reaction, oxygen reduction reaction, oxygen reduction reaction, etc. These materials can play a role as electrocatalytically active components as well as conductive additives for improving the electrocatalyst performance of hybridized catalyst. In this talk, several practical examples of 2D inorganic nanosheet-based electrocatalysts will be presented together with the discussion about the relationship between electrocatalyst activity and chemical bonding nature.

S9-5

Development of Enzymatic Fuel Cell based on Various Mediators

다양한 전자전달체 시스템을 이용한 효소연료전지의 개발

Dong Sup Kim, Ju Hun Lee, Soo Kweon Lee, Ji Hyun Yang, and Seung Wook Kim*

Korea University

Enzymatic fuel cells (EFCs) utilize redox enzymes to produce high electron transfer rate from available substrates for high power density generation. Essentially, enzymatic biofuel cells convert chemical energy stored in glucose into electricity. Recent progress in

nanobiocatalysis has opened the possibility of improvement in these aspects. In this study, a bioelectrode technique that employs mediator, which uses electron transferring agents, was developed for an EFC. The EFC was also improved for efficient wiring of the enzymes. Efficiency of the EFC was evaluated under mild conditions such as ambient temperature neutral pH, and component concentrations. The electrical properties of a basic EFC based on a redox enzyme system as biocatalysts were investigated. The electrical properties of a basic EFC based on a redox enzyme system as biocatalysts were also investigated. These results are expected to find wide applications such as in biosensor, detection systems and lead to other fuel cells applications.

S9-6

Control of Voltage Reversal Occurring in Microbial Fuel Cell

미생물연료전지에서 발생하는 전압역전현상 제어

안준영*

한국환경정책평가연구원

Microbial fuel cell (MFC) has a big potential for recovering electrical energy from organic wastes. The electrical energy produced in MFC can be used for nutrient recovery from wastes, value added chemical production, carbon sequestration, and so on. However, there are still some barriers for its commercialization. One of the biggest challenges of MFC technologies is to increase working voltage by series connection of multiple MFC units. Stacking MFC units in series is a well-known method for boosting the working voltage. However, voltage reversal which occurs in series-connected MFC units adversely affect anode biofilm in the units. Although there are several methods in existing studies, such as active or passive methods to control voltage reversal in stacked MFCs, chemical fuel cells, or photovoltaic cells, these methods are inapplicable for small-scale MFCs that are promising for portable power sources, since they are too complicated for small MFCs or energy loss is too substantial. Recently, we developed a simple, inexpensive way of controlling voltage reversal in series-connected MFC units, based on the hypothesis that voltage reversal occurs over critical current density. Our study proved the hypothesis theoretically and experimentally and proposed using an external resistor placed between individual units of stacked MFCs. It is expected that this innovative method will accelerate MFC commercialization as portable power sources to electronics in the near future.

S9-7

Feasibility of a Simple Biofuel Production Using Planetary Mill Pretreatment

유성분밀 전처리를 이용한 바이오연료 생산 공정 단순화

이진형*

한국세라믹기술원

A simple biofuel production process was developed using planetary milling, and *Pinus rigida* wood sawdust as a model substrate for fermentable sugars. The use of planetary milling as the pretreatment eliminates the need for washing and transfer of the biomass prior to enzymatic hydrolysis. Moreover, using this pretreatment process resulted in the production of only 0.072g/L soluble phenolic compounds, a concentration that was not inhibitory towards *Clostridium beijerinckii* NCIMB 8052. As the milling was performed in 50mM acetate buffer (pH 4.8), the enzymatic hydrolysis step was initiated by simply adding the cellulase cocktail powder directly to pretreated biomass without washing the biomass or exchanging the buffer, resulting in a glucose yield of 31g/L and efficiency of 84.02%. Fermentation of the hydrolysate samples by *C. beijerinckii* NCIMB 8052 gave slightly better butanol yields than cultures grown in a typical lab media (P2), with final concentrations of 6.91 and 6.66g/L, respectively.

S10-1

Role of Surface Charge Dynamics for Ferroelectric Applications

김윤석*

성균관대학교

Surface charge dynamics has been of great interest for multiple applications, such as ferroelectric memories, solar cells, and energy harvesting devices, because surface charge dynamics is directly correlated with device performance in some of these applications. Hence, understanding of the surface charge dynamics is a key step for enhancing the device performance. Among many different types of materials, ferroelectric materials are expected to show very complex surface charge dynamics due to the existence of polarization charges on the ferroelectric surfaces. This complex surface charge dynamics could induce unexpected charge transfer phenomena in the ferroelectric surfaces. In this presentation, I will summarize our recent effort to explore surface charge dynamics on the various ferroelectric surfaces, e.g. PbTiO_3 , $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$, and P(VDT-TrFE) , under external stimuli such as electric field, mechanical force, and illumination. Further, I will discuss about its influence on the device performance in ferroelectric based memories, solar cells, and energy harvesting devices.

S9-8

Recycling Rice Husks for High Capacity Lithium Battery Anodes

왕겨 유래 리튬이차전지용 고용량 음극소재 개발

정대수^{1*}, 최장욱², 박승빈²¹한국세라믹기술원²KAIST (한국과학기술원)

The rice husk is the outer covering of a rice kernel and protects the inner ingredients from external attack of insects and bacteria. To perform this function while ventilating air and moisture, rice plants have developed unique nanoporous silica layers in their husks through years of natural evolution. Despite the massive amount of the annual production near 10^8 tons worldwide, so far rice husks have been recycled only for low value agricultural items. In an effort to recycle rice husks for high value applications, we convert the silica to silicon and use it for high capacity lithium battery anodes. Taking advantage of the interconnected nanoporous structure naturally existing in rice husks, the converted silicon exhibits excellent electrochemical performance as a lithium battery anode suggesting that rice husks can be a massive resource for use in high capacity lithium battery negative electrodes.

S10-2

Modulation of Surface and Interface of Complex Oxide Thin Film Heterostructure for Two-dimensional Transport

이차원 전도성을 위한 산화물 박막 헤테로 구조의 표면 및 계면 변조

유상우*

KAIST (한국과학기술원)

Surfaces and interfaces have been investigated intensively due to their exotic phenomena in condensed matter physics, especially, oxide electronics. Two-dimensional electron gas that several oxide thin film heterostructures have and topologically protected edge states proposed for strongly correlated oxide heterostructures are representative examples of well-known interfacial properties. In this talk, using $\text{LaAlO}_3/\text{SrTiO}_3$ as model system, it will be discussed how surface and interfacial structures can be changed with the modulation of their transport properties as there are external perturbations such as polar molecular adsorption, temperature/pressure change, and application of electric fields. Synchrotron surface x-ray diffraction shows that polar adsorbate-induced interfacial metallicity reduces polar displacements in the LaAlO_3 layer. First-principles density functional theory calculations show that surface dipoles introduced by polar adsorbates lead to additional charge transfer and the reduction of the ionic displacements in the LaAlO_3 layer supporting the experimental observations. Polar molecular adsorption can also act as a chemical switch to turn on and off the interfacial conductivity. In addition, polar surface undergoes atomic reconstruction on the surface region in nature and under a certain condition of film growth due to its polarity. However, it can be converted into an ideal interface without atomic reconstruction with the deposition of other materials making a conducting layer. In the end, the role of surface oxygen vacancies for the two-dimensional conducting interface will be revisited.

S10-3

Challenges and Opportunities for Ferroelectric Heterostructure Films for Functional Devices

기능성 소자 응용을 위한 강유전체 이종구조 박막 연구의 전망과 과제

윤종걸^{1*}, 노태원², Lingfei Wang², 신영재²¹수원대학교²IBS, 서울대학교

The requirements for future system towards smaller size, lower volume, and lower power consumption with enhanced performance drive intensive research on complex oxides and multiferroic films which have many intriguing functional properties. Among complex oxide thin films, ferroelectrics has been one of promising materials for next generation nonvolatile memory devices since 1950s and have many other applications issues using ferroelectricity itself and their coupling to other functional materials. We notice that the properties of many complex oxide films deposited on single crystal substrates are affected by many physicochemical constraints, such as surface symmetry and lattice mismatch at heterointerfaces between the films and substrates, and thermodynamics process during deposition. Strain engineering of ferroic materials with the perovskite structure has been the most pursued to date. Strain relaxation in ferroelectric thin films causes additional effect such as giant flexoelectric effect which significantly affects domain dynamics in ferroelectric thin films. The ferroelectricity of ultrathin films of several atomic layers, which is important for ferroelectric tunnel junction for nonvolatile memory devices, is significantly affected by thermodynamic conditions during film depositions. We report recent progresses on the fundamental science and technological applications of ferroelectric heterostructure films for functional devices.

S10-4

Polar Metals by Geometric Design

페로브스카이트 산화물 박막에서 기하학적 설계를 통한 극성 도체의 구현

김태현*

울산대학교

Free carriers within a metal eliminate internal dipoles that may arise owing to asymmetric charge distributions. Quantum physics supports this view, demonstrating that delocalized electrons make a static macroscopic polarization, an ill-defined quantity in metals: It is exceedingly unusual to find a polar metal that exhibits long range ordered dipoles owing to cooperative atomic displacements aligned from dipolar interactions as in insulating phases. Here we describe experimental realization of new room temperature polar metals in thin film ANiO₃ perovskite nickelates using a strategy based on atomic scale control of inversion preserving (centric) displacements. We predict with ab-initio calculations that cooperative polar A cation displacements can be geometrically stabilized with a non-equilibrium amplitude and tilt pattern of the corner-connected NiO₆ octahedra – the structural signatures of perovskites – owing to geometric constraints imposed by the underlying substrate. Heteroepitaxial thin films grown on LaAlO₃ (111) substrates fulfill the design principles. We achieve both a conducting polar monoclinic oxide that is inaccessible in compositionally identical films grown on (001) substrates, and observe a hidden, previously unreported, non-equilibrium structure in thin film geometries. We expect that our approach of geometrical stabilization will provide avenues to the development of new multifunctional materials with unusual coexisting properties.

S10-5

Routes to Enhancing Photoresponse of Metal Oxide Thin Films for Solar Water Splitting: Nanostructuring, Heterostructuring, and Use of Surface Plasmons

태양광 물분해용 산화물 박막의 광반응성 증대 방안: 나노구조화, 이종접합화 및 플라즈몬 이용

장호원*

서울대학교

After a brief introduction on the principle of solar water splitting and the benefits of nanostructuring, heterostructuring, and the use of localized surface plasmon resonance, we present a systematic study between photoelectrochemical (PEC) properties and band structures of BiVO₄-based heterojunction. We show the control of active areas of WO₃ is the key to achieve high PEC efficiency of BiVO₄/WO₃. Conformally coated three-dimensional (3D) BiVO₄ nanodots on the surface of WO₃ nanodots shows the highest photocurrent without catalyst or doping reported to date. We show that solution-processed 1D TiO₂ nanorods can be used as protection and antireflective layer for Si photocathodes. It is also shown that 1D TiO₂ nanorods themselves have catalytic effect to split water. Using the 1D TiO₂ nanorods and 0D Pt nanoparticles, we demonstrate the state-of-the-art performance of Si photocathodes. Finally, we show that shape-controlled octahedral Au NPs greatly promote the photoactivity of TiO₂ thin film with over-bandgap photon energy rather than sub-bandgap photon energy. We ascribe the photoactivity enhancement to the presence of hot holes at the high energy, derived from the intensified LSPR-EFs induced by octahedral Au NPs at over-bandgap photon energy of the TiO₂ semiconductors. The shape-controlled NPs strategy enables forceful hole transfer to the oxygen evolution level, which is useful to explore new efficient plasmonic photoelectrodes.

S10-6

Studies of Functional Oxide Thin Films Using Synchrotron Light

방사광 가속기를 이용한 기능성 산화물 박막 연구

장서형*

부경대학교

기능성 산화물과 그 계면에서 보이는 흥미 있는 물리 현상은 최근 에너지 변환 및 저장 장치가 가지는 한계를 뛰어 넘을 수 있는 가능성을 보여준다. 그러나 실제 산화물과 그 계면이 실제 시스템에서 외부 자극에 의해 어떻게 반응하는 지에 대한 우리의 이해는 아직 부족하다. 특히, 전기장이 있는 상황에서 산화물 내부와 계면에서 전자 및 이온의 움직임에 대한 체계적인 물리 연구가 절실하다. 이러한 흥미 있는 물리 현상과 전기촉매 특성의 연관성을 연구하기 위해, 우리는 산화물 박막으로 이루어진 모델 시스템을 구현하고 첨단 관측 장비를 개발하였다. 이 발표에서 최근 *in situ* 방사광 가속기 장비를 이용해 수행한 산화물 박막 연구와 앞으로 수행할 연구에 대해서 소개하고자 한다. 방사광 가속기를 이용한 박막 연구가 산화물 기반 차세대 에너지 및 정보저장 장치 개발과 이해에 도움이 될 것이다.

difficulties of direct probing buried ion transport channels. In this talk, I will present nanoscale investigation of oxygen ion transport in vertical heteroepitaxial Sm-doped CeO_2 (SDC)- SrTiO_3 (STO) films using scanning probe microscopy (SPM). The ionic conductivity of SDC-STO nanocomposite film is higher by one order of magnitude than plain SDC films. Advanced SPM studies show that only the SDC nanopillars have high oxygen ion conductivity, while the surrounding STO matrix showed negligible conduction. Furthermore, the fast ion-conducting channels are not exclusively restricted to the interface but rather reside in the whole volume of the high crystalline SDC nanopillars. This work highlights that direct spatially-resolved mapping of oxygen ion conduction at the nanoscale is essential to verify the underlying mechanism of ionic conductivity enhancement. This work also offers a pathway to realize spatially localized fast ion transport in oxides of micrometer thickness.

S10-7

Spatially Resolved Mapping of the Enhanced Oxygen Ion Conduction in Sm-doped CeO_2 and SrTiO_3 Vertical Nanocomposite Films

Sm-doped CeO_2 와 SrTiO_3 로 이루어진 vertical nanocomposite 박막에서의 산소 이온 전도도 향상의 SPM 관찰

양상모*

숙명여자대학교

Fast oxygen ion transport at reduced temperature is highly desirable in many oxide-based electrochemical devices, including solid oxide fuel cells (SOFCs), catalysts, and memristors. While huge ion conductivity has been demonstrated in planar heterostructure films, there has been often considerable debate over the origin of the conductivity enhancement, in part because of the

S10-8

Tunable Nanoionics in Vertically-aligned Oxide Heteroepitaxy Films

수직방향으로 정렬된 산화물 이종접합구조를 이용한 나노 이온소자

이신범*

DGIST (대구 경북과학기술원)

Oxygen ion transport in oxides has attracted great attentions due to useful functionalities for device and energy applications. However, poor mobility of oxygen ions results in several critical issues, which are very harmful for practical devices. Here, I will introduce a new platform, vertically aligned oxide heteroepitaxy films, which show significantly enhanced oxygen ion transport at much reduced temperature. Furthermore, I will discuss physical parameters to control ion transport more effectively in this system.

S10-9

Uncovering Oxygen Vacancy Motion and Local Structure in LaCoO_3 with Aberration-corrected STEM/EELS

고분해능 STEM/EELS를 이용한 LaCoO_3 산화물 내에서의 산소 공공의 이동 및 구조변화에 대한 연구

장재혁*

한국기초과학지원연구원

Oxygen vacancy is one of the most interesting research subject in oxide materials, because of their chemical structure in the oxide. Especially, an oxygen reduction reaction is crucial for solid oxide fuel cell cathode. The direct observation of oxygen vacancies in the oxide is almost impossible, however, a unit cell level study such as lattice expansion has been demonstrated with Cs corrected Transmission Electron Microscopy. In this talk, oxygen vacancy motion in LaCoO_3 as well as the local structure changes are demonstrated with real-time observation.

S10-12

Change of Electrical Properties of Ferroelectric Thin Films Induced by Gamma-ray Irradiation

강유전체 박막에서의 감마선 조사에 의해 유발되는 전기적 특성 변화

부상돈*

전북대학교

Ferroelectric substances with the ABO_3 perovskite structure are widely used as materials in electronic devices. Among the fields in which electronic devices based on ferroelectric substances are used, devices exposed to high-energy radiation such as in space, nuclear reactors, and military applications are included. Long-term exposure of such electronic devices to radiation is likely to damage the ferroelectric substances owing to the high-energy radiation effects. Therefore, the development of radioactivity resistant ferroelectric substances is essential for use in high radiation environments. In this work, we investigated the gamma-ray (γ -ray) irradiation effects on the electrical properties of the PbTiO_3 , $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$, $(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})(\text{Mn}_{0.005}\text{Nb}_{0.995})\text{O}_3$ thin films. The thin films were prepared using a chemical solution deposition method through a spin-coating process, which were subject to γ -ray with various total irradiation doses from 0–3000 kGy. The structural properties as well as the ferroelectric and dielectric properties of the prepared films were examined before and after γ irradiation. We found that the remnant polarization ($2P_r$) value of the films decreased by ~10% after irradiation up to 3000 kGy. In addition, the dielectric constant of the films decreased. The observed variation of the electrical properties on the total dose might be mainly associated with the mobile defects in Mn-doped KNN thin films such oxygen vacancy and the stored energy gained from gamma-rays.

S10-11

Time-resolved X-ray Microdiffraction for Ferroelectric Oxide Heterostructures

시간분해능 X선 산란법을 이용한 산화물 강유전체 박막 구조 연구

조지영*

광주과학기술원 (GIST)

Time-resolved X-ray microdiffraction is a versatile technique to study the structural responses of materials under external driving forces. An ideal model system can be ferroelectric thin films which provide intriguing functionalities under an external voltage, such as the switching of remnant polarization and electromechanical distortion. In this presentation, I will discuss our recent studies to investigate the electromechanical responses arising from ferroelectric thin film capacitors using a synchrotron time-resolved X-ray microdiffraction technique.

S10-13 Correlation between Strain and Defect in Complex Oxides

산화물 내 용력과 결함의 상관관계에 관한 연구

최민석*

인하대학교

Control of materials properties via strain has been extensively studied because strain could be a simple and predictive parameter. Alternatively, the formation of defect and impurity as well as dopant is reported to strain in host oxide. In this work, we investigated strain, defects and their interaction in complex oxides via first-principles electronic structure calculations. Our recent findings on how strain and native defect/dopant change the structural and electrical properties of oxides such as SrTiO_3 and VO_2 will be presented.

S11-1 Sintering Atmosphere Induced Effects in Hydroxyapatite during Flash Sintering

소결 분위기에 따른 하이드록시아파타이트의 플래쉬 소결

김주성*, 인두바지파이, 한영환, 김석영

영남대학교

From the last five years, flash sintering has attracted the attention of researchers due to its very low sintering duration for ceramics even in the pressure-less condition. In order to investigate the atmosphere-dependent efficacy of flash sintering, hydroxyapatite (HA), a well-known bioceramic which is electrically insulator, was consolidated in inert (Argon and Helium gas) atmospheres and air at 1000, 1100 and 1200°C through flash sintering, and all flash sintered samples were compared with the without flash sintered (under 0 V/cm) samples. Electric field was applied at constant temperatures as mentioned above, and the electric flash was observed in all the samples in all the three atmospheres. The current flow through the HA was observed lowest in Argon atmosphere than the Helium, whereas grain damage was observed relatively higher in air sintering.

S10-14 Computational Design of Novel Quantum Matters

제일원리계산을 이용한 새로운 양자물질 디자인

이관우*

고려대학교

The quantum anomalous Hall effect (QAHE), also known as Chern insulator, is a two-dimensional ferromagnetic insulator with a nonzero Chern number, resulting in a quantized boundary anomalous Hall conductivity in absence of an external magnetic field. In an existing bulk material with a quasi-two dimensional Fe honeycomb lattice, we add new understanding of the interplay between Coulomb repulsion strength U and spin-orbit coupling (SOC). The transition from Chern to trivial (Mott) insulator phases occurs, as increasing U . SOC can produce and remain the Chern states with the high Chern number $C=3$ against U up to 60 times as large. Our results are expected to provide a new direction for pursuing a viable QAH insulator.

[Acknowledgement] These researches have been supported by NRF of Korea Grants No. NRF-2016R1A2B4009579 and collaborated with W. E. Pickett (UC, Davis), and Young-Joon Song and Kyo-Hoon Ahn (KU).

S11-2

Spark Plasma Sintering and In Vitro Biocompatibility of Graphene Nanoplatelet Reinforced Alumina

그래핀 강화 알루미늄 세라믹스의 통전가압소결 및 생체 적합성

Zhao Jingming^{1*}, 황규홍², 한영환³¹조선대학교²경상대학교³영남대학교

Graphene nanoplatelets are added as reinforcement to alumina ceramics in order to enhance microscale tribological behavior, which would be beneficial for ceramic-onceramic hip implant applications. The reduction in microscale wear is critical to hip implant applications where small amounts of wear debris can be detrimental to patients and to implant performance. The addition of the GNPs leads to improvements in fracture toughness and wear (scratch) resistance of 21% and 39%, respectively. The improved wear resistance is attributed to GNP-induced toughening, which generates fine (~100 nm) microcracks on the scratch surface. In addition, active participation of GNPs is observed in the scratch subsurface of GNP-reinforced samples through focused ion beam sectioning. Friction coefficients are not significantly influenced by the addition of GNPs, and hence GNPs do not act as solid state lubricants. *In vitro* biocompatibility with human osteoblasts is assessed to evaluate any possible cytotoxic effects induced by GNPs. Osteoblast cells are observed to survive and proliferate robustly in GNP-reinforced samples, particularly those with high (10 -15 vol.%) GNP content.

S11-3

DC Electric Field Strength Induced Grain Growth in Hydroxyapatite during Flash Sintering

플래쉬 소결 과정에서 전기장의 세기가 하이드록시아파타이트의 결정립 성장에 미치는 영향

인두바지파이*, 김주성

영남대학교

The rapid densification of materials via flash sintering has attracted the interest of researchers towards this technique. In the current study, a bar-shaped hydroxyapatite (HA) specimen was consolidated in a vertical tubular flash sintering furnace operated in air atmosphere at 1000 and 1100°C temperature. To observe the

effect of strength of electric field, 10 mm and 5 mm gauge length of HA samples were heated up to above mentioned furnace temperature then DC electric field was applied at that constant temperature. The minimum voltage required to initiate the flash decreased with increasing the furnace temperature. Interestingly, the rise in sample's temperature was recorded during the flash event. Although, bulk phase stability remained unaffected, regardless of the electric field strength or furnace temperature due to a very short sintering time. The grain growth occurred with increasing electric field strength at both furnace temperatures. On the other hand, the grain damage was observed with the stronger electric field. The Joule heating associated with electric field might be responsible for the grain growth.

S11-4

Sintering Behavior of Pre-ceramic Polymer Derived SiC by SPS Method

SPS 방법에 의한 프리세라믹 폴리머 유래 탄화규소의 소결거동

이윤주^{1*}, 신동근¹, 한영환², 이지환²¹한국세라믹기술원²영남대학교

-Si-C-를 기본 골격으로 하는 무기고분자인 폴리카보실란(polycarbosilane, PCS)은 본래 SiC 섬유 제조를 위하여 개발되었으며, 이와 더불어 폴리머의 구조적 특성 및 유-무기 전환 공정에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 최근 첨단 산업에서 고온소재가 요구됨에 따라 다양한 형태의 SiC 성형체와 Cf/SiC, SiCf/SiC 등과 같은 세라믹 복합체 개발이 수행되고 있으며, 이와 더불어 국내에서도 폴리카보실란 소재의 특성과 유-무기 전환 공정에 대한 연구가 다시금 관심을 받고 있다. 무기 고분자의 일종인 폴리카보실란은 열분해 온도인 300 °C 미만에서 용융이 가능하므로 성형체가 무너지는 것을 방지하기 위하여 열처리 전 단계에서 경화공정을 거치는 것이 일반적인데, 이 때 산소가 유입될 뿐만 아니라 Si에 비해 높은 탄소수로 인하여 열분해 후 잉여의 탄소가 남게 되어 소결이 쉽지 않다는 특징이 있다. 본 연구에서는 경화과정을 필요로 하지 않는 고분자 영역의 폴리카보실란을 선택적으로 분리함으로써 산소의 유입을 차단하고, 이의 열분해 분말을 이용하여 SPS 방식으로 95% 이상의 밀도를 나타내는 치밀한 소결체를 얻을 수 있었다. 치밀체에 대한 XRD와 Raman 분석 결과로부터 SiC 결정과 탄소의 결정 상태를 확인하고 SEM과 TEM으로 미세구조를 관찰함으로써 폴리카보실란 유래 SiC의 소결거동을 확인하였다.

S11-5

The Properties of Ceramic/Metal Cabon Nano Composite Made by Spark Plasma Sintering for Commercial Usage

스파크 프라즈마 소결에 의한 CNT 복합체 제조 및 특성평가

정성실*

(주)어플라이드카본나노

다중벽/단일벽 탄소나노튜브는 탄소나노튜브가 가진 우수한 전기적/열적 특성으로 인해 금속/세라믹/고분자 등 소재를 대상으로 다양한 적용사례를 만들고 있어 그 저변을 넓히고 있다. 그러나 탄소나노튜브는 촉매기상합성법(Catalytic CVD method)으로 만들어져 매우 심하게 entangle된 형태로 합성되어 탄소나노튜브를 가닥 가닥 풀어주는 분산이 매우 중요한 이슈로 인식되어 왔다. 모제로서 Al_2O_3 , ZrO_2 , SKD11을 사용하였으며, 다중벽 탄소나노튜브의 함량이 최대 5vol%가 되도록 사전 혼합한 후, 고에너지 밀링법으로 무기계 탄소나노복합분말을 제조하였다. SPS 성형된 무기계 탄소나노복합체는 전기적 특성을 가지고 있으면서 파괴인성 등의 기계적 물성이 증가한다는 연구결과를 확인하였다.

S11-6

Spark Plasma Sintered Transparent Hydroxyapatite for Bio-Medical Research Applications

통전가압 소결법의 생체의학 응용 투명 하이드록시아파타이트

한영환*

영남대학교

Hydroxyapatites (HAs) are used as bioceramics for artificial bone substitutes because of their good biocompatibility. Transparent hydroxyapatite (HA) ceramics with fine and dense microstructures were generated by SPS at $\sim 900 - 1000^\circ\text{C}$ and 80 MPa. A 1 mm thick sample showed $>70\%$ transmission at 400 nm, which is the highest value reported to date. Furthermore, examination of the optical properties revealed a decreased absorption coefficient with increasing sintering temperature, and demonstrated that using too low a temperature for should be avoided when fabricating highly transparent HA ceramics with low absorption coefficients. Bio-Medical applications with the current HA will be introduced with on-going experiment at UC Davis and collaboration with other institutes in the world.

S12-1

Progress in Standardization Activities of Fine Ceramics in China

Danyu Jiang*

Shanghi Institute of Ceramics, China

After one year's preparation by Shandong Industrial Ceramics Research & Design Institute Co., Ltd.(SICRDI), which was authorized by State Administration for Quality Supervision and Inspection and Quarantine(AQSIQ), the Technical Committee 194 on Industrial Ceramics (fine ceramics) of Standardization Administration of China (SAC/TC 194) was established in Sep. 1992. The Secretariat for SAC/TC 194 was allocated to SICRDI and the first committee consisted of 25 committee members. Beginning from 1992, especially since 2004, SAC/TC194 made rapid progress in standardization of fine ceramics. 37 national standards and 72 industrial standards have been published, 17 standards adopted from international standard, and the other 20 national standards and 50 industrial standards being under development. In June 1995, Dr. Jin, who was on behalf of SAC, attended the second plenary meeting of ISO/TC 206, and then China was one of eight P members of ISO/TC 206. Till now, China has proposed 7 new work items, 4 of them published as ISO 13124:2011, ISO 17095:2013, ISO 17094:2014, ISO 18558:2015, and SAC/TC 194 organized the 4th and 19th plenary meeting of ISO/TC 206 in 1997 and 2012 respectively. In the future, China will put the emphasis on the following areas: (1) take an active part in the work of international standards of fine ceramics; (2) adopt more International Standards as national standards and industrial standards; (3) draft more national standards for new test methods; (4) start associational standards (Chinese Building Materials Federation standards) in accordance with the new standardization policy of China.

S12-2

Current Activities in ISO/TC206 'Fine Ceramics'

이태규*

나노팩 (Chairperson, ISO/TC206)

ISO/TC206 'Fine ceramics' is a technical committee (TC) in ISO, established in 1992. The first plenary meeting for this TC was held in 1994, and the latest meeting was held in August 2016, in Berlin, Germany. The scope of this TC covers very wide field concerning the ceramic materials for industrial applications, in forms of powders, monoliths, coatings and composites, and in functions of mechanical, thermal, chemical, electrical, magnetic, optical and their combinations. Currently, this TC consists of 16 participating member (P-member) countries and 16 observing member (O-member) countries. We already have 87 published standards from this TC, and 46 work items under discussion, and 8 items agreed to initiate new work item ballot, at the last meeting. We have active working groups for powders, bearing materials, photocatalytic materials, coatings, porous ceramics, ion-conductive ceramics, chemical analysis, ceramic joining, microstructure and ceramic matrix composites in this TC. Almost 24 years have passed since starting this TC, generally speaking, the categories of the discussed items in this TC tends to shift, from some testing methods for fundamental properties, to some properties for specified applications, such as ceramic bearing materials, photocatalytic materials and ion-conductive materials. In this talk, I will explain the background, current situation, published items from this TC, but more importantly handling of new NP will be introduced in detail.

S12-3

Material Data Base Handbook and Standard Property Test Evaluations of SiC_f/SiC CompositeSiC_f/SiC 복합체의 표준 재료물성 평가와 자료 핸드북

박지연*, 김대중, 이현근, 김원주

한국원자력연구원

재료 물성평가 표준화는 재료 개발 및 연구, 제조공정 품질 보증, 재료 특성 비교 및 신뢰성 있는 설계 자료 생산을 위하여 중요한 재료 개발 과정이다. 특히 개발된 구조용 소재를 시스템에 부품으로 실용화하려면 고신뢰성 재료 물성 자료와 이를 바탕으로 한 설

계 코드의 확보가 선행되어야 한다. 또한 생산된 고품질의 물성자료가 효과적으로 활용될 수 있도록 효율적인 구조를 지닌 물성자료 핸드북의 구축과 적용은 개발된 재료의 실제 응용을 위한 기반 도구가 된다. 고온 기계적 특성과 내환경성이 우수한 소재인 SiC_f/SiC 복합체는 항공우주, 원자력 등의 극한 환경용 차세대 구조 재료로 고려되고 있다. 따라서 관련 부품 설계자들은 설계 코드를 개발하고, 이에 필요한 신뢰성 높은 물성자료를 확보하고자 한다. 미국의 ASME, 프랑스의 RCC와 같은 고온 설계 코드가 새로운 운전조건을 지닌 차세대 원자력 시스템을 위한 개발되고 있다. 이와 관련하여 고신뢰성 물성 자료 확보와 이를 효과적으로 활용할 수 있는 물성 자료 핸드북의 구축이 한국을 포함한 국제공동연구에서 수행 중에 있으며, 관련하여 ASTM, ISO, JIS, AFNOR 등을 통하여 표준 평가 절차를 제정하고 지속적인 개정 및 보완을 수행하고 있다. 본 발표에서 원자력 산업에서 수행 중인 물성 평가 표준화 및 설계 코드 개발 현황을 살펴보고, SiC_f/SiC CMC 복합체 소재를 개발하며 적용하고자 하는 물성 표준화와 물성 자료 핸드북의 예를 소개하고자 한다.

S12-4

Standardization of Testing Method for Fine Ceramic Powders in ISO/TC 206 'Fine Ceramics' WG02 'Powders'

파인세라믹스 분체 시험방법의 표준화

이희수¹*, 류지승¹, 신현규², 김용남²¹부산대학교²한국산업기술시험원

Global market for fine ceramic powders has been growing rapidly with the development of high-tech industry including electronics, info-communications, vehicles, and aerospace engineering. ISO/TC 206 'Fine ceramics' WG2 'Powders' has been established in 2004. The WG2 has developed the standards of testing methods for fine ceramic powders, such as density, flow rate, and compaction property. 21 experts and 7 participating member countries are participated, and several standards have been published since 2007. Six work items are under discussion, including two revision items of the published standards (ISO 18753 and ISO 23145-1). NP 1307 (viscosity of ceramic slurry) and NP 1403 (thixotropic behavior) are enquiry and preparatory stage, respectively. TCNP 1608 (Densification on natural sintering) and TCNP 1609 (Iso-electric point), proposed in 2016, have been approved as new project in the committee's work programme. In the future, new work items with 2 proposed items will be progressively developed in this WG.

S12-5

Method for Crystallinity of Silicon Carbide (SiC) Single Crystal Using High Resolution XRD

고분해능 X선회절법을 이용한 전력반도체용 SiC 단결정 박막 품질 평가 국제표준화

이선홍*

한국세라믹기술원

SiC는 GaN과 더불어 차세대 전력반도체용 소재로서 가장 유력하며 고전압, 고전류, 고내열 등 가혹한 조건을 극복할 수 있어 기존 Si를 대체할 수 있다. 이러한 SiC는 성장조건이 매우 까다로워 디바이스로 상용화시키는데 많은 시간이 필요했다. 지난 25년동안 웨이퍼의 직경을 늘리는데 많은 기술이 적용되었으며 내부결함도 지난 10년 동안 지속적으로 감소시켰다. 한편, SiC 단결정은 결정 내부의 결함정도에 따라 에너지 효율이 결정되므로 단결정 박막의 결정성 품질을 정확히 측정하는 것이 매우 중요하다. 결정성을 측정하는 분석방법으로는 고분해능 X-선 회절기(HR-XRD)를 사용하는 것이 일반적이며 다양한 결함들의 정도를 쉽게 확인할 수 있다. 그러나, HR-XRD는 일반 XRD와는 달리 다양한 부가장치들과 조건들이 필요하며 이것이 만족되지 않으면 심한 오차 값을 유발할 수 있다. 따라서, 결정성 분석에 대해 올바른 절차와 조건으로 측정하는 표준이 반드시 필요하다. 본 연구는 전력반도체용 SiC 단결정 박막에 대해 HR-XRD를 이용한 결정성 분석의 표준화 방법에 대한 것으로 poly-type의 4H 및 6H SiC를 대상으로 하였다.

was added to $\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$ as a promoter for enhancing oxidation-reduction reaction of Ce and its high thermal stability. We investigated formation of solid solution of tungsten and ceria and its influences on catalytic activity in terms of thermal and microstructure analysis. $\text{CeO}_2\text{-WO}_3/\text{TiO}_2$ catalyst synthesized by sol-gel method was well dispersed and formed solid solution of $\text{W}_x\text{Ce}_{1-x}\text{O}_{2-\delta}/\text{TiO}_2$ by substitution of tungsten to ceria lattice. Thermal stability of the catalyst was evaluated through physicochemical analysis after heating. The effects of tungsten addition on performance of the catalyst will be discussed through identifying the surface changes which were caused by the lattice distortion and the valence state changes by conducting microstructural analysis.

S12-7

Ultraviolet Photoluminescence Image that Test Method for Analyzing Polytypes of Conductive SiC Crystals

자외선유도발광 이미지분석에 의한 SiC 결정의 폴리타입 평가

최형석*, 윤지영, 정성민, 이명현, 서원선

한국세라믹기술원

Silicon carbide (SiC), which has a closed packed crystal structure, is a promising wide bandgap (WBG) material applicable to laser diodes (LDs)/light emitting diodes (LEDs) or power electronic devices. During crystal growth, many types of stacking order of SiC can occur within the bulk of a single sample due to temperature fluctuations in the sample, and these different types of stacking order are called "polytypes". Polytypes have identical closed-packed planes, but differ in the stacking sequence in the third axis perpendicular to these planes. These polytypes of SiC have the same density and Gibbs free energy, but different electronic band structures. The differences in band structures cause emitted luminescence to have different wavelengths when ultraviolet (UV) light is incident on the SiC. SiC can be grown using several crystal growth techniques such as physical vapor deposition (PVD), high temperature chemical vapor deposition (HT-CVD), top seeded solution growth (TSSG), etc. In the production process, polytype inclusion generation is one of the drawbacks of bulk SiC. Therefore, a rapid test method to discriminate polytypes is important for mass production of SiC crystals. This presentation introduce the research and standardization process of the test method to evaluate the polytypes of SiC by ultraviolet induced photoluminescence measurement using non-contact and full-field measurement techniques.

S12-6

Valence State and Catalytic Activity of WO_3 doped $\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$ Catalysts for Low-temperature $\text{NH}_3\text{-SCR}$

저온용 SCR 촉매 $\text{CeO}_2\text{-WO}_3/\text{TiO}_2$ 의 원자가 상태 및 촉매 활성 연구

김순옥^{1*}, 조승현¹, 신민철², 차진선², 이희수¹¹부산대학교²한국산업기술시험원

$\text{CeO}_2/\text{TiO}_2$ has been a representative material in low temperature SCR catalyst research due to its high catalytic activity by oxygen storage capacity and easy oxidation-reduction reaction of Ce^{3+} and Ce^{4+} . However, there are some problems such as agglomeration during heat treatment at high temperature (550°C) and low catalytic activity at operating temperature (150-250°C). In this study, tungsten

S12-8

Reliability Evaluation and Standardization of Microporous Separators for Lithium-ion Batteries

리튬이온전지용 다공성 분리막의 신뢰성 평가기술 및 표준화

이동원*, 이상현, 김용남

한국산업기술시험원

리튬이온전지는 유비쿼터스 사회에 있어서 중요한 역할을 담당할 휴대모바일 전원으로 가장 널리 활용되고 있으며, 그 성능 및 안정성에 관한 끊임없는 연구개발도 진행되고 있다. 리튬이온전지를 구성하는 요소 중 다공성 분리막은 액체 전해질을 함유하는 기능과 양극과 음극을 격리하는 기능을 수행한다. 또한 이온과 전해질을 투과시키기 위해 기공 구조가 요구되며 양극과 음극이 접촉할 경우 내부온도가 상승해 폭발이나 전해액이 노출될 위험을 방지하기 위해 고온에서 절연막 역할을 수행하는 shut-down 특성이 요구된다. 기존에는 이러한 조건들에 적합한 재료들로 폴리올레핀 계열 분리막들이 사용되었으나 최근에는 열적 안정성과 기계적 안정성을 개선하기 위해서 세라믹 복합분리막이 이차전지의 분리막 재료로 연구되고 있다. 분리막 코팅 소재로서는 알루미늄이 대표적으로 이용되고 있으며 초미분이면서 고순도의 알루미늄이 우수한 특성을 나타내고 있다. 본 연구에서는 코팅 소재인 순도 99.997%의 고순도 알루미늄 제조 및 표준화된 분석 기술을 적용한 알루미늄 분체의 특성 평가를 진행하였다. 또한, PE 분리막 위에 알루미늄/ PVDF-HFP 코팅층으로 구성된 복합분리막을 제조하였고, 제조된 분리막과 상용화된 다공성 분리막을 대상으로 신뢰성 평가를 수행하였다.

S12-9

Electrochemical and Failure Analysis of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ and $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_3$ Cathode for Solid Oxide Fuel Cells

고체산화물 연료전지의 cathode 용 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ and $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_3$ 의 전기 화학 및 고장 분석

김수연^{1*}, 류지승¹, 김용남², 송준광², 이희수¹¹부산대학교²한국산업기술시험원

Perovskite materials have been widely studied for its interesting electrical and magnetic properties. $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ (LSM) and $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ (LSCF) are known as strong candidates for the cathode of solid oxide fuel cells. However, they have degradation problems for application, which are segregation of elements and the thermal mismatch with electrolyte. The segregation of LSM and LSCF has been just reported as a phenomenon, and therefore a detailed degradation mechanism should be clarified in terms of structural, morphological, and electrovalence change. We focused on the changes of electrochemical properties of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ and $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_3$ ($x=0.1, 0.2, 0.3$) after exposure to thermal and electrical stress. Electrochemical degradation was observed by measuring electrical conductivity and polarization resistance under the stresses over 100 hours. Structural changes were investigated using Rietveld refinement and FE-SEM from micro to macro viewpoint. XPS analysis was also conducted to understand an electrovalence change of the elements.

S13-1

Controlling the Properties of CVD Grown Graphene and their Applications

화학기상증착법에 의해 합성된 그래핀의 물성조절과 이의 응용

김근수*

세종대학교

Controlling the properties of graphene is very important and attractive issue in graphene research. As we know the graphene get from natural graphite or artificially synthesized it and the latter case is easier than former which is manipulating the properties of graphene, relatively. For the synthesis of high-quality graphene, the growth condition has optimized by controlling the CVD parameters. As a result, we have successfully grown the graphene and doped graphene under very short growth time. It has shown 10 times faster than typical growth condition using CVD with methane (CH_4), previously. In Raman spectra, 2D/G ratio and D/G ratio of samples have shown significantly different results according to supplying sources. Especially, in the case of N-doped graphene grown by pyridine source, D-peak intensity is increased, G-peak is blue shifted and 2D-peak intensity is suppressed. In x-ray photoelectron spectra, our pristine graphene has shown clear C1s-peak, and N-doped graphene has shown asymmetric broad C1s-peak from C-N bond and N1s-peak from graphitic-N bond, dominantly. In addition, according to electrical characterizations, positions of Dirac point have shown neutral (methane ; $V_D = \sim 0$ V), p-type (alcohol ; $V_D = \sim 55$ V) and n-type (pyridine ; $V_D = \sim -95$ V) behaviors depend on the organic precursors. As a result, we have successfully control the property of CVD grown graphene based on different organic precursors. More details and their potential applications will be provided in the presentation.

S13-2

Facile Oxidation and Exfoliation of Graphene Oxide via Couette-Taylor Flow

테일러 유동반응을 이용한 고품질 산화그래핀 연속 제조

양우석*

전자부품연구원

A practical approach to bulk-scale graphene-based materials is critically important for their use in the industrial applications. Here, we describe a facile method to prepare graphene oxide, which uses the oxidation of graphite in a Couette-Taylor flow reactor. As compared to the conventional Hummers' method, this method improves the efficiency of the oxidation process that yielded a greater amount of graphene oxide in a dramatically shortened reaction time. We found that the formation of Taylor vortex flow in the reactor is effective for reaction of graphite with oxidizing agents (KMnO_4 and H_2SO_4), which allows for the production of a single or few-layer graphene oxide platelets at a high yield of 93% within 60 min of reaction time. The properties of fabricated graphene oxide was examined by field emission scanning electron microscope, Raman spectra, atomic force microscope, x-ray photoelectron spectroscopy and x-ray diffraction.

S13-3

Applications of Thermal Conductive Nano Carbon Composites based on Engineering Analysis

엔지니어링 해석 기반 열전도성 나노탄소복합소재 산업 적용 사례

정찬영*

아테오 주식회사

열전도성 나노탄소 복합소재를 응용한 방열구조체를 개발하여 LED조명과 가전제품의 방열부품에 적용하였다. 소재의 적합성과 물성치를 최적화하기 위하여 열해석과 기구설계를 선행하였다. 이러한 엔지니어링 기술을 기반으로 방열부품을 개발함에 따라 복합소재의 가격과 기술경쟁력을 확보하였다.

S13-4

Several Barriers and Success Business Model in Commercialization of Nano-Carbon based Products

탄소나노소재 상업화 진입장벽 및 사업화 전략

김동환*

금호석유화학

CNT 소재 maker인 금호석유화학이 바라보는 응용시장 진입장벽 및 경험한 성공 사례에 대해 설명을 진행할 예정

S13-6

Tailoring Pore Structure of Carbon Composite Nanofiber for High Performance Supercapacitors

탄소복합나노섬유의 기공 구조 제어를 통한 고성능 슈퍼커패시터 응용

김창호^{1*}, 양철민¹, 양갑승²¹한국과학기술연구원²전남대학교

Electro-spun based carbon composite nanofibers (ECCNFs) are widely investigated to electrode materials for supercapacitor due to their superior properties such as high specific surface area, easy to control the structure with organic to inorganic additive materials, good electrical conductivity and shallow pore depth with nanofiber and directly used as electrode without further fabrications. Recently, increasing supercapacitor's energy density is key issue in clean energy applications. In order to increasing energy density of supercapacitor, well fitted pore development on electrode with electrolyte ion or using ionic liquid as electrolyte which has wide potential window, is intensively studied in recent day. We were developed the high performance supercapacitor using ionic liquid (EMIm-TFSI) and KOH electrolyte. Pore controlled ECCNFs which were prepared by blend precursor (PAN and TEOS), activations and further heat-treatment. Pore characteristics and electrochemical performances of ECCNFs were characterized to illuminate the relationships between the pore structure and ion size of the electrolyte in electrochemical performances.

S13-5

CNT-based Flexible Electrode Technology

탄소나노튜브 기반 유연전극 기술

한중택*

한국전기연구원

Flexible electrodes fabricated with conducting soft electromaterials such as carbon nanotubes (CNTs), graphene and metal nanowires are of great interest for various applications, ranging from alternative electrodes for flexible electronics. However, the difficulty in processing these soft electro materials represents one of the key challenges to researchers working in this area. In this talk, I will present a novel method to fabricate the dispersant-free conducting pastes with CNTs, graphene and nanocarbon (NC)/metal or metal oxide hybrid materials using supramolecular NCs having quadruple hydrogen bonding motifs. The judicious use of supramolecular interactions allows fabrication of printable, spinnable, and chemically compatible conducting pastes with high-quality NC materials, useful in flexible electronics and textile electronics.

S13-7

Properties and Applications of Activated Carbon Materials

활성탄소 소재 특성 및 응용

박상희*

GS칼텍스

활성탄소 소재는 다공성 탄소 소재로 활성탄이 주로 사용되고 있다. 최근 미세면지로 인해 다공성 탄소소재가 함유된 필터의 중요성이 증가하고 있다. 이에 본 발표에서는 활성탄소 소재 개요 및 특성에 대해 논의하고 응용분야 및 향후 전망에 대해 논의하고자 한다.

S13-8 Development Trend of Carbon Fibers

탄소섬유의 개발동향

김성룡*
효성기술원

최근 탄소섬유강화 고분자 복합소재 (CFRP)는 우주항공/자동차, 전기/전자, 에너지/환경 등의 분야로 적용범위가 급속히 확대되고 있는 추세이다. 이러한 추세에 따라 경량이면서 고강도, 다기능성, 그리고 성형가공성이 우수하고 가격경쟁력을 갖춘 CFRP의 제조 및 응용 기술이 크게 주목 받고 있다. 국내의 경우, 최근 효성과 태광이 탄소섬유 국산화에 성공하였으나 아직도 많은 양의 탄소섬유를 수입하고 있는 상황이다. 또한, CFRP는 다양한 활용성과 우수한 성능에도 불구하고 탄소섬유가 고가라는 점이 시장확대의 걸림돌이 되고 있다. 따라서 최근에는 저가 탄소섬유를 개발하기 위하여 저가 Precursor개발, Large Tow 탄소섬유개발, 저비용 탄소섬유 제조공정 개발 등에 주력하고 있다. 본 세미나에서는 탄소섬유 개발에 있어서의 요소기술, 장애요인 및 개발동향에 대해 소개하고자 한다.

S13-10 Structural Analysis of Concrete Beam Strengthened with a Hybrid Composite of Carbon-glass Fiber/Epoxy Matrix

탄소-유리섬유/에폭시 하이브리드 복합재료로 보강된 콘크리트 빔 구조해석

양범주*
한국과학기술연구원

In this study, the structural behavior of reinforced concrete strengthened by the hybrid carbon/glass fiber-reinforced polymeric composites is computationally and experimentally investigated. A micromechanical constitutive damage model, which accounts for the interface between reinforcements and polymer matrix, is implemented into finite element (FE) code ABAQUS, and the overall strengthening performance of the system is predicted. A parametric analysis based on micromechanics and FE is also conducted to evaluate the influences of interface on the effective behavior of composite and concrete beam. In the future, the proposed approach would be further compared with additional experimental data for the validation purpose.

S13-9 Recent Research Trends in Thermoset Prepreg for Advanced Composites

열경화성 프리프레그 최신 연구동향

박용민*
(주)이씨컴퍼지트

프리프레그 (Prepreg)는 탄소섬유 원사 또는 직물에 수지 (Resin)를 함침시킨 시트 (Sheet) 형태 제품으로, 탄소복합재 성형을 위한 중간재이다. 프리프레그는 탄소섬유의 가치사슬 (Value Chain)에서 탄소섬유와 CFRP를 이어주는 소재로 항공우주, 자동차, 스포츠용품 등 다양한 분야에 적용되고 있으며, 전체 탄소섬유의 약 55%가 프리프레그의 형태를 통해 부품으로 성형될 정도의 핵심적인 소재이다. 본 연구에서는 프리프레그 시장의 대부분을 차지하고 있는 열경화성 Matrix 적용 프리프레그의 시장현황을 살펴보고, 세계 주요 Prepreg Maker의 프리프레그 연구동향에 대하여 살펴 보았다. 또한 2015년 산업기술평가관리원 복합재 R&D 로드맵 구축에서 선정된 프리프레그 유망기술인 자동차 / IT 부품 대량생산을 위한 속경화형 프리프레그, 초박형 탄소섬유 UD / 직물 프리프레그, 풍력용 Blade에 적용 가능한 저온경화 / 후물형 프리프레그, 저가 탄소섬유 적용 산업용 프리프레그, 건식 필라멘트 와인딩 공법용 토우프리프레그 기술 개발 현황 및 경쟁요소 등에 대한 Review를 진행하였다.

S13-11

Carbon-based Electrode Materials for Lithium Ion Batteries

리튬이온전지 전극용 탄소계 복합소재

김소연*, 양철민

한국과학기술연구원

Today, the technologies on energy generation and storage are very important issue for humans, and continuously developments and studies for superior technologies have been strongly demanded. On these technologies, the carbon-based nanomaterials based on graphene, carbon-nanofibers and graphite have been received a great deal of attention as the key material for the energy storage device and in the various science and industry fields. These carbons composed with the sp² carbon binding structure have attracted significant attention from the scientific community due to their outstanding electronic, optical, thermal, mechanical, and chemical properties. Therefore, in this study, a variety of carbon nanocomposite for the energy storage materials is suggested, in detail, for lithium ion battery (LIB). The carbon material can help maintain the structure integrity and mitigate capacity fading. At the same time, the carbon material may act as an artificial SEI film to stabilize the electrode surface and prevent undesirable side reactions during cycling. The effects of carbon material on the electrochemical performance of carbon-based composite anodes are discussed.

source. The chemical states of nitrogen on N-SWCNHs were modified by post-oxidation-treatment (Post-Ox) by HNO₃ at room temperature (N_CNH_Ox). The specific surface area (SSA) of SWCNHs was decreased from 368 to 74 m² g⁻¹ after pyridine CVD, suggesting that N-contained carbons were intensively deposited on the SWCNH surface then blocked the pore. After post-Ox on the N_CNH, pyrrolic-N and quinolinic functional groups dramatically increased. The SCs per unit SSA of the CNH, N_CNH, CNH_Ox, and N_CNH_Ox were 11.4, 7.5, 31.1, and 91.4 μF cm⁻², respectively. In particular, the SC per unit SSA of the N_CNH_Ox was 12 times higher than that of CNH_Ox. Such an extremely high SC per unit SSA is ascribed to the increase of N functional groups modified by oxidation treatment, resulting in enhanced electrochemical performance. These phenomena will be discussed in detail later.

S13-13

Thermal Conductivity Properties of Few-Walled Carbon Nanotube Sheets

소수벽 탄소나노튜브 (FWCNTs) 시트의 열전도 특성

이운선^{1*}, 이승용², 심상은³, 양철민¹¹한국과학기술연구원²LG 이노텍³인하대학교

Carbon Nanotube (CNT) sheets have great attraction for thermal management applications because of their excellent thermal conductivity. In this study, few-walled carbon nanotubes (FWCNTs) were dispersed in a solvent, and then the precipitates were filtrated using a vacuum filtration. The prepared FWCNT sheets were characterized by field-emission scanning electron microscopy (FE-SEM), Raman spectroscopy, and thermal conductivity measurement by Laser flash analysis (LFA). The in-plane thermal conductivity of the FWCNT sheets increases with sonication time, indicating that the density of the FWCNT sheets plays a dominant role in phonon transport in FWCNT sheets. Additionally, when the after 1000 °C heat-treatment, the in-plane thermal conductivity of the FWCNT sheets increases from 4.02 W/mK to 4.80 W/mK due to decrease of defect on FWCNTs. The FWCNT sheets having a heat-spreading characteristic are expected to be used in a wide range of heat dissipation applications in electronic devices.

S13-12

Nitrogen-Doping Effect on Single-Walled Carbon Nanohorns for Supercapacitor Electrode

초고용량 커패시터 전극용 단일벽 탄소나노혼에 대한 질소 도핑 효과

위재형^{1*}, 김창호¹, 김용암², 양철민¹¹한국과학기술연구원²전남대학교

In recent year, N-doped carbon materials were intensively studied due to their superior electrochemical performance, which is one of the candidate to obtain high energy density supercapacitor. Herein, we investigated the relation between surface chemical structure and specific capacitance (SC) on N-doped single-walled carbon nanohorns (N_CNHs). The N_CNHs were prepared by chemical vapor deposition (CVD) method using pyridine as a nitrogen doping

S13-14

A Novel Process to Carbon Nanotube Filter by CCVD Method

CCVD 방법에 의한 탄소 나노튜브 필터의 신 공정법

박중규^{1*}, 김세영², 한인섭², 김석영³, 김익진¹¹한서대학교²한국에너지기술연구원³영남대학교

A novel approach towards the formation of carbon nanotubes (CNTs) filter onto biomorphic carbon template was attempted by the application of three different reaction techniques. Carbon template having pore dimensions of 25 μ m were developed by carbonizing reaction. LTA zeolite crystals of 0.3 μ m were simultaneously synthesized and coated within the porous carbon template by an *in situ* hydrothermal process and were subjected to a colloidal process for preparing the suitable catalyst nano-particle of carbon nanotubes synthesis. The catalytic chemical vapour deposition (CCVD) technique was used to grow CNTs within the carbon template and the effect of reaction time and temperature on the morphology, crystallinity and yield of CNTs were investigated.

Pt films. Graphene grown on high temperature sputtered Pt films is free of micro-sized multilayer graphene islands normally observed in graphene grown on polycrystalline Pt foils. This indicates that using Pt thin films can effectively suppress the multilayer graphene growth by carbon segregations and precipitations from the Pt bulk. Growth of single layer graphene is demonstrated on Pt films with a thickness down to 25 nm. Effects of the Pt substrates on the as-grown graphene have been investigated. An XY plot of the Raman G and 2D bands in graphene shows a correlation with the surface facet orientations of the Pt substrates measured by electron backscatter diffraction. With a general red shift of the G band distributions, a blue shift of the 2D band distributions is observed, which goes as high as $\sim 2750\text{ cm}^{-1}$ in graphene grown on Pt (111) films.

S13-16

Preparation and Electrochemical Properties of Sulfur-Doped Porous Graphenes

황 도핑 다공성 그래핀 제조 및 전기화학적 특성

전우식^{1*}, 김창호¹, 김용암², 양철민¹¹한국과학기술연구원²전남대학교

The incorporation of heteroatoms into carbon nanomaterials has been used to improve the electrical properties and surface activity. Herein, we incorporated sulfur atoms into the surface and lattice of carbon nanomaterials for improving pseudo-capacitive performance. Sulfur-doped graphene spheres (SGS) with hierarchical porous structures are synthesized by chemical vapor deposition (CVD) on layered double oxide (LDO) using thiophene as a sulfur source. De-doped graphene spheres (de-SGS) were prepared through thermal treatment in H_2 gas atmosphere at 973K for 12 h. From X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and contact angle test, the sulfur content in the de-SGS was almost eliminated. In particular, the pore structure such as specific surface area was maintained after de-doping treatment. When used to evaluate the effect of sulfur-doping on graphene structure as the electrode of the supercapacitors, the SGS showed a 262.5 % larger specific capacitances (25.2 F g^{-1}) than de-SGS (9.6 F g^{-1}) at 20 mA cm^{-2} in a 1M TEABF₄/PC electrolyte. Furthermore, sulfur incorporation into carbon material increased the contact area of the electrode material with the electrolyte to promote the accessibility of the ions solvated with a polar solvent, thereby enhancing the electrochemical performance. Therefore, sulfur-doped graphene is a promising electrode material for supercapacitor applications.

S13-15

Chemical Vapor Deposition of Graphene on Platinum: Growth and Substrate Interaction

백금(Pt) 기판위에서 그래핀의 화학기상증착: 기판과 합성과의 상관 관계

남정태^{1*}, Dong-Chul Kim², Dong Hoon Shin³,
Seungjin Nam⁴, Won Ki Lee⁴, Jun Yeon Hwang⁴,
Sang Wook Lee³, Helge Weman², 김근수¹¹세종대학교²Norwegian University of Science and Technology (NTNU)³Ewha Womans University⁴Korea Institute of Science and Technology

Low-pressure chemical vapor deposition of graphene has been investigated on various Pt substrates such as e-beam deposited films, sputtered films, and polycrystalline foils. High temperature sputtering is found to be crucial in growing single layer graphene on Pt. It gives highly (111)-oriented crystallization with a significant reduction of dewetting in Pt films, in contrast to e-beam deposited

S13-17

Highly Densified Single-Walled Carbon Nanohorns/Graphene Composite Electrodes for Supercapacitor Application

초고용량 커패시터용 고밀도 단일벽 탄소나노혼/그래핀 복합체 전극

황현태^{1*}, 위재형¹, 김창효¹, 한중훈², 양철민¹¹한국과학기술연구원²전남대학교

The low density of carbon nanomaterial based supercapacitor has limited their extensive applications, even though they have ultra-high gravimetric capacitance. In this work, we successfully prepared agglomerated high-density composite electrodes of single-walled carbon nanohorns (NHs) and graphenes through facile spray-drying method. In order to prepare the high-density composite electrodes, water-based mixtures of NHs and graphene oxides (GOs) were spray-dried by heated air (200°C). Dispersed GOs in water were agglomerated with spherical shape containing NHs in spray-drying process. Reduced spray-dried GOs/NHs (rSGNH) showed high electrode density of 1.23 g cm⁻³ while reduced oxidized-NHs and reduced spray-dried GOs (rSGO) have only 0.74 and 0.39 g cm⁻³, respectively. As a results, the rSGNH showed highest volumetric capacitance (80 F cm⁻² at 1 mA cm⁻²) and low sheet resistance (53 Ω m⁻²) without conductive materials such as carbon black. We expect that these high-density NHs/GOs composite electrodes with high volumetric capacitance can find useful applications in energy storage fields such as supercapacitors.

S14-2

Applications of Piezoelectric and Piezoresistive Effects

압전 및 압저항 현상의 응용

김병곤*

(주)세라토크

압전재료와 압저항재료는 외력에 의해 재료의 전기적 특성이 변화한다는 공통점이 있다. 압전재료의 경우 여전히 PZT계 세라믹스가 널리 쓰이고 있는데 이는 응답속도가 우수하고 비교적 가격이 저렴하여 초음파 진동자, 센서, 레조네이터, 착화소자 및 필터 등으로 응용되고 있다. 압저항재료는 주로 flexible sheet 형태로 필름 위에 도포되는 형식으로 제작되며 도전성, 반도체성, 유전성 재료 등 복합재료의 형태를 갖는다. 이러한 필름형 압저항재료는 압력 분포를 정성/정량적으로 분석하는 데 주로 이용된다. 이들 재료의 기본원리를 소개하고 스마트폰 제조 공정에서 핵심공정의 요소부품으로 사용되는 내용을 소개하고자 한다.

S14-3

Room-temperature Coating of Ceramic Thin Films by Using Aerosol Deposition Method

에어로졸 데포지션 법을 이용한 세라믹 박막의 상온 코팅

오종민*, 김홍기, 송진원

광운대학교

Due to the continuous demands for compact electronic devices with multifunction, a concept of three-dimensional (3-D) integration of passive components is emerged and especially ceramic thin film capacitors for miniaturization and high capacitance density have been extensively researched. However, conventional processes for fabricating the ceramic film are needed a high sintering temperature and can cause thermal problems to other components. Thereby, it is important to develop a low temperature fabrication process for ceramic thin films. Among the coating technologies, aerosol deposition method (ADM) based on the room temperature powder spray process in low vacuum has notable advantages which enable to deposit films of ceramic materials on various materials. In addition, the ADM have many superior merits, such as high deposition rates, dense microstructures and simple process. Therefore, we have attempted to fabricate ceramic thin films by using the ADM, although the ADM was originally developed for thick film process. In this presentation, we will report and discuss our detail results of the ceramic thin films via the ADM for film capacitor, and possibility of technology convergence and another application will be also discussed.

S14-1

Automotive Exterior LED Trend

자동차 외장용 LED 기술 동향

인태경*

루미레즈코리아

자동차 외장 램프는 LED의 도입과 더불어 그 성능뿐만 아니라 스타일링과 기능이 눈부시게 발달하고 있다. LED의 적용과 더불어 자동차 외장 램프는 다양한 스타일링을 통해 특정 자동차사를 특징지을 수 있게 되었고 운전자와 보행자의 안전을 위한 고급 기능까지 보유하게 되었는데, 이러한 자동차 외장용 LED 기술 동향을 살펴 보도록 한다.

S14-4

Electrical Characteristics of Multilayer MoS₂ Transistors with Molybdenum ContactsMo 전극을 이용한 다층 MoS₂ 박막 트랜지스터의 전기적 특성 연구오민석^{1*}, 유권옥², 최솔이¹¹전자부품연구원²승실대학교

We report on two-dimensional (2D) multilayered molybdenum disulfide (MoS₂) thin-film transistor (TFT) with molybdenum (Mo) contacts. Our current-voltage study at different temperatures (300-393 K) reveals that Mo as source/drain (S/D) electrode can form good contacts with multilayered MoS₂ crystals. It exhibited field-effect mobility (μ_{FE}) of 23.9 cm²/Vs and on/off ratio of $\sim 10^6$ in a linear region; threshold voltage shift and mobility drop rate were -0.11 V/K and -0.08 cm²/Vs/K respectively for the temperature range, which suggest a band transport characteristics with Mo-MoS₂ ohmic contacts.

S14-6

Low-temperature Solution-processed Metal-oxide Thin-film Transistors and their Applications

저온 용액공정 산화물 박막 트랜지스터 및 응용소자

김영훈*

성균관대학교

In recent, solution-processed metal-oxide thin film transistors (TFTs) have emerged as a promising candidate for electronic devices in wearable smart devices due to their high performance, good reliability and compatibility with low-cost manufacturing process. Particularly, solution processing of metal-oxide semiconductors and gate insulators is of great interest to allow a simple manufacturing process. Despite of these advantages, a high temperature annealing is generally required to fabricate high performance oxide semiconductors and gate insulators, which has impeded their practical applications in wearable smart devices. Here, we report the formation of metal-oxide semiconductors and gate insulators at a low-temperature using a sol-gel process and photochemical activation induced by deep ultraviolet (DUV) irradiation. In this presentation, we also demonstrate various photochemically activated metal-oxide TFTs and their possible applications in wearable smart devices.

S14-5

All Solid-state Thin Film Batteries for Power Source of Smart Lens

스마트렌즈의 전력원으로 활용하기 위한 전고상 박막전지

이현석^{1*}, Narendra S. Parmar¹, 김광범², 최지원¹¹한국과학기술연구원²연세대학교

All solid-state thin film batteries with olivine cathode materials were fabricated on contact lens. All solid-state thin film batteries using olivine compound as cathode materials were fabricated and the electrochemical properties were characterized on polyimide substrate. The olivine cathode materials were deposited by RF magnetron sputtering. LiPON solid electrolyte film was deposited in N₂ gas atmosphere by RF sputtering. Silicon nitride thin film as anode materials were deposited RF magnetron sputtering. Finally, the all solid-state thin film batteries were transferred onto polydimethylsiloxane (PDMS) contact lens replicas. The all solid-state thin film batteries are applicable as a power source of the glucose sensor.

S14-7

Development of High-k Dielectric Thin Film Using A-site Modified Perovskite Nanosheets

A-site 치환을 통해 향상된 유전특성을 가지는 페로브스카이트 나노시트의 제작

임혜나^{1*}, 류소연¹, 성영은², 최지원¹¹한국과학기술연구원²서울대학교

Two-dimensional (2D) perovskite nanosheets are candidates as next-generation materials because of its special properties such as great magnetic and optical properties. Especially, Dion-Jacobson perovskites such as $\text{Sr}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$ have been emerging as a dielectric thin film material because it shows high-k performance undisturbed for thickness. However, the dielectric permittivity is still below than the thick film value, so development of new composite nanosheets to enhance dielectric performance is necessary. In this work, we investigated Bi-substituted $\text{Sr}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$ nanosheets in order to study the effect of A-site modification on dielectric performances. 2-dimensional nanosheets have been prepared by solution-based cation exchange, and dielectric films have been deposited through Langmuir-Blodgett method. The structural properties of nanosheets were investigated X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscope (SEM), and high-resolution transmission electron microscopy (HR-TEM) with its precursor material. Also, the electrical properties were measured from an impedance analyzer and current-voltage measurement.

S14-8

Finger Print Sensor Module Tech. Using Ceramic Material

세라믹 소재 적용 지문인식 센서 모듈 기술

김재홍*

크루셜텍

지문의 무늬는 사람마다 다르기 때문에, 개인 식별 분야에 많이 이용되고 있다. 특히, 지문은 개인 인증 수단으로서 금융, 범죄수사, 보안 등의 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 이러한 지문을 인식하여 개인을 식별하기 위해 지문 센서가 개발되었다. 지문 센서는 사람의 손가락을 접촉하고 손가락 지문을 인식하는 장치로서, 정당한 사용자인지 여부를 판단할 수 있는 수단으로 활용되고 있다. 지문 센서를 구현하는 방식으로는 광학방식, 열감지 방식 및 정전용량 방식 등의 다양한 인식 방식이 알려져 있다. 이 중 정전용량 방식의 지문 센서는 사람의 손가락 표면이 도전성 감지 패턴

에 접촉될 때 지문의 골과 마루 형상에 따른 정전용량의 변화를 검출함으로써 지문의 모양(지문 패턴)을 획득한다. 최근에는 스마트폰과 같은 휴대용 장치를 통해, 전화, 문자 메시지 전송 서비스와 같은 통신 기능뿐 아니라, 금융, 보안 등 개인 정보가 활용되는 다양한 부가 기능이 제공되고 있으며, 휴대용 장치의 잠금 장치에 대한 필요성이 더욱 중요하게 부각되고 있다. 이러한 휴대용 장치의 잠금 효과를 향상시키기 위하여, 지문 인식을 통한 잠금 장치가 장착된 단말기를 본격적으로 개발하고 있다.

S14-9

Ceramic RF Convergence for Mobile Telecommunication and IoT

차세대 이동통신 및 IoT와 세라믹 RF 융합부품

고현종*

알신테크놀로지코리아

LTE의 보급 확대에 따라 40여개 이상의 LTE 주파수 대역이 휴대전화에 적용되고 있어 Data Traffic의 양과 속도를 향상시키기 위해서 여러 주파수 Band를 묶어서 통신 서비스를 제공하는 Carrier Aggregation이 20여개 이상의 조합으로 증가하였음. 또한 다양한 지역에서 글로벌 로밍을 통해 사용 가능한 FDD-LTE 및 TDD-LTE를 하나의 플랫폼에서 지원하는 휴대전화가 증가하였음. 5세대 이동통신 서비스 전까지 0.7~3.8GHz 대역의 LTE Licensed 대역과 ~5.9 GHz까지의 LTE-Unlicensed 대역을 묶어서 서비스를 제공함으로써 Data Traffic 양과 속도를 1000배까지 향상시키는 서비스가 제공될 것으로 보이며, 이에 따라 인접대역의 감쇄특성이 우수한 주파수 필터와 복합대역의 필터가 요구되게 됨. 그리고 이중 부품간의 복합화가 급속히 진행되어서 LTCC기반의 BPF, Balanced Filter, Balun, Diplexer, Triplexer, Coupler 등 부품과 SAW Filter/Duplexer, BAW (FBAR) Filter/Duplexer, RF Switch, Power Amplifier Module 등 반도체 기술을 적용한 RF 부품의 융복합화가 다양한 형태로 진행되고 있음. GPS/Glonass/Compass, Bluetooth/Dual Band WiFi (2/5GHz) 등으로 대표되는 Wireless Connectivity 부품도 IoT의 적용증가에 따라 사용이 더욱 확대될 것으로 예상됨. 부품의 융복합화는 LTCC를 기반으로 한 Multi-Layer Ceramic Substrate, BT Substrate 등의 유기기판, 다양한 Wafer 형태의 반도체 공정기술, Packaging을 포함한 표면실장기술, 측정 및 Field Application Engineering 기술이 동시에 적용되어 RF Front End Block의 ASM, RFFEM, FEMiD, PAiD, RF Transceiver Module 등의 형태로 제공됨.

S14-10

Tuning the Phase Transition Properties of Vanadium Dioxide Thin Film for Thermal Biosensor

열바이오 센서 적용을 위한 바나듐 산화물 박막의 상전이 특성 최적화

한수덕^{1*}, 김보연², 조철진¹, 임미르², 김성근¹, 남산², 강중운¹¹한국과학기술연구원²고려대학교

Vanadium dioxide (VO_2) has been widely studied because of the unique electrical and optical properties accompanied by metal-insulator transition (MIT) near room temperature, which has been greatly attracted in many potential applications such as a thermochromic glass, optical switches, memristor, FET, and sensors. In this study, we firstly investigated the VO_2 thin films as transducer for thermal biosensor using the dramatic change of resistance near a transition temperature (T_{MI}), triggered by thermal energy. To practically apply the VO_2 thin films to the thermal biosensor, at first, the T_{MI} of VO_2 might be modified to be within bio-molecular comfortable range. Second, the thermal hysteresis between the heating and cooling in the transition region should be small for reliable sensing performance. Furthermore, ensuring those properties, the difference in electrical resistance in MIT must be as large as possible for high sensitivity. We fabricated the VO_2 thin films on a highly textured TiO_2 thin film as buffer layer by physical vapor deposition. Because the effects of tensile stress with lattice mismatch on buffer layer and doping by diffusion of Ti and V atoms were simultaneously turned up, a T_{MI} was decreased and a thermal hysteresis was almost dissipated. Moreover, the resistance change was confirmed with $>10^5$ in range from RT to 80°C . As a result, T_{MI} tuned VO_2 thin films are promising for a new concept thermal biosensor with high performance by virtue of its simplicity in synthesis.

S14-11

Quantum Dot Light Emitting Diode with Oxide Charge Transport Layer

산화물 전자 수송층을 적용한 양자점 발광 다이오드 기술

오민석*

전자부품연구원

최근 차세대 발광소자로써 각광을 받고 있는 양자점을 이용한 발광 디스플레이가 많은 개발이 이루어지고 있는 실정이다. 이러한 양자점은 크기에 따른 발광 파장의 변화 및 인쇄 공정 가능성 등의 장점 등 때문에 많은 관심을 받고 있고, 연구 개발 되어지고 있다. 그러나 현재까지 양자점 발광소자는 대부분 유기 전하 수송층을 적용한 경우가 많았으나, 최근 무기 전자 수송층을 적용하여 더 향상된 특성을 나타내는 소자들의 개발이 많이 진행되어지고 있다. 이러한 무기 전자수송층으로 가장 유망한 소재인 산화물 반도체 전자 수송층 적용 시, 현재까지는 ZnO 나노 입자의 경우만이 보고 되고 있으나, 다양한 세라믹 소재 적용을 통하여 소자 특성 신뢰성 향상이 가능하였다.

S14-12

Interface Engineering Explosive Crystallization of TiO₂ Films in Low Temperature Atomic Layer Deposition

원자층 증착법을 이용한 타이타니아 유전박막 거대 결정 저온 성장

조철진^{1*}, 김진상¹, 황철성², 김성근¹¹한국과학기술연구원²서울대학교

Explosive crystallization is a phenomenon where the crystallization of amorphous thin films occurs very rapidly by the release of the latent heat during the crystallization. The explosive crystallization generally requires very high thermal energy. In this study, we report the explosive crystallization of TiO₂ films in low temperature (< 300 °C) atomic layer deposition (ALD) processes. We attempt the ALD growth of the TiO₂ films on SiO₂, Al₂O₃, HfO₂, and Pt layers. While the TiO₂ films grown on SiO₂ have small crystallites (Fig. 1 (a)), very large TiO₂ crystallites were observed when the substrates with high surface energy such as Al₂O₃, HfO₂, and Pt layers were used. (Fig. 1 (b)) even without any post-annealing and doping a hetero element. We propose the modification in the surface energy of the substrate is an efficient method to enhance the crystallites size of as-grown TiO₂ films. This work also represents that the lateral size of the TiO₂ crystallites is tuned by the control of the coverage of Al₂O₃ on SiO₂ substrates. The results will provide facile routes to design novel properties of thin films via controlling the size of crystallites in low temperature processes. Furthermore, we can fabricate the TiO₂ crystallites by size with patterned surface. By doing this, we could apply this modifying surface technique to semiconductor mass production.

S14-13

Highly Ordered Au-decorated SnO₂ Nanotubes for Extremely Sensitive Gas Sensor

초 고감도 가스센서를 위한 Au가 장식된 SnO₂ 나노튜브

심영석^{1*}, 노명섭¹, 한수덕¹, 송영근¹, 장호원², 강종윤¹¹한국과학기술연구원²서울대학교

During the past decade, various nanostructures based on metal oxide have received considerable attention in sensor society. Especially, tubular nanostructures, which show extremely large surface-to-volume ratios are the most promising materials platform for high gas sensing performance due to the excellent accessibility of target gases. However, most tubular nanostructures are fabricated by imprinting method based on metal mold and hard template method which are complex and limited to a few materials. In addition, no work has been reported for metal decoration on the entire surface of tubular nanostructures for high performance gas sensors until now. In this study, we present a facile fabrication method for highly ordered tubular nanostructure with metal decoration using soft-template method with excimer laser annealing. The various SnO₂ nanotubes are designed by controlling the laser intensity. Moreover, whole surface of SnO₂ nanotubes are functionalized by Au nanoparticles using multiple deposition steps. Upon exposure to various gases, Au-decorated SnO₂ nanotubes exhibited higher responses than SnO₂ thin films due to their structural and catalytic effects. Their theoretical detection limits are as low as 1.8, 1.6, and 0.037 ppt for C₂H₅OH, CH₃COCH₃, and CH₃SH. We strongly believe that our method is suitable to make high performance gas sensor, and suggest that tubular nanostructure with metal decoration can be the basics and effective platform for various applications.

S14-14 Development of Flexible Zeolite Nanofiber with High Surface Area for a Volatile Organic Compounds (VOCs) Removal

휘발성유기화합물 제거를 위한 고표면적 유연한 제올라이트 나노섬유 개발

지상현^{1*}, 윤지선¹, 조정호¹, 정영훈¹, 윤준도²

¹한국세라믹기술원

²경남대학교

For the development of flexible zeolite nanofibers with a high surface area, flexible as-spun zeolite nanofibers were prepared by an electrospinning method, and then the specific surface area was dramatically improved by the thermal surface partial etching process. The flexible zeolite nanofibers simultaneously have the advantage of a high surface area derived from ceramic and the advantage of flexible characteristics derived from polymer. Based on TGA analysis for as-spun zeolite nanofibers, a thermal surface partial etching temperature range from 250 °C to 450 °C was confirmed as the appropriate temperature range of zeolite nanofibers for maintaining flexibility. The morphology of the partially etched polymer surface of the zeolite nanofiber was observed by FE-SEM and AFM analysis, and the specific surface area of the flexible zeolite nanofibers was measured by N₂ adsorption/desorption isotherms. The toluene adsorption dynamics of flexible zeolite nanofibers with different thermal etching temperature were measured by GC.

에 의해 n형의 SnS₂와 p형의 SnS와 같이, 동일 원소를 이용하여 n형 및 p형의 소재 구현이 가능하다는 점에서 주목받고 있다. 또한 SnS_x의 낮은 녹는점 온도는 MoS₂ 또는 WSe₂ 등등의 물질과 달리 비교적 저온에서의 공정을 가능하게 할 수 있으며, 기존의 이차원 전이금속칼코겐화합물의 합성 공정이 매우 높은 온도에서 이루어지는 점을 고려할 때 SnS_x 소재는 더욱 주목받고 있다. 그러나 현재까지 보고된 SnS_x 합성은 대부분 물리적 전사 방법에 국한되어 있으며, 일부 화학기상증착법이나 PVD 등등의 증착법도 보고되고 있으나 SnS나 SnS₂ 단일상 확보에 어려움을 겪고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 단점들을 극복하고자 원자층 증착법 (Atomic Layer Deposition)을 통해 성장시킨 SnO_x 박막을 sulfurization하는 방법을 이용하여 대면적에서의 균일성을 가지고 있으며 두께 조절이 매우 용이한 SnS_x 박막 성장 방법을 확보하였다. 반응원료로는 4가인 원자가전자를 갖고 있는 TDMA-Sn과 2가의 원자가 전자를 갖는 Sn(dmamp)₂를 사용하였다. 우선 두께 조절과 대면적 증착에 강점이 있는 ALD 방법을 사용하여 SnO와 SnO₂ 박막이 증착 사이클 수에 따라 두께 조절이 되며 성장하는 것을 확인하였고, SnO_x 박막의 두께 따라 sulfurization 후에 SnS_x 박막의 두께 또한 나노 단위 수준으로 조절 가능한 것을 관찰하였다. 특히 기판의 표면에너지를 제어하여 박막의 coverage 또한 제어할 수 있었다. 또한 이를 이용하여 단일상 확보가 어렵다는 문제점을 해결하고 안정적인 단일상을 갖는 SnS_x 박막을 성장시켰다.

S14-16 Photocatalytic Activity of Nb-TiO₂ Nanotubes

Nb-TiO₂ 나노튜브의 광촉매특성

이덕용*, 손시원, 김예나, 전철병

대림대학교

S14-15 Two-dimensional SnS_x Growth by Sulfurization of Atomic Layer Deposited SnO_x

원자층 증착법으로 증착된 SnO의 산화를 통한 2D SnS 박막 성장

편정준^{1, 2*}, 백인환¹, 김진상¹, 강중윤¹, 김성근¹

¹한국과학기술연구원

²고려대학교

MoS₂, WSe₂ 등등 소재의 우수한 전기적, 광학적 특성의 발견에 따라 이차원 전이금속칼코겐화합물에 대한 관심이 급증하고 있다. 여러 이차원 전이금속칼코겐화합물 중 SnS_x는 Sn/S 원자비 제어

Nb-TiO₂ nanotubes were prepared using a sol-gel derived electrospinning by varying calcination temperature from 500 to 650°C to investigate the effect of calcination temperature on crystal structure and photocatalytic activity of methylene blue (MB). XRD results indicated that Nb-TiO₂ nanotubes were composed of anatase and rutile phases. The crystal structure was maintained regardless of calcination temperature. BET surface area rose from 73.3 m²/g to 76.0 m²/g with increasing calcination temperature, but it decreased to 48.5 m²/g with further heating. The degradation kinetic constant decreased from 7.1 × 10⁻³ min⁻¹ to 3.1 × 10⁻³ min⁻¹ with increasing the temperature from 500°C to 600°C, but increased to 4.4 × 10⁻³ min⁻¹ when the nanotubes were calcined at 650°C. Experimental results indicated that calcination temperature was mainly attributed to the surface area and the photocatalytic degradation of MB.

S15-1

Synthesis of Li_2TiO_3 Powder for Tritium Breeding Material by Wet-process

액상법을 이용한 삼중수소 증식재용 Li_2TiO_3 분말 합성

민경미*, 박이현, 조승연

국가핵융합연구소

리튬을 포함하는 세라믹 중 Li_2TiO_3 는 화학적으로 안정하며 고온 특성 또한 뛰어난 유력한 핵융합로용 삼중수소 고체형 증식재 후보이다. 증식재는 생성된 삼중수소의 효과적인 추출을 위해 결정립 크기가 작아야 하며 사용 후 재활용을 위해 장주기 핵종이 불순물로 포함되지 않도록 해야한다. 해수로부터의 리튬 추출, Li^{-6} 의 분리 및 농축, 그리고 사용 후 증식재의 재활용과정에서는 액상에서의 프로세스가 이용되므로 이를 기반으로 한 핵융합로용 삼중수소 증식재의 합성 기술 개발이 필요하다. 본 연구에서는 $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ 와 TiO_2 를 출발물질로 사용한 화학적 습식법에 의한 합성 가능성을 검토하였다. 0.04 : 0.02 M ~ 0.10 : 0.05 M 의 몰농도와 2.00 : 1.00 ~ 2.00 : 0.93 의 몰비의 $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ 와 TiO_2 를 증류수에서 교반하며 100 °C 로 가열하여 4시간 동안 유지한다. 증류수를 모두 증발시킨 후 대기 분위기, 700 °C에서 1 ~ 12 시간 동안 하소하여 Li_2TiO_3 분말을 얻었다. X-선 회절 분석 결과, Li : Ti = 2.000 : 0.960의 몰비로 700 °C에서 12 시간 동안 열처리하였을 때 가장 높은 결정성의 단일상인 Li_2TiO_3 분말이 합성된 것을 확인하였다. 주사전자현미경을 이용하여 합성된 Li_2TiO_3 분말의 입자는 100 nm 부터 800 nm 사이의 다양한 분포이며 평균 크기는 대략 300 nm 임을 알 수 있다. 또한, ICP 성분분석으로 장주기 핵종 중 하나인 코발트가 함유되지 않음을 확인하였다. 이러한 결과를 통하여 액상법을 이용한 삼중수소 증식재용 Li_2TiO_3 분말의 합성 가능성을 확인하였다.

environment. These nature's challenges have the greatest innovative solution potential with maximal performance using minimal resources. Nature's inventions have always inspired human life and have led to effective algorithms, methods, materials, process, structures, tools, behavior, control, mechanisms, systems, and more. We call this technology "Nature-Inspired Engineering". The nature-inspired engineering is also known as bionics, biomimetics, biognosis, biomimicry, or bionical creativity engineering. Especially, there are so amazing functional nanostructures on surface in nature. The nanostructures on the natural surface exhibit the self-cleaning, anti-reflection, low friction, water harvesting, anti-biofouling, dry adhesion, drag reduction etc. In this talk, the nature-inspired functional surfaces are presented with nanofabrication method for the control of wettability, optical property, condensation behavior, anti-icing, etc. These nanostructured surfaces help us to achieve sustainable and energy-efficient technologies.

S15-3

Electropsun Nb-doped TiO_2 Nanofiber Support for Pt with High Electrocatalytic Activity and Durability

MinJoong Kim¹, ChoRong Kwon², JiHyun Kim², EunAe Cho^{1*}¹KAIST(한국과학기술원)²고려대학교

This study explores a facile method to prepare an efficient and durable support for Pt catalyst of polymer electrolyte membrane fuel cells (PEMFCs). As a candidate, Nb-doped TiO_2 (Nb- TiO_2) nanofibers are simply fabricated using an electrospinning technique, followed by a heat treatment. Doping Nb into the TiO_2 nanofibers leads to a drastic increase in electrical conductivity with doping level of up to 25 at.% ($\text{Nb}_{0.25}\text{Ti}_{0.75}\text{O}_2$). Pt nanoparticles are synthesized on the prepared 25 at. % Nb-doped TiO_2 -nanofibers (Pt/Nb- TiO_2) as well as on a commercial powdered carbon black (Pt/C). The Pt/Nb- TiO_2 nanofiber catalyst exhibits similar electrochemical active surface area (ECSA) and oxygen reaction reduction (ORR) activity to those of the Pt/C catalyst. However, during an accelerated stress test (AST), the Pt/Nb- TiO_2 nanofiber catalyst retained more than 60 % of the initial ORR activity while the Pt/C catalyst lost almost all of the initial activity. The excellent durability of the Pt/Nb- TiO_2 nanofiber catalyst can be attributed to high corrosion resistance of TiO_2 and strong interaction between Pt and TiO_2 .

S15-2

Nature Inspired Nanotechnology

자연에서 배우는 나노기술

임현의*

한국기계연구원

Now, we are at a turning point in our technical evolution and consideration of sustainability. How can we live with an advanced technology and without destroying our Earth? Nature can teach us. Over the 3.8 billion years since life is estimated to have begun to appear on Earth, evolution has occurred as a result of adaptation to

S15-4

Functional Organic/Inorganic Nanomaterials and Beyond

기능적 유.무기 나노재료의 응용

김지원*

연세대학교

Designing materials as we desire is one of the most fascinating research area, and some of the most useful areas for developing new materials are their medical- and energy-related applications. In order to design materials such that they have functions and properties as we desire, it is critical to understand how the smallest unit that composes materials – molecules – changes the properties of material by their composition and structure. I would like to focus on developing organic/inorganic nanomaterials for (1) medical-related applications to understand, control, and modify the mechanism inside the cells, and (2) energy-related applications such as catalysts for organic reactions, electric/magnetic switches, and sensors for chemicals. Furthermore, based on the current knowledge, it is extremely important that we seek for next steps to design more efficient and functional materials either by combining various existing properties or by discovering novel properties.

S15-6

Interconnected Porous Structures for Efficient Energy Devices

에너지소자용 다공성구조

이현정*

국민대학교

In this talk, we present a new strategy to fabricate macroporous structures for various energy devices such as dye-sensitized solar cell, thermoelectric devices, thermophotovoltaic modules and so on. Macroporous structure provides interconnected paths, which could be electron transport paths in energy devices. For example, high performance thermoelectric devices request larger electrical conductivity and lower thermal conductivities at the same time based on the thermoelectric figure-of-merit, $ZT = S^2 \sigma T / \kappa$, where S is the Seebeck coefficient, σ is the electrical conductivity and T is the absolute temperature. Micro/macro-porous structures provide efficient electron transport paths as well as scattered structures for phonons. Other studies using these macroporous structures will be introduced showing promising potentials for future applications of transparent conductive films, thermophotovoltaic modules and so on.

S15-5

Thin Crystalline Silicon Solar Cell Technology

박형 결정질 실리콘 태양전지 기술 개발

송희은*

한국에너지기술연구원

결정질 실리콘 태양전지는 원가를 절감하기 위해 원자재인 실리콘 기판의 두께 감소 및 효율 증대에 관한 연구를 수행하였다. 100 μm 두께의 박형 실리콘 기판 제조를 위한 다양한 연구를 수행하였으며, 이를 이용한 실리콘 태양전지 및 모듈 제조 공정에 관한 결과를 보고하고자 한다. 또한 결정질 실리콘 태양전지의 최근 태양광 산업의 관심이 높아지면서 태양광 분야에 종사하는 중소기업이 늘어나고 있다. 한국에너지기술연구원에서는 중소기업의 경쟁력을 제고할 수 있는 태양광산업 원천기술 개발 및 통합형 기술개발 플랫폼 구축 및 운영을 준비하고 있다. 본 발표에서는 한국에너지기술연구원에서 수행하고자 하는 태양광 산업 플랫폼의 역할과 운영방안에 대해서 논의하고자 한다. 태양광 산업에 종사하는 중소기업으로의 기술적 지원뿐만 아니라 교육을 통해서 국내 태양광 산업의 발전을 도모하고자 한다.

S15-7

Colloidal Semiconductor Nanocrystals for Energy Applications

나노양자점을 이용한 에너지 소자 연구

정소희*

한국기계연구원

Colloidal Semiconductor Nanocrystals have been extensively investigated lately with a hope for realizing next-generation (low-cost, high-efficiency) solar cells. Interests in lead chalcogenides colloidal nanocrystals are particularly intense because of the promises in utilizing solar energy more efficiently. Achieving higher efficiencies with enhanced stability require understanding and controlling over the surface of nanocrystals. In this presentation, current state-of-the-art performing solar cells using colloidal semiconductor nanocrystals will be introduced. Also, our recent efforts on fundamental aspects of efficient nanocrystal quantum dots-based photovoltaics will be discussed.

S15-8

Characteristics and Potential Applications of Lead Sulfide and Lead Selenide Nanostructures

PbS와 PbSe 나노구조의 특성과 응용

오은순*

충남대학교

PbS (Lead sulfide)와 PbSe (Lead selenide)는 실온에서 각각 0.4와 0.3 eV의 비교적 작은 밴드갭을 갖는 반도체 물질이다. 최근 이들의 나노구조는 다양한 방법과 다양한 형태로 성장되고 있으며 그 나노 구조체의 크기에 따라서 양자제한 효과가 달라지게 되어 태양전지나 중적외선 대역의 적외선 센서 등으로 응용이 가능하다. 수열합성법(hydrothermal)이나 이와 유사한 방법으로 다양한 형태의 PbS와 PbSe 나노입자를 만드는 것에 대해서는 국내외에 수많은 연구가 진행되었으며 값싸고 용이하게 single crystal을 제조할 수 있다. 하지만 박막 형태가 아니라서 양산이 가능한 형태의 소자를 제작하기에는 어려움이 있다. 이외에도 콜로이드 형태의 PbS와 PbSe 양자점도 국내외에서 많이 진행되고 있는데 박막 형태로 제작이 가능하나 대부분 양자제한 효과에 의해 적외선 센서로 개발할 경우 실온에서는 중적외선 대역까지 센서로 작동하기 어렵고 태양전지 응용을 위해 많이 연구되고 있다. 또한 Pb 박막을 선풍 라이제이션하거나 셀레나이제이션 처리한 연구들도 보고되어 있는데 이 경우에도 polycrystal으로 밴드갭이 bulk 밴드갭보다 더 크다고 보고되어 있어서 역시 양자제한 효과가 상당히 크게 나타난다. sub-micron 정도 크기의 PbS와 PbSe single crystal을 성장하고 그 구조적 특성 및 광특성 측정 결과와 나노선이나 박막 형태의 소자를 이용한 광전류 측정 결과들을 발표한다.

S15-9

Nanophosphors for Enhancing Solar Cell Efficiency

태양전지 광전변환효율 증대를 위한 나노형광체 개발

조소혜^{1*}, Sovann Khan²¹한국과학기술연구원²Korea University of Science and Technology

Using a photovoltaic (PV) system for solar energy conversion has proven to be a promising method for renewable energy generation. Although many PV technologies are available, the production cost of PV remains high while its power conversion efficiency is low, which has been limiting the wide use of PV. The main obstacle in obtaining a high PV efficiency lies in the spectral mismatch between the solar spectrum and the spectral response of solar cells. Recently, much attention has paid to overcome the low efficiency by solar spectrum manipulation using luminescent materials [1]. Among many luminescent materials, transparent nanophosphors are a great candidate to apply to PV for this purpose. The nanophosphors are designed to absorb UV and short wavelength visible light under which solar cells do not function and re-emit in the longer wavelength which matches well with the spectral response of a solar cell. Ideally, this will enable the efficiency of solar cells to be increased by up to 10% for silicon PV [2] and up to 25% for CIGS or cadmium telluride PV and potentially increase system lifetime [1]. In this presentation, we will deliver our recent effort to develop nanophosphors as spectral converters for PV applications. We focus on the lanthanide-doped oxide materials. Examples are $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+};\text{Eu}^{3+}$, $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$, and $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$

S17-1

Global leading 집단에서 배우는 산학
연 협력의 우수 사례와 우리의 나아갈 길

최승철*
아주대학교

정체되어 있는 우리의 경제의 새로운 도약을 위해서는 선진국의 초일류 기업과 집단의 성공 사례를 연구하여서 우리에게 적용할 필요가 있다. 본 발표의 구성은 다음과 같다.

- 1) Global leading ceramic company 에게서 배운다. 세계적인 세라믹 회사인 Murata, Kyocera, TDK 등의 공통적으로 나타나는 성공적인 산학연 연구의 예를 살펴보면서 우리에게 주는 시사점을 찾아본다.
- 2) Silicon Valley 생태계의 시스템. 전세계 모든 나라가 Silicon Valley를 복사하려고 하지만 성공적인 사례는 찾아 보기 힘들다. 이유는 간단하다. 벤처성장에 도움이 되는 토양의 운영체계가 다르기 때문이다. Silicon Valley의 생태계의 특징과 시스템을 관찰하면서 우리와 다른 점을 찾아 보다 개선되어야 할 점이 무엇인 가 살펴본다.
- 3) 독일의 Fachhochschule 제도의 적용과 그 제한 요인. 독일의 직업교육의 장점을 우리나라에서 도입하려고 다양한 시도가 진행되고 있으며 대학교육 기간 중의 인턴제도 도입도 그 중 하나이다. 그러나 그 한계는 다른 근본적인 곳에 있다. 고등학생과 대학생들을 위한 산학연 협력교육의 방안을 제시한다.
- 4) 일본의 세라믹 공업계 고등학교와 고등전문학교의 현황과 운영 실태. 일본에는 세라믹 기술자 양성을 위한 공고와 공전이 여전히 존재하고 있는데 이곳의 운영 현황과 그 역할을 조사함으로써 우리가 배워야 할 점을 정리한다.
- 5) 한국 세라믹 산업의 생존전략. 산학연 협력을 통한 한국 세라믹 산업의 생존전략을 정리하면서 AI 시대의 우리의 나아갈 전략을 제시 한다.

S17-2

우리나라 유리산업 현황

방정훈*
한국유리산업협동조합

세라믹 산업은 비금속 무기원료에 열을 가하여 제조하는 제품을 통칭하는 용어로서 물질, 제품, 제조공정 등을 모두 나타내는 포괄적 의미를 갖고 있다. 즉, 정제된 원료를 배합, 합성한 후 정밀한 성형, 소성 공정을 통해 원하는 독자적인 특성을 발현시키는 기술 집약적 제품을 뜻하며 소량 다품종 생산 특성과 고기능성 정밀 제품으로서의 특성을 가진다. 세라믹 산업은 유리, 시멘트, 도자기, 내화물 등과 같은 전통 세라믹과 고도로 정제된 원료를 사용하여 세라믹 소재가 갖는 특수한 기능(전자기적, 기계적, 화학적 기능)을 가지는 파인 세라믹으로 크게 구분하고 있다. 최근 상대적으로 정체되어 있는 전통세라믹의 고도화를 위한 기술개발 및 이를 통한 신시장 창출에 대한 관심이 높아지고 있다. 이 중 하나가 유리 산업으로 유리산업은 병유리, LCD, 판유리, 유리섬유 등 전통유리에서 첨단유리에 걸쳐 고도화의 가능성을 많이 갖고 있다. 이에 전통세라믹 산업 중 하나인 우리나라 유리산업에 대한 전반적인 현황, 문제점 및 대응책을 제기하고 함께 고민해 봄으로써 유리산업의 현재 위치를 조명하고, 향후 유리산업의 고도화를 위한 기초자료로 활용하는 데 일조하고자 한다.

S17-3

도자기용 내열식기의 조성과 그 특성에 관한 연구

오유근*

한국도자문화협회

도자기 내열식기의 종류는 크게 두가지로 나눌수 있다 점토질 내열식기와 페탈라이트질 내열식기로 나눌수 있다. 점토질 내열식기의 특징은 열전도가 낮아서 가열 시간이 길며 냉각이 느려서 오랫동안 보온을 유지 할 수 있는 특징과 저가의 천연원료를 사용함으로 가격이 경제적이다 그러나 문제점으로 내열성이 약하여 유약의 균열이 발생되어 음식물이 소지의 표면으로 용출되는 단점이 있다. 고급내열(페탈라이트)는 소지나 유약에 Crack(균열)이 발생되지 않는 것으로서, 음식물이나 물에 담기지 않은 상태에서 직화(直火)로 가열하여 물을 끼얹을 때, 소지나 유약이 균열이 가지 않는 특징을 가지고 있다. 그러나 원광의 고가로 제조원가가 높아 시장가격이 높음 생산원가 혁신이 요구된다. 그러므로 양호한 내열식기의 제조를 위해서는 소지의 기공을 적절한 조정과 소지의 열팽창 계수를 줄이는 것이 내열식기의 열 충격저항성을 높이는 중요한 인자가 되고 있다. 이러한 내열성을 갖는 소지를 만들려면 소지의 열팽창계수가 최소한 2×10^{-6} 이하여야 한다

표1 내열식기 제품의 물성시험 결과 요약

구분	점토질 내열뚝배기	페탈라이트질 내열냄비
흡수율(%)	2.10~2.48	4.17~7.51
격임강도(Kg/Cm2)	111~273	201~499
열팽창계수($\times 10^{-6}$) (20 ~ 900°C)	2.50~3.78	1.38~2.69
열충격시험(375°C)	균열 발생	미 발생
유해물질(pb, cd)	불검출	불검출

앞으로 개선하여야 할 과제

- 1) 뚝배기 내열식기는 가급적 염가의 재료를 이용하여야 하지만, 내열성을 부피 열팽창계수(0~700°C)가 4에서 3×10^{-6} 으로 만들어야 한다. 이로 인하여 조립의 량을 줄여 주어야 흡수성이 적고 강도가 높고 사용수명도 늘리는 장점을 가지게 한다.
- 2) 초내열 식기의 부피의 열팽창계수가 0~700°C 구간에서 1~2.5 정도가 되는 것을 한정 한다. (350~500°C의 온도가 가열한 후에 찬물에 담갔을 경우에 몸체나 유약이 갈라짐이 없어야 한다. 그러나 열팽창계수가 0(ZERO)에 가깝게 만들면 더욱 좋다. 그러나 이에 대한 유약의 개발이 필요하여야 한다. 말하자면 유약의 열팽창계수가 같이 ZERO가 되도록 개발하면 좋다. 유약의 다공성을 없애는 방법도 연구하여야 한다.
- 3) 초 내열식기를 적어도 흡수율이 3% 이하가 되도록 하여야 한다. 자기와 같이 0.3% 이하가 되면 더욱 좋다.(초 내열식기의 경우)
- 4) 유약에 때를 타지 안 토록 하는 방향을 모색하여 백색유약을 만

들면 좋다. 그러나 굳이 백색을 만들 필요가 없다.

5) 불구이 판에 표면에 음식이 들러붙지 않는 방법이 강구하여야 한다. Tefal의 침단코팅과 바닥기술을 접목하여 도자기 내열 재료에 응용 개발이 연구되어야 한다.

6) 산청지역에서 우수한 점토를 개발하거나 정제하여 좋은 정제된 점토를 만들어야 한다. 적어도 일본의 와목점토와 가소성이 거의 같아야 한다.(점토를 수비하여 2μ 이하가 85% 정도가 되어야 한다. 가용성 염류를 제거하는 방법도 개발이 필요하다)

S17-4

내화물산업을 위한 산학연의 역할과 협력 제언

정한남*
포스코켄텍

내화물은 철강, 시멘트, 유리, 도자기, 비철금속, 화학공업 등의 주요 산업에서 노체 구조물 또는 조업용 재료로서 광범위하게 사용되어 오고 있으며, 그 용도에 따라서 재질, 형태, 특성 및 시공방법 등도 다양하게 개발되어 왔다. 국내 내화물 공업은 1940년대를 전후로 양산규모의 제조를 시작하였고 이후 내화물공업협동조합을 창립하여 실질적인 산업의 자리매김을 하면서 시멘트, 유리, 도자기 공업 등과 함께 성장하였다. 1970년대 이후에는 철강산업의 대규모화와 함께 내화물 산업도 크게 성장하는 기회가 되었고, 현재는 전체 내화물 생산량 중 철강, 비철금속 산업에서 약 80%가 사용되고 있다. 오늘날 국내 내화물은 약 70만톤 이상의 생산량과 약 1조원대 시장규모를 가진 산업으로 성장하였다. 그러나 국내 내화물사는 가격 및 품질 면에서 각각 중국, 일본 내화물사에 비해 열위에 있으며, 다양한 제품을 보유한 글로벌 내화물사와의 경쟁도 심화되고 있어 지속적인 성장에 어려움을 겪고 있는 실정이다. 내화물 기술은 종래에는 노체 수명향상에 주안점을 두고 원단위·원단가 개념에서 중요성을 인식하였으나, 최근에는 내화물이 사용자의 생산성과 품질에도 영향을 미친다는 인식에 따라 내화물 기술의 중요성이 한층 더 높아지게 되었다. 한편 내화물사의 역할도 과거 단순한 제조공급사의 역할에서 벗어나 오늘날에는 사용자가 내화물을 가장 효율적으로 사용할 수 있도록 total solution을 제공하는 역할로 변화되고 있다. 내화물사가 total solution 제공을 위해서는 사용자와의 파트너십과 다양한 기반기술 보유를 통한 기술적 신뢰를 바탕으로 할 때 가능하다. 유럽, 일본 등의 선진 내화물사들은 오랜 기술기반과 다양한 실적 그리고 산학연 인적자원을 바탕으로 한 신기술 개발을 통해 기술경쟁력을 내세우고 있으며, 중국 내화물사들은 값싼 원료와 제조비용 등을 통해 가격경쟁력을 확보하고 있다. 반면 국내 내화물사들은 수입에 의존하는 원료, 국내 내화물 기술개발 인프라 부재, 주요 전방산업의 경영여건 악화에 따른 수익성 악화 등 어려운 여건 하에서 기술개발에 노력하고 있는 실정이다. 또한 향후 저가 수입 내화물과의 경쟁도 예상되어 많은 어려움을 겪을 것으로 예상된다. 이와 같은 위협과 취약성에 대응하여 내화물 산업과 제조사가 경쟁력을 확보하고 제도약하기 위해서는 기술과 품질에서 경쟁력을 갖추어야만 한다. 한편 신기술 개발을 위한 학계와 연구소의 역할이 중요하며, 산학연 간의 긴밀한 협력 그리고 내화물 사용자 및 정부기관의 관심과 정책적인 지원이 요구되고 있다. 이와 관련하여 산학연의 역할 및 협력방안에 대해 생각을 해보고자 한다.

S17-5

세라믹소재정보은행의 현황과 미래

김경훈^{*1}, 서원선¹, 김경자¹, 박주석¹, 강영원², 유승을³

¹한국세라믹기술원

²전자부품연구원

³자동차부품연구원

취약한 국내 세라믹 소재산업의 지원책의 일환으로 신뢰성 있는 세라믹 소재정보를 국가 차원에서 구축하여 보급하기 위해 2007년 한국세라믹기술원 주도로 세라믹소재정보은행(Ceramics Bank) 구축 사업이 시작되었다. 세라믹소재정보은행은 다양한 세라믹 소재의 물성 정보를 지속적으로 수집, 생성 및 가공하여 수요자에게 제공함으로써 세라믹 제품의 생산 공정 개선과 신제품 개발에 활용하도록 하며, 특히 원료 합성, 시편 제조 및 가공, 평가, 분석을 통한 소재 제조 공정 데이터와 물성 데이터를 함께 제공함으로써 세라믹 R&D에 연계하여 활용할 수 있도록 하였다. 세라믹소재정보은행은 물성정보 DB뿐만 아니라 세라믹 소재 관련 기술 동향 보고서 등 지식정보 DB, e-learning 콘텐츠 제공, 맞춤형 정보조사 제공 서비스, 제품 특성 분석 제공 서비스 등의 다양한 분야의 정보 제공 서비스를 운영하고 있다. 2014년에는 도자기 분야의 물성정보 DB 구축을 시작하면서 도자기 실편을 함께 전시 제공함으로써 물성정보 DB의 활용도를 높이하고자 하였다. 현재까지 사업의 참여기관인 전자부품연구원, 자동차부품연구원과 협력기관인 서울시립대, 인하대, 경기대, 명지대, 경남대, 경상대, 전남세라믹종합지원센터의 노력과 도움으로 약 20만건의 세라믹 소재 관련 물성정보 DB가 구축 제공되고 있으며 262건의 지식정보와 162건의 e-learning 콘텐츠가 제공되고 있다. 2016년도 하반기부터는 기존에 active-X 환경 하에 구동되던 검색 환경을 모든 웹브라우저 환경에서 구동되는 html 방식으로 변경하여 사용자에게 보다 편리하고 간편한 검색 환경을 제공함으로써 소재정보은행의 활용도를 극대화하고자 하였다. 향후 세라믹 소재정보은행은 현재 산업에서 활용도가 높은 세라믹 소재 뿐만 아니라 미래 가치를 반영한 소재의 물성 정보를 집중적으로 구축하여 세계적인 수준의 DB 서비스를 제공하고자 한다.

S17-6

세라믹스의 기술개발 및 사업화를 위한
정보검색과 활용

김용환*

한국과학기술정보연구원

인터넷과 정보통신 기술의 발전에 따라 세계 어디서나 수많은 정보를 접하고 활용할 수 있게 되었다. 정보의 홍수 속에서 유용한 정보를 검색하고 활용하여 발전의 기회를 얻으려 노력하여야 되는 상황이 되었다. 정보화 사회에서 기술개발이나 연구 활동에서도 필수불가결한 행위의 하나가 첨단과학기술에 의한 정보검색과 분석 및 활용이 기초가 된다고 할 수 있다. 많은 정보 중에서 자신에게 필요한 정보를 적시에 찾아 활용하기 위해서는 정보검색에 대한 기본적인 이해가 중요하다. 또한 정보서비스를 제공하고 있는 유형별 정보검색 및 활용방법에 대한 숙달이 필요하다. 여기서는 실제 정보검색에 포털 사이트, 국내 주요 사이트, 해외 주요 데이터베이스 등과 이러한 자료를 분석하는 툴을 설명한다. 또한 과학이나 공학에서 재료설계를 위한 소프트웨어가 널리 사용되고 있다. 여기서는 재료연구에 많이 사용하고 있는 소프트웨어를 설명한다. 끝으로 사업화 과정에서 필요로 하는 유용한 사이트를 소개한다.

포스터 발표 I

2016년 11월 23일 (수)

포스터 발표 I

P1-G1-1 Piezoelectric Energy Harvesting from a PMN-PT Single Nanowire

1차원 나노구조체 압전에너지 측정을 위한 유연 소자 개발

백장연^{1*}, M. Brindha¹, 박귀일², 김도경¹

¹한국과학기술원

²경남과학기술대학교

Piezoelectric nanostructures with higher piezoelectric coefficients are desirable to enhance the output performance of energy harvesting devices. Here, we have used a facile hydrothermal method to synthesize perovskite type $0.65\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ - 0.35PbTiO_3 nanowires (PMN-PT NWs) and fabricated a PMN-PT single NW based piezoelectric energy harvester (PEH) by simply transferring the NW onto a plastic substrate to explore their energy producing ability. A PMN-PT single NW based nanogenerator harvested the maximum output voltage of 8 mV and maximum current of 2 nA during periodically bending and unbending motions. We also fabricated a composite-based flexible energy harvester by using as-synthesized PMN-PT NWs and polymeric elastomer to demonstrate an energy scavenging applications. The output voltage and current signals of the PMN-PT NWs-based composite generator reached up to voltage of ~4 V and current of ~400 nA, respectively, under periodic deformation. This PEH will provide a great application in next-generation self-powered energy systems.

composites of RE/FE composites are recently studied in a wide range of compositions. According to previous works, $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNT) modified with SrTiO_3 (ST) is promising due to its low S - E hysteresis with large strain. This work attempted to increase electric field-induced strain (EFIS) properties of BNT-ST ceramics by mixing $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.82}\text{K}_{0.18})_{0.5}\text{TiO}_3$ - $\text{Ba}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{ZrO}_3$ ceramics. Composite comprised of 70 wt% 0.72BNT-0.28ST and 30 wt% 0.99BNKT-0.01BCZ showed the giant strain ($S_{\text{max}}/E_{\text{max}}$) of 721 pm/V, and 681 pm/V under an electric field of 3kV/mm and 4kV/mm, respectively.

P1-G1-3 Ultrasensitive Trimethylamine Sensing Characteristics of NiO Porous Structures with Vanadium Doping

바나듐이 도핑된 다공성 NiO의 합성과 고감도, 고선택성 가스 감응 특성

임겨레^{1*}, 박세웅¹, 윤지욱¹, 박준식², 이종훈¹

¹고려대학교

²Korea Electronics Technology Institute

P1-G1-2 Electric Field-Induced Strain Properties of Bi-Based Relaxor/Ferroelectric Ceramic Composites

Bi계 완화형/강유전체 세라믹 복합소재의 전기유기변형 특성

강진규^{1*}, 옥정중¹, 이창현², 김성덕², 이재신²

¹(주)다아이씨

²울산대학교

Bi-based lead-free piezoelectric ceramics attract much attention because of their giant strain at high electric field, which is believed to be originated from electric field-induced phase transformation between relaxor (RE) and ferroelectric (FE) state. However, such an electric field-induced phase transition results in large hysteresis and poor low field strain properties. To overcome such problems,

p-형 산화물 반도체인 NiO, CuO, Cr_2O_3 , Co_3O_4 등은 n-형 산화물 반도체인 SnO_2 , ZnO, In_2O_3 등에 비해 낮은 가스 감도를 가진다는 단점으로 가스센서 연구가 초기단계에 머물러있지만, 휘발성 유기화합물에 대한 촉매 활성이 우수하여 새로운 기능의 가스센서 설계에 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서는 계면활성제 자기조립법을 통해 바나듐이 도핑된 다공성 NiO를 합성하고, 5 ppm Trimethylamine (TMA), $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, HCHO, *p*-xylene, toluene, benzene 가스에 대한 가스 감응 특성을 조사했다. 순수한 NiO가 5 ppm TMA 가스에 대해 350°C 에서 낮은 감도(S =저항비율 1.17)를 나타내는 반면, 바나듐이 도핑된 다공성 NiO는 높은 가스 감도 (14.5)를 나타내었다. 또한 바나듐을 도핑함으로써, TMA에 대한 선택성($S_{\text{TMA}}/S_{\text{interference}}$)이 1.04-1.12 에서 1.67-3.61로 크게 향상됨을 확인했다. 본 연구는 바나듐이 다공성 NiO 센서의 TMA 감응 특성에 미치는 영향을 전기적 민감화, 산-염기 반응에 의한 상승 효과의 관점에서 고찰하고자 한다.

P1-G1-4 Secondary Abnormal Grain Growth in BaTiO₃

BaTiO₃에서 2차 비정상 입자 성장

문승윤^{1*}, 정성운¹, 강석중²

¹KAIST (한국과학기술원)

²한국세라믹기술원

Repetitive abnormal grain growth was observed during the sintering of nano-sized BaTiO₃. BaTiO₃ powder compacts 50nm in size were sintered at 1250°C in different sintering atmospheres and for various periods of time. While sintering in a wet 95N₂-5H₂ atmosphere, primary abnormal grain growth occurred, and the abnormal grains impinged upon each other at the beginning. During extended sintering for 24h, however, some of the impinged abnormal grains grew, showing secondary abnormal grain growth behavior. As the oxygen partial pressure of the sintering atmosphere decreased, the incubation time for secondary abnormal grain growth decreased. These observed repetitive abnormal grain growth is well explained with the coupling effect of the maximum driving force for grain growth in the sample and the critical driving force for the appreciable migration of faceted boundaries. These results provide critical experimental support of a mixed control mechanism of boundary migration and of the principle of microstructural evolution.

below 18 mm showed a significant fluctuation in the sensor resistance and the gas response, short nanofibers (length: ~0.9 mm) produced relatively reproducible gas sensing behaviors regardless of film thickness. In addition, the shorter nanofibers showed ~ 2 times higher gas response, which could be attributed to the increase of chemiresistive fiber-to-fiber contacts. This result suggests that the fiber length and uniform thickness of film are crucial factors for designing reliable gas sensor.

P1-G1-6 Selective Detection of NO₂ using MoS₂-MoO₂ Composite Yolk-shell Sphere Sensors

MoS₂-MoO₂ 복합체 나황구조 센서를 이용한 선택적인 NO₂ 검지

정성용*, 최승호, 윤지옥, 원종민, 강운찬, 이종훈

고려대학교

P1-G1-5 Design of Highly Reliable Thick Film Gas Sensor Using SnO₂ Nanofibers

고신뢰성 SnO₂ nanofiber 후막 가스 센서 설계

윤지원*, 정진욱, 박상진, 정인봉, 김보영, 이종훈

고려대학교

The SnO₂ nanofibers can be used as gas sensors with high gas response. However, the effects of the fiber length and sensing film thickness on the gas sensing characteristics remain unclear. In this study, we prepared different length of SnO₂ nanofibers and different thickness of sensor film by controlling ultrasonic treatment of slurry containing SnO₂ nanofibers and the amount of slurry deposition, respectively, to investigate their effect on the gas sensing properties. While the long nanofibers (length: ~3.6 mm) with film thickness

NO₂는 호흡기 질환 등을 유발하는 대표적인 환경오염 가스이다. 따라서, 화학공업 환경과 실내의 공기질 모니터링에 즉각적인 NO₂ 검출은 필수적이다. 본 연구에서는 선택적인 NO₂ 검지를 위해서 초음파 분무 열분해법을 이용하여 MoS₂-MoO₂ 나황구조를 제작하였다. 제작된 센서의 5 ppm의 NO₂, ethanol, CO, xylene, toluene, trimethylamine, NH₃, H₂, HCHO 가스들에 대한 동적 감응 특성을 확인해본 결과, 감응온도 200°C 이하에서는 비교적 낮은 감도와 비가역적인 가스 감응 특성을 보였지만, 250°C 이상에서는 상대적으로 높은 감도와 가역적인 가스 감응 특성을 보였다. 특히 5 ppm NO₂에 대해서 14.8의 감도(저항비)를 나타냈으며, 다른 측정가스에 비해서도 높은 선택성 (방해가스 감도 = 1.17-2.13)을 보이는 것을 확인 하였다. 이는 MoS₂-MoO₂ 복합체 나황구조가 미량의 NO₂를 선택적이고 가역적으로 검출할 수 있는 가스센서로 활용 가능함을 보여준다.

P1-G1-7 Observation of Donor-to-Acceptor Conversion of Dy at Grain Boundaries in Calcium Copper Titanate

CaCu₃Ti₄O₁₂계 입계에서 Dy도펀트의 도너-억셉터 변환 양상 관찰

조기영^{1*}, 정성운¹, 강석중²

¹KAIST(한국과학기술원)

²한국세라믹기술원

High-dielectric-constant materials are increasingly important for pushing the state of the art with regard to miniaturizing electronic components. CaCu₃Ti₄O₁₂(CCTO) is a promising material for capacitors due to its colossal dielectric constant, but it suffers a considerable dielectric loss which prevents its practical application. This work aims to overcome this limitation by doping with rare earth ions. Upon doping with a few at. % of Dysprosium(Dy), an interesting phenomenon of donor-acceptor conversion was observed near the grain boundaries in CCTO, which was identified through impedance spectroscopy and current-voltage(I-V) characteristics. Due to such a doping effect, the dielectric loss was significantly reduced while a giant dielectric constant was maintained. Scanning transmission electron microscopy(STEM) revealed that Dy ions were substituted for a Ti as well as Ca ion site near the grain boundaries, thereby acting as acceptor dopants. The present results demonstrate a significant advancement towards the realization of commercial applications for CCTO.

P1-G1-8 Heterostructure of LaAlO₃ and Homoepitaxial SrTiO₃ for Transferable Two-dimensional Electron Gas

전사 가능한 이차원 전자가스를 위한 LaAlO₃와 homoepitaxial SrTiO₃의 이중 구조

안자민^{1*}, 안현지¹, 김홍석¹, 도용주¹, 유상우², 이상한¹

¹GIST (광주과학기술원)

²KAIST (한국과학기술원)

The interface of LaAlO₃ and SrTiO₃ has been intensively investigated since it was found to have exotic physical properties such as interfacial conductivity with high mobility at low temperature, superconductivity, and field-controlled ferromagnetism. Recently it has gathered a wide interest on how to incorporate this conducting interface to silicon-based heterostructures so that those physical properties can open up new device applications. One possible approach is to fabricate LaAlO₃/SrTiO₃ bilayer membrane structures with the conducting interface and to transfer it onto Si. Some of the challenges are how to make SrTiO₃ layer with single-crystal quality and enough thickness for transfer processing. It has been known that the conductivity at the interface between LaAlO₃ and epitaxial SrTiO₃ films can be obtained only when the SrTiO₃ layer thickness is below tens of unit cells, grown at high temperature of 1100°C. Here we will show two-dimensional transport characteristics of LaAlO₃/homoepitaxial SrTiO₃ grown on SrTiO₃ substrates, where the homoepitaxial SrTiO₃ layer is grown at much lower temperature and the interfacial transport is obtained without any additional surface treatment of the SrTiO₃ layer. In particular, the carrier concentration is close to the theoretical limit of $3.3 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ with the thickness of SrTiO₃ even up to 500 nm, which implies that the grown SrTiO₃ layer are quite comparable to SrTiO₃ single crystals.

P1-G1-9 Electrical and Optical Characterization of CdO Heat-treated at Different Temperature

산화카드뮴 박막의 열처리 온도별 전기광학적 특성평가

진호원*, 손근용, 이재원

인제대학교

저렴한 투명 박막 태양 전지 개발을 위한 기초실험으로 산화카드뮴 박막을 증착하였으며 박막의 광학적, 전기적 분석을 실시하였다. 투명한 유리 기판 위에 졸-겔 스핀코팅 방법을 사용하여 산화카드뮴을 증착시키고 박막의 열처리 온도를 250~550°C까지 50°C 간격으로 변화시켜서 처리하였다. 그 후 산화카드뮴 박막을 Hall 분석 장비와 UV-VIS SPECTROSCOPY 장비를 사용하여 전기적, 광학적 특성 변화를 분석하였다. 열처리를 진행한 결과 산화카드뮴 박막을 증착하고 250°C의 비교적 낮은 온도에서 열처리를 하여도 박막이 무난히 형성이 되었다. 또한 그 경우 CdO 박막의 전자 농도가 $3.45 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 으로 CdO의 일반적으로 사용되는 처리 온도인 400°C ($2.33 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)와 500°C ($2.84 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)의 결과들과 거의 비슷한 값을 확인 할 수 있었다. 그러나 박막의 전자 이동도는 250°C에서 2.2 $\text{cm}^2/\text{V sec}$ 로 400°C (8.27 $\text{cm}^2/\text{V sec}$), 500°C (16.72 $\text{cm}^2/\text{V sec}$)에 비해 비교적 많이 감소하였다. 가시광선 영역에서 광학 투과도는 60~80% 이었다. 이 결과를 이용하였을 때 CdO를 이용할 때 일반 유리를 사용하는 경우 250°C의 저온 처리가 가능함을 알 수 있었다. 향후 추가적인 실험을 통해 sol-gel CdO 기반의 저가 투명 태양전지 개발 가능성을 계속 진행하고자 한다.

P1-G1-10 Synthesis and Luminescent Properties of (Sr, Ba)₂Si(O, N)₄ Powders

(Sr, Ba)₂Si(O, N)₄ 분말 합성 및 발광특성

박재한^{1*}, 김영진²

¹한국내화

²경기대학교

Eu²⁺이 도핑된 (Sr, Ba)₂Si(O, N)₄ (SBSON:Eu²⁺) 산화질화물 분말은 (Sr, Ba)₂SiO₄:Eu²⁺ (SBSO:Eu²⁺) 산화물을 부분 질화하여 만들 수 있었다. 그리고 그것의 발광(photoluminescence, PL) 특성을 관찰하였다. 고상반응법을 통해 만들어진 각각의 분말은 XRD와 PL 스펙트럼을 통해 N³⁻와 Ba²⁺이온들이 SBSO의 O²⁻와 Sr²⁺자리에 치환한 것을 확인할 수 있었다. SBSON 분말을 Sr₂SiO₄(SSO)의 α-상, β-상과의 특성을 비교하였고, Eu²⁺와 Ba²⁺의 첨가량에 따른 상 비율(phase ratio)을 비교하였다. 이것은 O²⁻에 N³⁻의 치환

과 관계가 높으며, 이는 산소 정공의 생성과 Sr²⁺이온에 치환된 Eu³⁺이온의 존재와 연관된다. 본 연구를 통해 SBSON:Eu²⁺의 여기 스펙트럼(PL excitation spectra)은 400 - 470 nm에서 넓고 높은 강도를 보이며, 더불어 SBSON:Eu²⁺은 백색 발광 다이오드(WLEDs)에 사용되는 근자외선(nUV) 혹은 청색 광원에 적합하다는 것을 확인하였다. 발광 스펙트럼(PL emission spectra)은 470에서 610 nm까지 넓은 영역을 가지며 Ba²⁺의 농도에 따라 다양한 발광파장을 나타낸다.

P1-G1-11 Formation of TiO₂/In₂O₃ Heterostructure and Its Application to CO Gas Sensor

TiO₂/In₂O₃ 이중접합 형성을 이용한 일산화탄소 가스 센서의 감응 특성 연구

김형호*, 홍성현

서울대학교

일산화탄소 (CO) 가스는 불완전연소의 결과물로, 배기가스, 보일러, 화재 현장, 캠핑장 등 우리 일상 곳곳에서 발생하며, 무취, 무취의 가스로서 인간이 직접 감지하기가 불가능하다. 또한, 단시간에 저농도에만 노출이 되어도 인체의 중추신경계에 큰 손상을 주는 유독성 가스이다. 따라서 저농도 일산화탄소 가스에 대한 감도가 우수하고 반응 및 회복 속도가 빠른 센서의 개발이 필수적이다. 금속산화물 표면에서의 가스 흡착에 의한 저항 변화를 측정하여 가스를 감지하는 반도체 가스 센서는 반응 속도가 빠를 뿐만 아니라 저렴하며 소형으로 제작이 가능하기 때문에 실생활에서 사용하기 가장 적합하다. 현재까지 금속산화물을 나노 스케일로 합성하여 감도를 증가시키거나 금속 촉매를 이용하여 특정 가스에 대한 반응을 활성화 시켜 특성을 향상시키고자 하는 등의 많은 연구가 존재한다. 본 연구에서는 타 물질에 비해 일산화탄소 가스에 대한 감도가 가장 좋다고 알려진 산화인듐(In₂O₃)을 가스 센서의 소재로 선정하였으며, 표면적이 큰 다공성의 나노플라워 구조를 합성하여 표면과 가스의 흡착 반응을 촉진시키고자 하였다. 또한, 산화티타늄(TiO₂) 나노입자를 첨가하여 TiO₂/In₂O₃ 이중접합을 형성함으로써 계면의 전위 장벽을 변화시키고 전자의 이동을 유도하여 일산화탄소 가스에 대한 감도와 반응 및 회복 속도 등의 감응 특성 향상을 도모하고자 한다.

P1-G1-12 Preparation of High-mobility Tungsten-doped Indium Oxide as Transparent-Electrode by Polymer Assisted Solution Process for Solar Cells

중합체 용액 공정을 통해 제작된 고 이동도 텅스텐 도핑된 인듐 산화물 투명전극을 이용한 태양 전지 제작

안태규*, 김지훈
공주대학교

In this paper, we report the preparation and evaluation of tungsten-doped indium oxide(WIO) transparent conducting oxide films by a polymer-assisted solution(PAS) process. Both W- and In PASs have been formulated by coordinating W- and In-anionic complexes with polyethyleneimine. The final WIO- PAS was formed by mixing W-PAS into In-PAS with a W- concentration between 1 at.% and 5 at.%. The WIO-PAS was spin coated onto glass substrate to form uniform thin film of W-doped Indium oxide, which annealed at high temperature. The optimum W concentration to achieve the best electrical properties of PAS-WIO films was found to be 3 at.% with the film thickness 70 nm, PAS-WIO film had a carrier concentration of $2.54 \times 10^{20} \text{ #/cm}^3$ and hall mobility of $33.31 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ and resistivity of $7.38 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$. The Film were prepared multi layers by repeated spin coating step with the thickness of 210 nm and sheet resistance of $45 \Omega/\text{sq}$. The feasibility of PAS-coated WIO thin film as a transparent electrode was evaluated by applying it to the fabrication of Organic solar cells.

P1-G1-13 Phase Stability of $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ for an Off-set Composition in Low Oxygen Pressures with Oxide Refinement Process

박인성^{1*}, 오원재¹, 이재훈², 문승현², 유상임¹

¹서울대학교

²(주)서남

We have studied the phase stability of $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (GdBCO) compound for the specimens with the nominal composition of Gd : Ba : Cu = 1 : 1 : 2.5 in low oxygen pressures (PO_2) regime ranging from 1 to 150 mTorr. Due to the GdBCO coated conductors fabrication via the reactive co-evaporation deposition and reaction (RCE-DR) process with this composition, an accurate determination of the phase stability boundary of GdBCO for this off-set composition from GdBCO is prerequisite for the RCE-DR process optimization since the growth conditions of GdBCO film can be fully understood. For this study, Gd-Ba-Cu-O amorphous precursor films were deposited on LaAlO_3 (001) substrates at 200°C by pulsed laser deposition (PLD). By reel-to-reel tube furnace, as-deposited amorphous films were annealed at various high temperatures in low PO_2 . Experimental results reveal that GdBCO is formed by reaction of $\text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{L}_1 \rightarrow \text{Gd}_2\text{CuO}_4 + \text{L}_2 \rightarrow \text{GdBCO} + \text{Gd}_2\text{CuO}_4 + \text{Cu}_2\text{O}$. Also, stability boundaries of GdBCO for the off-set composition are remarkably shifted to the lower temperature regions compared with those of the on-set composition. In addition, to enhance the pinning properties, size-refined Gd_2O_3 or Gd_2CuO_4 is trapped in matrix via the process condition of maximized nucleation rate and minimized growth rate. Details will be presented for a discussion.

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning(KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20131010501800)

P1-G1-14 Fabrication of YAG: Ce Ceramics with SPS Process for Applications in WLED

SPS 공정을 통한 백색 LED 용 YAG: Ce 세라믹의 제작

허세운*, 홍성현
서울대학교

As a next generation light source, white light-emitting diode (WLED) has been attracted considerable attention from researchers and customers of solid state lighting due to its many advantages; high luminous efficacy, environmental friendliness, and long lifetime. WLED is conventionally fabricated by combining a bright commercial yellow-emitting $Y_3Al_5O_{12}: Ce^{3+}$ (YAG: Ce) phosphor/epoxy mixture with a blue-emitting LED chip. However, this conventional WLED exhibits a significant drop in efficacy at high temperatures due to thermal degradation of organic silicon epoxy resin and blackening of phosphor surface. Therefore, polycrystalline YAG: Ce phosphor ceramic plate is suggested to substitute the phosphor-dispersed-resin. The conventional polycrystalline YAG: Ce ceramics need to be processed under extreme condition; 1780 °C for 20 hr. under vacuum or 1700 °C for 12 hr. under vacuum with a sintering aid. In order to overcome the extreme condition for ceramic sintering, spark plasma sintering (SPS) technique is used by researchers. In this study, YAG: Ce ceramic phosphor plates were fabricated via SPS process and post-treated with vacuum annealing. Optical, luminescence properties, and microstructures of the fabricated samples were comprehensively studied to examine the positive and negative effect of post-annealing on SPS-processed samples.

P1-G1-15 Synthesis and Characterization of Zinc Sulfide Nanopowders by Glycothermal Method

박상준*, 임대영, 송정환
배재대학교

Zinc Sulfide (ZnS) is an important II-VI semiconductor with widely a band gap (3.7 eV) at room temperature. ZnS is an excellent materials for applications such as nanophotodetectors, photoconductors, ultraviolet sensor and flat panel displays. In this study, the ZnS were synthesized by a glycothermal method at various reaction temperatures using zinc acetate dihydrate and

thiourea as raw materials and glycol solvent. The produced ZnS powders were characterized using X-ray diffraction(XRD), field-emission scanning electron microscopy(FE-SEM), XPS, and UV/Vis Spectrometer.

P1-G1-16 The Effect of Oxide Addition on Pinning Properties of $EuBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ Superconducting Films Fabricated by Pulsed Laser Deposition

PLD로 증착된 $EuBCO$ 초전도 박막의 Eu_2O_3 첨가에 따른 자속피닝효과

김재은*, 오원재, 유상임
서울대학교

We report the superconducting properties of $EuBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (EuBCO) thin films fabricated by pulsed laser deposition (PLD). EuBCO is a promising candidate for the next generation superconducting wire. According to preliminary results, the pure EuBCO films fabricated at 800°C show the best properties when they are deposited at PO_2 of 400mTorr and D_{TS} of 4.0cm. Many studies about the enhanced properties of EuBCO films by doping 1-D defects such as $BaHfO_3$ (BHO) or $BaZrO_3$ (BZO) and 3-D defects such as Y_2O_3 nanoparticles in YBCO are reported. Since we are motivated by the results, we want to know whether Eu_2O_3 could act as a pinning centers within films. The pure and doped EuBCO films both were fabricated by PLD using KrF ($\lambda=248$ nm) laser on CeO_2 buffered MgO (100) single crystal substrates. Processing parameter including doping ratio of 0, 2, 4, 5, 6, 8 and 10 mol% is systematically varied for this study. The EuBCO films were characterized by x-ray diffraction (XRD), in-plane and out-of-plane textures by XRD, Field Emission Scanning Electron Microscopy (FE-SEM), and Magnetic Property Measurement System (MPMS) for magnetic field dependent critical current density (J_C) and thickness dependence of J_C . Consequently, 4mol% doped EuBCO superconducting films show better minimum J_C than that of pure films in high magnetic field, because of adding 3-D defects which lead to flux pinning effect. Details will be presented for a discussion. This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20131010501800). And Part of this study has been performed using facilities at IBS Center for Correlated Electron Systems, Seoul National University.

P1-G1-17 The Characterization and Synthesis of Glass Fiber Coated with Carbon Nano Sheet

카본 나노 시트로 코팅한 유리섬유의 제조 및 특성평가

배동식*, 이원준
창원대학교

The coating properties of the glass fiber which subjected to etching with acid and base were increased due to the etching of the surface. After mixing graphene nano sheets which was synthesized by Modified Hummer's method and binder, the mixture was dipping coated on a glass fiber which subjected etching. Carbon coating thickness by field emission scanning electron microscope (FESEM) analysis was depending on the type of binder and the coating numbers. Because of the carbon coating thickness, the resistance value was changed. Rheological property was observed by viscometer.

P1-G1-18 Ionically Conducting BaBiO_{3-δ} Thin Films prepared by PLD

PLD 로 제조된 이온전도성 BaBiO_{3-δ} 박막

Dang Thanh Nguyen^{1*}, Han-Gyeol Lee², Minu Kim², Tae Won Noh², 이종숙¹

¹전남대학교

²Seoul National University

100 nm thick BaBiO_{3-δ} films were grown on conducting Nb-STO single crystal substrate for the cross-plane conduction. Impedance was measured using top electrodes prepared using Au paste for the thin films loaded in a cryostat with a high temperature option. Capacitive low-frequency response suggests ionically conducting characteristics of BaBiO_{3-δ} films prepared by PLD. Activation energy values as low as 0.25~0.4 eV were confirmed for different electrodes and for two different samples below ~60°C. The conductivity increases further when the monoclinic-rhombohedral phase transition approached and then decreases upon heating up to 200°C, which appears to degrade the thin films permanently. Dielectric constants increase with temperature with a broad maximum around the phase transition which suggests a ferroelectric transition. Capacitance magnitude suggests that the real contact area of the Au pasted electrodes may be much less than the visible one. The conductivity should be also accordingly evaluated.

P1-G1-19 Interconnected Multi-Dimensional Porosity Comprising WO₃ Nanofibers Functionalized by Biomimetic Protein Encapsulated Pt Catalyst for Diagnosis of Simulated Diabetics

생체모방 단백질에 내장된 Pt 촉매로 기능화한 상호연결된 다차원 기공구조를 갖는 텅스텐산화물 나노섬유 및 이를 이용한 가상의 당뇨병 환자 진단

김동하*, 장지수, 구원태, 최선진, 김상준, 김일두
KAIST (한국과학기술원)

Highly interconnected multi-dimensional (0D_1D) porosity comprising WO₃ nanofibers are designed *via* colloidal polystyrene beads and multi-walled carbon nanotubes sacrificial templating routes. Furthermore, such architectures are functionalized by Pt nanoparticles (NPs) encapsulated within a bio-inspired protein nanocage, i.e., apoferritin which enables 1-3 nm of ultra-small size with monodispersion, maximizing the catalytic sensitization effect within minimum amount (< 0.05 wt%). On the basis of the designed bi-modal pores loaded architecture, it is of great value to have enhanced surface-to-volume ratio which has an impact on facilitating gas penetration into the sensing layers for effective gas adsorption-desorption reactions. In this work, we develop the highly selective and sensitive acetone gas detector ($R_{air}/R_{gas} = 10.8 \pm 0.06$ @ 1ppm) even at 90% RH of humid ambient. The synergistic effects of a hierarchical porosity and an effective catalyst delivery for gas sensors which succeeded in direct distinction of simulated diabetics from the healthy people demonstrate to show a great promise for reliable diagnosis of diabetes to selectively detect a trace target biomarker (acetone) in human exhaled breath even at low ppm level.

P1-G2-1 Spatial Distribution of Oxygen Chemical Potential under SOFC Working Conditions and Theoretical Power Density with YSZ/GDC Bilayer Electrolyte YSZ/GDC Bilayer

전해질의 SOFC구동조건에서 산소 화학포텐셜의 공간적인 분포와 두께에 따른 이론적인 전력밀도 계산

김인호*, 임하니, 홍재운, 배호한, 송선주
전남대학교

SOFC는 다른 종류의 연료전지에 비해서 확실히 구분되는 장점들을 가지고 있다.(예를들어, 귀금속 미사용, 고체전해질과 고체전극물질) SOFC를 다양한 형태의 장치로 사용하기 위한 시도가 계속 이루어지고 있으며, 고정형 전력 발전기에서의 좋은 후보로 꼽힌다. 그러나 상업적으로 큰 규모로 사용되기 위해서는 높은 작동온도에 비해 상대적으로 낮은 전력밀도가 걸림돌이 되고 있다. 이러한 점을 극복하기 위해서 많은 연구자들은 연료전지 셀 자체를 거대화시키는 방법을 사용해 왔으나, 모든 부품이 취성을 가진 세라믹인 SOFC는 그 크기가 커져감에 따라 열적, 기계적 안정성이 문제가 되고 있다. 그래서 크게 만드는 것 보다는 최선의 전극물질의 선택과 그 미세구조를 발전시키거나, 전해질의 두께를 최적화하는 것이 SOFC의 기계적 안정성을 유지하면서 그 성능을 증가시킬 수 있는 방법이다. 따라서, 이 연구에서는 YSZ, GDC, YSZ/GDC bilayer 전해질 SOFC의 두께에 따른 전력밀도와 그 최대값을 전해질 양단에 고정된 산소화학포텐셜 물매와 부분전도도의 적분을 통해서 계산했다. 부분전도도는 Hebb-Wagner분극법을 통해 온도와 산소 분압의 함수로 얻었고, 포텐셜 물매는 Choudhury 와 Patterson의 모델에 기반해 전극 분극이 없다는 가정하에 계산했다. 추가로 YSZ/GDC bilayer에서 열린 회로 상태의 화학포텐셜 분포를 두 층간의 두께 비에 대해 계산했다. 전류-전압 특성으로부터 계산된 전력밀도는 각각 700도에서 5.76 W/cm^2 (8YSZ), 600도에서 2.22 W/cm^2 (GDC10)이다. 전해질 양단의 산소분압은 $0.21 \sim 10^{-22} \text{ atm}$ 으로 계산하였다.

P1-G2-2 High Performance and Durability of Metal Oxide-based Bifunctional Catalysts for Electrochemical Unitized Regenerative Fuel Cells

일체형 가역 연료전지의 고성능·고내구성 전이금속 기반 이원기능 촉매 연구

박준영*, 김남인
세종대학교

The carbon-free fuel such as hydrogen gas can be used to solve the environmental issues such as global warming by carbon dioxide. In various ways to generate and utilize the hydrogen gas, the electrochemical unitized regenerative fuel cells (URFCs) are very simple, clean and effective electrochemical devices. However, many technical issues are limiting the commercialization of the URFCs. One is that Pt, Ru, and Ir-based catalysts are used to catalyze electrochemical reactions. Another is the significant overpotential in URFCs because of the sluggish kinetics of oxygen evolution reaction (OER) and oxygen reduction reaction (ORR). In this study, metal oxide-based catalysts are investigated to discover highly active bifunctional catalysts, which replace noble metals with abundant oxide materials to improve the performance of URFCs. In addition, the metal-based oxide catalysts are modified by doping of lanthanides to improve the performance and durability in both OER and ORR. For the electrochemical analysis, the samples are tested by rotating disk electrode in 0.1 M KOH electrolyte with Pt counter electrode and saturated Hg/HgO reference electrode. The catalysts are cleaned by cyclic voltammetry and the OER and ORR activity are measured by linear sweep voltammetry at a scan rate of 5 mV s^{-1} . The durability of the catalysts is carried out by potential cycling and chronopotentiometric method. Physicochemical properties of the catalysts are also characterized by using various tools such as XRD, FE-SEM, HR-TEM and BET.

P1-G2-3 Role of Vacancy-Acceptor Clustering in Proton-Conducting Perovskite Oxides
페로브스카이트 산화물에서 산소빈자리-억셉터 클러스터링이 수소이온 전도도에 미치는 영향

 김혜성^{1*}, 장아름¹, 최시영², 정우철¹, 정성윤¹
¹KAIST (한국과학기술원)

²재료연구소

Acceptor cations are usually doped in most proton-conducting perovskite oxides to easily incorporate protons into the lattice in the form of hydroxyl groups. A number of studies have thus focused on the electrostatic interaction between negatively charged acceptor dopants and protonic defects having a positive charge, demonstrating retardation of proton conduction, a phenomenon called proton trapping. For overall charge neutrality in acceptor-doped oxides, positively charged oxygen vacancies should form as compensating defects. Despite this presence of oxygen vacancies, few systematic investigations simultaneously considering the correlation between acceptors, oxygen vacancies, and protons, have been reported. In this study we directly show that proton trapping can be notably suppressed by dopant–vacancy association in BaZrO₃ and BaCeO₃. In particular, we elucidate that the valence electron density of acceptors should not significantly vary when oxygen vacancies cluster to the acceptors, in order to ensure the dopant–vacancy association effective against proton trapping.

P1-G2-4 Electrophoretically Deposited LaNi_{0.6}Fe_{0.4}O₃ Perovskite Coatings on Metallic Interconnects for Solid Oxide Fuel Cells
전기영동법에 의한 고체산화물 연료전지 금속연결재용 LaNi_{0.6}Fe_{0.4}O₃ 페로브스카이트 코팅에 관한 연구

 NURHADISUKMAWALUYO^{1*}, 송락현², 이승복², 임택형², 박석주², 이종원^{1,2}
¹과학기술연합대학원대학교 (UST)

²한국에너지기술연구원

Interconnects present major technical challenges in the commercialization of solid oxide fuel cells (SOFCs) with high performance and durability. To mitigate surface oxidation (chromia growth) and chromium evaporation under high-temperature oxidizing conditions, metallic interconnects should be coated with conductive metal oxides. In this study, we report a protective coating based on perovskite-type LaNi_{0.6}Fe_{0.4}O₃ (LNF) fabricated by a facile electrophoretic deposition (EPD) process. LNF powders with a narrow size distribution are synthesized by using the Pechini method. EPD parameters, including solid content in a suspension, deposition time, and applied voltage, are adjusted to control the microstructure, morphology, and thickness of the LNF coating. An LNF coating of ~7.7 μm thickness is fabricated on an SOFC interconnect via EPD under optimized conditions. The electrophoretically deposited LNF coating serves as an effective protective coating for SOFC interconnects, showing a low resistance (~4.2 mΩ cm²) as well as high stability during long-term operation at 800°C.

P1-G2-5 In-situ Monitoring of Electrochemical Performance of a Flat-tubular SOFC with Segmented Cathodes

마디형 공기극을 이용한 평관형 SOFC 셀 위치별 열화 거동의 실시간 모니터링

이인선^{1*}, 김선경², 송락현², 이승복², 임택형², 박석주², 한규승¹, 이종원²

¹충남대학교

²한국에너지기술연구원

고체산화물 연료전지(Solid Oxide Fuel Cell : SOFC)는 고체상의 산소 이온 전도성 세라믹을 전해질로 사용하며, 고온에서 연료와 산소의 전기화학 반응에 의해 전기를 생산하는 청정 발전 장치로서, 다른 발전 기술 대비 효율이 높고 경제성이 우수하여 미래의 신에너지기술로 주목 받고 있다. 현재 SOFC 소재 및 시스템 기술의 최대 이슈는 고온 작동 조건에서 장기적으로 성능 저하가 발생하지 않는 내구성을 확보하는 것이다. 특히, 평관형 SOFC의 경우, 셀 길이 방향으로의 연료 조성, 온도 분포 등 불균일 인자에 의해 위치별로 성능 편차가 존재하고, 이로 인하여 전체 셀 성능의 열화가 가속되는 문제가 발생한다. 본 연구에서는 마디형(segmented) 공기극이 적용된 평관형 SOFC 단전지를 이용하여 셀 위치별 열화 거동을 실시간으로 측정/분석하였다. 압출된 평관형 연료극 지지체 상에 연료극 기능층 및 전해질을 코팅/소결 후, 스크린 프린팅 기법을 이용하여 마디형 공기극을 제작하였다. 개별 마디형 공기극의 실시간 전기화학 특성 모니터링을 위한 probe 설치 및 측정 기법을 확립하였고, 가속 시험 인자로서 온도, 연료 조성·유량, 전류 등을 선정하여 열화 시험을 수행하였다. 실시간 성능 모니터링과 함께, 가속 시험 후 미세구조 분석을 수행하여 셀 위치별 결함 유형 및 발생 원인을 이해하고자 하였다.

P1-G2-6 Performance Evaluation of Steam/CO₂ Co-Electrolysis Cell Fabricated by Infiltration Method for H₂/CO Syngas Production

Infiltration기법을 이용한 Steam/CO₂ Co-Electrolysis Cell 전기화학적 성능평가

홍재운*, 임하니, 김인호, 남궁연, 송선주

전남대학교

Steam/CO₂ Co-Electrolysis Cells (Co-EC)은 water splitting과 Reverse Water Gas Shift (RWGS) reaction을 이용하여 H₂와 CO 가스가 일정비율로 혼재된 syngas를 제조할 수 있다. 본 연구에서는 전극 특성과 안정성 향상을 위하여 연료극에 나노 GDC 입자를 증착 시키는 연구를 진행하였고 그 후 성능을 평가했다. 나노 입자를 증착시키기 위하여 urea precipitation method를 사용하였으며 나노 입자 증착이 잘된 조건을 선택하여 H₂:CO=2:1인 syngas를 제조했다. Co-EC 단전지는 Ni-YSZ 연료극 지지체 위에 NiO-YSZ AFL과 YSZ 전해질을 dip coating하고 La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3-δ}-Gd_{0.1}Ce_{0.9}O_{2-δ} (LSCF6428-GDC10) composite을 공기극으로 사용했으며, 공기극과 전해질의 반응성을 막기 위해 그 사이에 GDC10 buffer layer를 coating하였다. 제작된 단전지는 각각 조건에 따라 I-V test, electrochemical impedance spectroscopy (EIS) 측정을 했고, 반응 시간에 따른 저항성분들의 세분화를 distribution of relaxation times (DRT) 분석하여 각각 electrode polarization 반응을 분리하였다. 마지막으로 gas chromatography (GC)를 이용하여 Outlet gas에 포함된 H₂와 CO의 가스 양을 측정하였다.

P1-G2-7 Cathodic Electrochemical Deposition of Doped Ceria: Potential Application to a Low-Temperature Solid Oxide Fuel Cell Electrode

도핑된 세리아의 전기화학적 도금: 저온형 고체산화물연료 전지 전극으로서의 응용 가능성

서한길*, 지상훈, 정우철

KAIST (한국과학기술원)

Contrary to conventional solid oxide fuel cells (SOFCs), thin-film based SOFCs have gained much attention due to their capability to lower the operating temperatures ($< 500^{\circ}\text{C}$), ensuing the extended lifetime and reduced cost. Despite their various benefits, the low-temperature operation requires the use of catalytically active electrode materials to facilitate the rate of oxygen reduction reaction (ORR), and thus, platinum (Pt) is widely considered as a suitable candidate. However, Pt forms “two-dimensional” electrochemically active sites at the electrolyte-electrode interfaces and suffers from poor long-term thermo-mechanical stability. Therefore, there is a strong demand for the development of robust Pt electrodes with three-dimensionally extended reaction sites. Here, we address these issues by applying a simple, cost-effective and scalable coating method known as cathodic electrochemical deposition (CED). Nanoporous Pt electrodes are fabricated by oxygen reactive sputtering and the following annealing treatment. Subsequently, these films are uniformly coated with Sm-doped CeO_2 (SDC) film layers via CED. The SDC-coated Pt electrodes are physically characterized using SEM, XRD and ICP-MS. Full-cell tests using electrochemical impedance spectroscopy confirm that the improved power performance and thermal durability of the SDC-coated Pt electrodes result from the enhanced Pt-SDC interactions.

P1-G2-8 Electrical Properties of Metal Pyrophosphate-alkali Carbonate Composite Electrolyte for Low-temperature PCFC

저온형 PCFC 전해질 metal pyrophosphate-alkali carbonate 복합체의 전기적 특성

임하니*, 손찬진, 김인호, 홍재운, 송선주

전남대학교

Tetravalent metal ($=\text{M}$) pyrophosphates doped with aliovalent cation ($=\text{J}$) ($\text{M}_{1-x}\text{J}_x\text{P}_2\text{O}_7$) and cerium oxide-alkali metal carbonate composites are good candidate for proton-conducting ceramic electrolyte fuel cells (PCFC), because of its high protonic and co-ionic conductivity. However, poor sinter ability, ionic conductivity loss on high temperature ($\text{M}_{1-x}\text{J}_x\text{P}_2\text{O}_7$) and restricted thermo-mechanical stability (ceria-carbonate composite) are impediments for to be widely used as electrolytes in PCFCs. In this work, a new class of ion-conducting composites ($\text{M}_{1-x}\text{J}_x\text{P}_2\text{O}_7\text{-A}_2\text{CO}_3$) was prepared by mixing pre-synthesized $\text{Zr}_{0.92}\text{Y}_{0.08}\text{P}_2\text{O}_7$ with commercially available Li_2CO_3 in different weight ratios followed by heat-treatment of molded specimen at higher temperatures. The ionic conductivity of $\text{Zr}_{0.92}\text{Y}_{0.08}\text{P}_2\text{O}_7\text{-Li}_2\text{CO}_3$ composites were measured by electrochemical impedance spectroscopy (EIS) at various temperature ($200 - 650^{\circ}\text{C}$) and Li_2CO_3 ratio (2, 5, 10 wt%). The measured ionic conductivity was higher than abovementioned materials and thermo-mechanical stability was improved, in comparison to that of cerium oxide-alkali metal composites at the higher ends of the $200 - 650^{\circ}\text{C}$ range.

P1-G2-9 Analysis of the Electronic Conductivity of Thick-film Gd-doped Ceria with Hebb-Wagner Polarization Method

Hebb-Wagner polarization 방법을 통한 Gd-doped ceria 후막 전자전도도 특성 분석

남경덕*, 주종훈

충북대학교

이온 전자 혼합 전도체(Mixed Ionic Electronic Conductor, MIEC)는 연료 전지, 산소 분리막과 같은 전기화학 디바이스에 응용하기 위해 널리 연구되고 있다. 형석 구조의 GDC($Gd_{0.1}Ce_{0.9}O_{2.5}$)는 높은 이온 전도성을 갖는 대표적인 혼합 전도체로 전기화학 디바이스에서의 전자 전도도에 따른 성능 변화, 결함 농도에 따른 전자 전도도의 변화, 구조와 상에 따른 전자 전도도 변화를 확인하기 위해서 전도도 성분을 분리하여 순수한 전자 전도도를 얻을 필요가 있다. 혼합 전도체에서 순수한 전자 전도도를 분리하여 측정하기 위한 다양한 실험방법 중, Hebb-Wagner polarization이 가장 많이 사용되고 있으며, 일반적인 Hebb-Wagner cell은 2-probe 측정 방법을 이용하여 측정한다. 그러나 2-probe 방법은 전극의 과전압(overpotential)을 배제할 수 없기 때문에 전자 전도도 측정 시 물질 본래의 전자 전도도 보다 낮게 측정되는 문제점이 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 4-probe 방법을 사용한 Hebb-Wagner cell이 연구되었다. 4-probe 방법은 전극의 과전압 배제하여 보다 정확히 순수한 전자 전도도를 측정할 수 있는 장점이 있으나 Hebb-Wagner cell을 구성하는 방법이 어려운 단점이 있다. 본 연구에서는 tape casting기술을 이용하여 새로운 얇은 후막 형태의 GDC(Gd-doped ceria) 전해질의 Hebb-Wagner cell을 제작하여 시편의 shape factor에 따른 전자 전도도를 분석하였으며, 2-probe 측정법으로도 4-probe 측정법과 같은 정확도의 전자 전도도를 측정할 수 있음을 비교하고자 한다.

P1-G2-10 Optimizing the Compositions and Phase/Microstructural Stability of $La_{0.6}Sr_{0.4}Fe_{1-x}Sc_xO_{3-\delta}$ for Solid Oxide Fuel Cells Ceramic Interconnector

고체산화물 전지 일체형 세라믹 접속자 용 $La_{0.6}Sr_{0.4}Fe_{1-x}Sc_xO_{3-\delta}$ 의 조성 및 상/미세구조 안정성 최적화

곽민준^{1*}, 김선동², 김태우², 나영훈³, 최현종², 우상국²

¹과학기술연합대학원대학교 (UST)

²한국에너지기술연구원

³고려대학교

접속자(interconnector)는 고체산화물연료전지(Solid oxide fuel cells, SOFCs) 스택 제조를 위한 단전지의 적층에 반드시 필요한 기술로 전지간 전기적 연결통로이자 집전의 역할을 한다. 접속자는 최근까지 각종 금속 소재를 기반으로 적용되어 왔으나, 고온에서 나타나는 부식 문제 및 세라믹으로 구성된 전지와 접속문제, 환원분위기인 연료극에서의 안정성 문제 등으로 스택의 수명을 감소시키고 안정성을 저하시키는 원인이 되었다. 최근 연구에서 금속접속자의 대체재로서 세라믹 소재인 $LaSrFeO_{3-\delta}$, $LaSrMnO_{3-\delta}$ 을 적용하는 방안이 대두되었지만 고온 산화, 환원 분위기에서의 상/미세구조 불안정성으로 인해 장기 안정성 확보가 어려운 것으로 보고되었다. 본 연구에서는 LSF에 Sc를 도핑한 LSFSc를 적용하여 접속자의 산화/환원 분위기에서의 상/미세구조 안정성을 개선하고자 하였다. LSFSc 분말은 페치니 공법에 적용하여 Sc 조성, 혼합 용액의 pH 값, 열처리 온도와 유지시간 변화 등 다양한 조건에 따라 합성하였다. 합성한 분말은 산화/환원 분위기별 안정성 실험 후 XRD, XPS, TPR, SEM 분석을 실시하였다. 장기안정성 평가용 단위셀 제작을 위해 소결 실험을 진행하였고 성능 측정 결과 Sc10 mol%, pH 2, 열처리 온도 1200 °C, 유지시간 2h의 조건에서 합성한 분말이 1,000시간 이상의 안정성을 보여주었다. 또한, 스택용 대면적(30 cm²) 셀 적용을 위한 열처리 후 평탄도 실험을 진행하여 열팽창계수 및 소결 수축에 의한 셀의 뒤틀림 현상을 최소화 하였다.

P1-G2-11 Synthesis and Electrochemical Performance Evaluation of $\text{SrFe}_{0.8}\text{Ti}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$ for the Symmetric Solid Oxide Cells

대칭형-고체산화물전지 용 $\text{SrFe}_{0.8}\text{Ti}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$ 전극 소재의 합성 및 전기화학적 성능 평가

김혜정^{1*}, 객민준², 김선동¹, 최현중¹, 서두원¹, 우상국¹

¹한국에너지기술연구원

²과학기술연합대학원대학교 (UST)

양방향 고체산화물전지(Reverse-Solid Oxide Cells, R-SOCs)의 안정성 및 성능 향상을 위하여 산화/환원 분위기에서 안정한 페로브스카이트 구조의 전극 소재인 $\text{SrFe}_{0.8}\text{Ti}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$ (SFT_{0.2}O) 분말을 합성하고 대칭형 고체산화물전지(Symmetric-SOCs, SSOCs)를 제작 및 평가하였다. SFT_{0.2}O는 산화분위기에서 안정하며 다양한 전이금속(Ti, Si, Zr, Mo, W 등)의 참가가 가능한 구조인 $\text{SrFeO}_{3-\delta}$ (SFO)에 낮은 산소분압과 넓은 온도 범위에서의 안정성 증진을 위해 Ti를 Fe자리에 도핑시킨 더블 페로브스카이트 구조를 가지도록 하였으며, 페치니 공법을 적용하여 Ti 20 mol%, pH 2, 열처리 온도 1000 °C 의 조건에서 합성하였다. SFTO의 전극 적용을 위하여 YSZ, GDC, YbScSZ, LSGM, LSGMZ와 같은 전해질 소재와의 반응성 평가를 실시하였고 Pt 전극을 사용해 각 전해질 지지체의 이온 전도도를 평가하여 최적의 전해질 지지체를 선정하였다. SFTO의 단위전지 평가는 선정된 전해질 지지체를 이용하여 SSOC의 형태로 실시하였으며 전해질과 전극의 접촉성 개선 및 삼상계면 증가를 위하여 SFTO와 전해질 소재의 혼합물을 이용하여 전극을 제조 하였다. 또한 SFTO와 전해질 소재의 혼합 비율, 혼합 방법에 따른 전기화학적 성능 비교 평가를 실시하였다.

P1-G2-12 Study on Cathode Materials with the Ruddlesden-Popper Structure for High Temperature Solid Oxide Fuel Cells

고온형 고체산화물 연료전지용 Ruddlesden-Popper 구조 공기극 소재에 관한 연구

김도엽*, 김경준, 이강택

DGIST (대구 경북과학기술원)

Ruddlesden-Popper phases, $\text{La}_{n+1}\text{Ni}_n\text{O}_{3n+1}$ (LNO, n=1, 2, 3), have been studied as one of the most promising candidates of intermediate temperature solid oxide fuel cell(IT-SOFC) cathode

materials due to their high electrical conductivity and catalytic activities of oxygen reduction reactions. However, the chemical, microstructural, and electrochemical properties of these cathodes of SOFC applications at higher temperatures (HT, >750°C) have been rarely reported. Therefore, we investigated the feasibility of LNOs as HT-SOFC cathodes. The electrochemical performances of LNOs with the symmetrical cell configuration were analyzed by electrochemical impedance spectroscopy (EIS) at high temperature over 750°C. Moreover, the mechano-chemical properties of LNOs with various electrolyte materials were also evaluated. In this presentation, we will describe our recent progress on investigation of LNO cathodes for HT-SOFC applications.

P1-G2-13 Performance Improvement of Metal Supported Solid Oxide Fuel Cells by using Nano GDC-sol

나노 GDC-sol 적용을 통한 금속지지형 고체산화물 연료전지의 성능 향상

나영훈^{1*}, 김선동², 객민준³, 최현중², 서두원², 우상국², 허주열¹

¹고려대학교

²한국에너지기술연구원

³과학기술연합대학원대학교 (UST)

소결 공정을 이용한 Ni-Fe 기반 금속지지형 고체산화물연료전지 제조 시 Ceria계 세라믹 전해질과 금속 지지체의 기계적 특성 (열팽창계수, 수축률 및 산화-환원 특성)차이로 인하여 계면에서 Delamination 및 Crack과 같은 결함이 발생하여 전지의 제작이 어려웠다. 이에 결함이 최소화 된 금속-세라믹 다층 구조의 연료전지를 제작하기 위하여 NiO, Fe_2O_3 의 세라믹 분말을 재료로하는 연료극 지지체를 $\text{NiO}:\text{Fe}_2\text{O}_3 = 9:1 \sim 1:9$ mol%의 조성을 갖도록 제작하고, 각 조성에 따른 강도, 수축률, 기공률 및 SEM 미세구조 변화를 비교하였다. NiO와 Fe_2O_3 의 조성 변화에 따른 Dip-coating 층의 계면 안정성 평가를 진행하여 가장 안정한 것으로 판단되는 $\text{NiO}:\text{Fe}_2\text{O}_3 = 9:1$ mol%의 조성을 갖는 지지체를 확보하여 버튼셀을 제작하였다. 또한 삼상계면 증가를 통한 성능 향상을 위해 지지체 내부에 GDC-sol을 infiltration 하여 nano GDC 입자가 코팅된 Ni-Fe 지지형 버튼셀을 제작하였다. 550 ~ 650°C의 운전 온도, H_2 50 sccm (3% H_2O), Air 200 sccm의 gas 공급 조건에서 성능 측정을 진행한 결과 nano GDC 입자가 코팅되지 않은 경우 $0.143 \text{ w/cm}^2 @ 650^\circ\text{C}$, nano GDC 입자가 코팅된 경우 $0.533 \text{ w/cm}^2 @ 650^\circ\text{C}$ 의 power density를 나타내었다.

P1-G2-14 Innovative Approach for Nano-structured Electrode of Solid Oxide Cells
고체 산화물 전지 전극의 나노 구조화를 위한 창의적 접근

 명재하^{1*}, Dragos Nogue², John T.S. Irvine²
¹한국에너지기술연구원

²University of St. Andrews

Solid oxide cells (SOCs) are electrochemical systems capable of operating reversibly and therefore may serve as versatile energy converters. Due to their severe operating conditions, the ideal fuel electrode materials has not been found yet to accomplish of its requirements such as electronic and ionic conductivity, and catalytic activity with strong stability in redox condition. Ni-YSZ cermet has been regarded as the embodiment of this functional trinity. However, even though degradation associated with reversible operation can be mitigated, the cermet electrodes still suffered from agglomeration during redox condition. Recent electrode designs have been developed to microstructures consisting of a porous mixed ionic electronic conductor backbone decorated with metallic nanoparticles by impregnation method. However, these are still hindered by the lack of cost and time-effective methods to produce both robustness and high-performance from their nanostructured electrodes. Here, a simpler alternative, will be introduced, exsolution whereby the catalytically active metal is substituted in the crystal lattice of the backbone in oxidizing conditions and exsolved on the surface as designed metal particles under reduction condition. Here I demonstrated a simple and highly effective *in situ* method for producing nanostructured electrodes capable of delivering high performances in both fuel cell and electrolysis mode.

P1-G2-15 Improving the Sintering Behavior of CuO-GDC Buffer Layer and the Manufacturing Process by Co-sintering of LSCF Air Electrode for High Temperature Solid Oxide Cells
고온형 고체산화물전지용 CuO-GDC 버퍼층의 소결 특성 및 LSCF 공기극 동시소결을 통한 제조 공정 개선

 최현중^{1*}, 나영훈², 김선동¹, 객민준³, 서두원¹, 우상국¹
¹한국에너지기술연구원

²고려대학교

³과학기술연합대학원대학교 (UST)

고체산화물전지(Solid Oxide Cells, SOC)는 전기화학 반응을 통한 전력의 생산 및 그 역반응을 통한 수소 생산이 가능하여 탄소 발생 저감 사회 및 수소 사회로의 전환에 기여 할 수 있는 시스템이다. 양방향 운전이 가능한 공기극인 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ 는 수전해 반응 모드에서 기존의 전해질인 Yttria stabilized Zirconia (YSZ)와의 반응 및 박리현상으로 인하여 안정성을 저하시키고 이를 보완하기 위하여 GDC 버퍼층을 삽입한 전지를 제작한다. Ceria base의 GDC는 높은 소결 온도를 필요로 하지만 고온에서 YSZ와의 반응을 일으키기 때문에 본 연구에서는 Cu-oxide를 소결 조제로 적용하여 Gd-doped ceria (GDC) 전해질 층의 저온 소결을 실시하고, LSCF와 동시소결을 통하여 전지 제조 공정을 개선하였다. 0.25 ~ 2 mol%의 Cu를 산화물 형태로 GDC 표면에 코팅하고 XPS 및 SEM 미세구조 분석을 통하여 CuO의 함량 및 분포 형태를 확인하였다. 또한 각 분말의 소결 특성을 확인 후 Pt 전극을 활용한 각각의 symmetric cell을 제작하여 전지의 운전조건에서 이온전도도 및 activation energy 측정을 실시하였다. 또한 CuO-GDC 버퍼층과 LSCF 공기극의 동시소결 특성 및 전지성능 평가를 실시하였다.

P1-G2-16 The Effects of H₂S Concentration and H₂O Content on SOFC Degradation

황화수소 불순물 농도와 수증기 함량에 따른 고체 산화물 연료전지의 열화특성에 관한 연구

이현미*, 임형태

창원대학교

고체산화물연료전지(SOFCs)는 고온동작 특성으로 다양한 gas를 연료로 사용할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 직접 바이오가스나 천연가스를 Ni-YSZ cermet의 음극에 연료로 사용할 경우 가스 중 포함되어있는 황화수소(H₂S)에 의해 장기동작 시 Ni의 황 피독으로 인한 성능 저하가 발생한다. 이에, 황 피독 예방을 위한 음극물질·촉매물질의 개발 및 적용, 수증기를 이용한 regeneration 등의 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 황화수소 불순물이 장기 동작에 끼치는 영향을 알아보기 위하여 700°C에서 다양한 황화수소 농도 조건(0 ~ 100 ppm H₂S)하에서 정전류(~ 500 mA/cm²) 테스트를 실행하였고, 장기 동작 전·후의 임피던스와 출력특성을 측정하였다. 또한 황화수소 불순물이 포함된 연료 조건에서 수증기를 함께 주입하여 수증기의 regeneration 효과를 확인하고자 하였으며, 이를 위해 일정한 황화수소(50 ppm H₂S)가 포함된 연료 조건 하에서 LFC (Liquid flow controller) 타입의 humidifier를 이용하여 수증기 함량을 달리하여 장기 테스트를 진행하였다. 테스트 후 실험 조건에 따른 Ni 표면의 황피독 확인을 위하여 XRD, C-S분석기, Raman spectroscopy 등을 이용하여 분석하였다.

의 전압을 각각 측정하였다. 음극 집전체로는 Ni mesh가 사용되었으며 양극 집전체의 경우 silver mesh (0.07), crofer mesh (0.2, 0.1), Ni, Co가 코팅 된 crofer mesh (0.2, 0.1)를 사용하여 비교하였다. 성능평가는 I-V test, impedance 분석을 통해서 이루어졌으며, 각 집전체에 따른 열화율을 평가하기 위해 200 mA의 정전류 테스트를 100시간 동안 진행하였다. 테스트 완료 후 셀의 양극 및 crofer mesh를 XRD, SEM, EDS, 을 통하여 분석하였다. silver mesh의 경우 집전체와 양극표면에서 측정된 전압차이가 거의 없는 반면 (낮은 접촉저항). crofer 기반의 집전체의 경우 mesh # 및 코팅 유무에 따라 접촉저항뿐만 아니라 열화특성이 크게 달라질 수 있음이 확인되었다.

P1-G2-18 Conductive Nature of Grain Boundaries in a Stabilized-Bi₂O₃ Solid Electrolyte

안정화 비스무스 옥사이드 결정립계의 전도 특성 연구

정승진*, 객노우, 정우철

KAIST (한국과학기술원)

Stabilized Bi₂O₃ have gained a lot of attention as a solid electrolyte material for low-temperature solid oxide fuel cells (LT-SOFCs) due to their superior oxygen ion conductivity at the temperature of relevance (500 - 700°C). Despite many research efforts to measure transport properties of stabilized Bi₂O₃, however, the effect of grain boundaries on electrical conductivity has rarely been reported and their results are even controversial. In this regard, we undertake a quantitative analysis of the grain boundary contribution out of the total ionic conductivity at elevated temperatures (350 - 500°C) by using epitaxial and poly-crystalline thin films of yttrium-stabilized bismuth oxide (YSB). Surprisingly, both epitaxial and poly-crystalline films show nearly identical levels of ionic conductivity, measured by ACIS, and this is the case even though the poly-film possesses nano-scale grains and thus the extremely high density of grain boundaries. On the other hand, for a poly-film of YSZ with high levels of silicon contaminant, which are selectively dispersed only at grain boundaries, around 4 times lower values of conductivity (at 500°C) were obtained, compared with a high purity film. Such highly conductive nature of grain boundaries in a stabilized Bi₂O₃ will be discussed in terms of the grain boundary microstructure and the influence of alio-valent impurity species

P1-G2-17 In-situ of Contact Resistance Measurement in SOFC Using an Additional Voltage Probe

SOFC 집전체의 접촉저항 in-situ 분리 및 열화 특성에 대한 연구

서권덕*, 임형태

창원대학교

SOFC 단위 셀을 stack으로 활용하게 될 경우 SOFC stack의 성능은 셀의 분극저항 손실뿐만 아니라 stack 구성요소의 저항, 특히 집전체와 셀의 접촉저항에 영향을 받는다. 구조적으로 셀과 집전체의 접촉저항을 최소화 하고 집전체에 의해 셀의 열화 방지를 위한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 집전체가 셀의 성능 및 열화에 미치는 영향을 파악하기 위하여 셀의 양극 표면에 추가로 voltage probe(pt)를 부착하여 집전체(CC)의 전압과 셀 양극 표면

P1-G2-19 Stable Redox Cycling Perovskite Structure-based Anode Materials for Solid Oxide Fuel Cells
산화환원사이클에 안정적인 페로브스카이트 구조기반의 고체산화물 연료전지용 연료극 물질 연구

조수연*, 박준영

세종대학교

Solid oxide fuel cells (SOFCs) have been attracted much attentions as next-generation alternatives and efficient energy conversion devices, because of SOFCs have numerous advantages, such as high conversion efficiency, fuel flexibility, low environmental impact, and high tolerance to fuel impurities. State-of-the-art SOFCs generally use a Ni/YSZ cermet for the anode materials because of its excellent catalytic activity for fuel oxidation and effective collection of current under H_2 operation. However, the conventional Ni-cermet anode shows the rapid performance degradation, resulting from the carbon deposition under the supplying of hydrocarbon fuel. Moreover, Ni-cermet anode materials suffer from the volume instability upon redox cycling due to the volume expansion of the anode by the oxidation of Ni to NiO. To solve these issues, perovskite-structured ceramic materials have considered as an alternative anode high redox stability and excellent electrochemical properties. Among these, $LaCrO_3$ and $SrTiO_3$ based materials have been considered as successful candidates under direct utilization of hydrocarbon fuels. However, electrochemical performances of these materials are still required to improve, compared to those of Ni-cermet anodes. Hence, in this work, various transition metal oxides are doped to the perovskite-structured anode materials to improve the SOFC performance. Redox stability test of anode materials are tested under real SOFC operating conditions.

P1-G2-20 Study of Cobalt-free Cathode Materials for Intermediate Temperature-solid oxide fuel cells
중·저온형 고체산화물 연료전지용 Cobalt-free 공기극 물질에 대한 연구

양자윤*, 박준영

세종대학교

As an electrochemical energy conversion device, solid oxide fuel cells (SOFCs) are one of the attractive alternative energy sources due to their high efficiency, good fuel flexibility, and low levels of pollutants. However, high operating temperature of SOFCs cause various scientific and economical issues in terms of fabrication cost and electrochemical stability. As a result, it is necessary to reduce operating temperature to intermediate temperature (IT) ranges (400-800°C). In IT-SOFCs, it is one of the important factors to develop cathode materials with high electrochemical performance for the excellent oxygen reduction reaction. Among IT-SOFC cathode materials, cobalt-based perovskite cathodes such as BSCF and LSCF have been shown high electrochemical catalytic activity for oxygen reduction reaction due to the high catalytic activity of cobalt ions. In spite of their advantages, these cobalt-based cathode materials still have practical issues in terms of high thermal expansion coefficient (TEC), high cost and poor chemical stability. Therefore, as an alternative cathode, we develop mixed ionic and electronic conductive cobalt-free cathode materials with the excellent electrochemical performance for oxygen reduction reaction. $BaFeO_{3-\delta}$ -based cathode materials are considered as one of candidates for cobalt-free cathode in this work. The effects of doping materials in $BaFeO_3$ -based materials on the conductivity and chemical stability are investigated for IT-SOFC cathode materials.

P1-G2-21 Investigation of Electronic Transport Properties and Durability of Anode Supported BCY-BZY Electrolyte Cells Using Embedded Probes

기준전극을 이용한 BCY-BZY 고체 산화를 연료전지의 이온/전자 수송특성과 내구성에 관한 연구

배선영*, 임형태

창원대학교

The correlation between internal chemical potential and durability of anode-supported BCY(yttria-doped barium cerate) - BZY(yttria-doped barium zirconate) electrolyte cell was investigated. Internal hydrogen and oxygen chemical potentials were measured using embedded Pt probes. The internal chemical potential became dominated by the gases surrounding the cathode, indicating that the BCY cell may be vulnerable to water vapor produced at the cathode during operation. BCY cells with BZY protecting at the cathode side (bi-layer cells) showed a small chemical potential variation through the electrolyte region close to the electrode side, indicating significant electronic conduction. Constant-current tests were conducted on BCY-BZY bi-layer cells, especially under negative voltage conditions. The bi-layer cell was stably operated under any severe operating conditions, because of the BZY protecting layer against water vapor's attack and its significant electronic conduction close to the cathode/electrolyte interface. The present study shows the electronic conduction as well as chemical stability can be achieved by the utilization of BZY layer at the cathode side, improving PCFC's durability under severe operation conditions such as negative voltage.

배출하지 않고 높은 에너지를 가지고 있지만 수소를 생산하는 과정에 많은 비용이 필요하다. 따라서 매장량이 풍부한 천연가스를 수소에너지로 전환하여 연료전지 등에 사용하기 위한 개질촉매 연구가 진행되고 있다. 일반적으로 메탄 수증기 개질 촉매로는 전이 금속(Ni, Co, Cu) 또는 귀금속계 촉매(Ru, Pd, Pt)가 사용되는데, 귀금속계 촉매는 촉매활성이 우수하고 탄소침적에 대한 내성도 우수하지만 고가의 가격을 갖는다는 단점이 있고 Ni계 촉매는 귀금속보다는 저렴하고 제조공정도 단순하여 경제적 측면에서 효율적이지만 탄소 침적 또는 입성장 등으로 인한 열화문제가 단점으로 지적되고 있는 상황이다. 본 연구에서는 Ni계 개질촉매의 내구성을 향상시키기 위해 NiMgO를 exsolution방법을 이용하여 Ni촉매를 활성화시킨 복합개질촉매를 제조하여 촉매활성 및 내구성을 평가하였다. Fixed bed reactor 내에 촉매를 넣고 메탄:수증기 = 1:2, 200-800°C 온도범위에서 메탄전환율을 측정 및 평가하여 메탄전환율에 미치는 환원 온도 및 소결 온도의 영향을 조사하였다. XRD와 SEM을 통해 제조된 촉매의 미세구조와 분포를 확인하였다.

P1-G2-23 Surface Morphology and Space Charge Distribution of BaZrO₃ Nanoparticle using ab initio Thermodynamics

ab-initio 열역학을 이용한 BaZrO₃ 나노입자의 표면 형상과 표면 공간전하 분포

김지수*, 김영철

한국기술교육대학교

BaZrO₃는 입내에서의 높은 프로톤 전도도로 인하여 프로톤 전도 연료전지의 전해질과 연료극의 지지체로서 많은 연구가 이뤄져 왔다. 연료극은 삼상계면의 밀도를 높이기 위해 나노입자로 구성 되어 있으며, 따라 입자의 형상을 이해하고, 이에 따라 변화하는 프로톤의 전도를 이해하는 것이 중요하다. 본 연구는 표면에너지 계산으로부터 온도와 산소분압에 따라 변화하는 나노입자의 형상과, 안정한 표면에 형성된 공간전하층에 관한 것이다. BaZrO₃의 표면에너지는 (001), (011), 그리고 (111) 순으로 안정하였고, 이를 바탕으로 Gibbs-Wulff 이론에 근거한 나노 입자를 예측하였다. Ba의 화학퍼텐셜이 높을 때, (001) 방향의 정육면체 나노입자가 형성되나, Ba의 화학퍼텐셜이 낮아질수록 (001) 방향과 (011) 방향의 decaoctahedron 나노입자가 형성되었으며, 이는 실험결과와 잘 일치하였다. 이를 바탕으로 (001), (011) 표면의 공간전하 분포를 예측하였고 비교하였다.

P1-G2-22 Fabrication and Performance of Ni/MgO Methane Steam Reforming Catalysts by Exsolution

Exsolution법을 이용한 Ni/MgO 메탄 수증기 개질 촉매 제조 및 특성 평가

박용선*, 임예슬, 윤종설, 황해진

인하대학교

석유자원 고갈과 지구온난화현상이 진행됨에 따라 대체 에너지원 개발에 대한 관심이 증가하고 있다. 오염 물질의 방출이 적은 새로운 에너지 전환 및 저장 장치인 연료전지가 그에 따른 하나의 대안책으로 부상하고 있다. 연료전지의 연료 수소는 이산화탄소를

P1-G2-24 Effects of Ni Diffusion on the Accelerated Conductivity Degradation of Scandia-stabilized Zirconia Films under a Reducing Atmosphere

환원분위기에서 스칸디아 안정화 지르코니아의 전도도 열화에 대한 니켈 확산의 영향 분석

권영일^{1*}, 윤경식², 김정화³, 조상영², 유충열⁴, 유지행⁴, 주종훈¹

¹충북대학교

²충남대학교

³Samsung Electronics

⁴한국에너지기술연구원

고체 산화물 연료전지(Solid Oxide Fuel Cell (SOFC))는 전기화학반응을 통하여 연료의 화학 에너지를 전기 에너지로 직접 변환시키는 장치로써 다른 열기관에 비하여 에너지 변환 효율이 높아 연료 소비와 오염물질 및 온실가스 배출을 크게 감소시킬 수 있어 상용화를 위한 많은 연구가 진행되고 있다. SOFC는 음극 지지형 구조가 주로 쓰이며 공정 특성상 셀 구성성분의 공소결이 불가피하다. 따라서 고체산화물 연료전지의 공소결 과정 중 음극(Ni-based cermet)에서 전해질의 Ni확산이 연료전지 작동 분위기에서 어떠한 영향을 미치는지 이해하는 것은 중요하다. 본 연구에서는 연료전지 작동 중 스칸디아 안정화 지르코니아(Scandia stabilized zirconia)필름에 대한 Ni확산의 영향을 알아보기 위해 ScSZ 테이프 양단에 다공성 NiO플레이트를 놓은 뒤 1450°C에서 10시간 소결하여 Ni이 확산된 ScSZ 필름을 제작하였다. Ni이 확산된 ScSZ 필름의 환원분위기에서 시간변화에 따른 거동을 조사하기 위해 in-plane 모드에서 2단자 교류 임피던스 방법을 통해 전도도를 측정하였고, 주사전자현미경을 통해 ScSZ 필름 표면을 관찰하였다. ScSZ 필름에 대한 Ni의 확산은 셀 작동 분위기에서 전도도 열화를 가속시켰으며 이는 Ni석출에 의해 촉진된 cubic구조에서 tetragonal구조로의 상변화에 연관이 있다는 것을 라만 분광법 분석을 통해 알 수 있었다. 결과분석을 통해, SOFC 셀의 소결과정 동안, ScSZ전해질의 Ni확산이 SOFC 작동 분위기에서 상당한 전도도 열화의 원인이 됨을 확인하였다.

P1-G2-25 Electrochemical Characteristics of Nickel and Ceria Infiltrated Nano-Structured La_{0.2}Sr_{0.8}TiO₃ Anodes for Solid Oxide Fuel Cells By Infiltration

Ni/GDC가 infiltrated 된 SOFC용 나노 구조 La_{0.2}Sr_{0.8}TiO₃ 연료극의 전기화학적 특성

이민진*, 황해진, 이현준, 신재화

인하대학교

La-doped SrTiO₃(LST)는 수소분위기에서 전기전도도가 우수하고 화학적으로 안정하며 황 및 카본 코킹에 대한 내성이 우수하다는 점 때문에 고체산화물연료전지용 산화물 연료극 소재로 많은 주목을 받고 있다. 그러나 기존의 Ni-YSZ cermet에 비하여 전기화학반응에 대한 촉매활성이 낮아 연료극 소재로 사용되기 위해서는 촉매활성의 개선이 요구되고 있는 상황이다. 본 연구에서는 LST의 촉매활성을 향상시키기 위하여 LST backbone에 Ni와 GDC를 나노복합화한 Ni-GDC/LST 연료극 소재를 제조하였다. 나노 크기의 Ni 과 GDC는 infiltration공정을 통하여 LST backbone에 균일하게 분포하였다. Ni/GDC가 infiltration된 LST는 높은 촉매활성을 나타냈으며, EIS를 측정하였을 때 Ni와 GDC의 시너지효과에 의해 저항이 현저하게 줄어드는 것을 확인하였다. polarization resistance (R_p)는 Ni와 GDC의 함량비에 따라 다른 형태의 arc를 보였으며, Ni와 GDC의 비율에 따른 미세구조와 장기내구성을 분석하여 SOFC용 anode로서의 특성을 확인하였다

P1-G2-26 Electrochemical Performance of Ni-Ce_{0.75}Zr_{0.25}O₂ and Ni-Pr_{0.1}Ce_{0.65}Zr_{0.25}O₂ Anodes for Solid Oxide Fuel Cells

고체산화물 연료전지 연료극 적용을 위한 Ni-Ce_{0.75}Zr_{0.25}O₂와 Ni-Pr_{0.1}Ce_{0.65}Zr_{0.25}O₂의 전기화학적 성능 평가

박은희^{1*}, 김선재², 홍종섭³, 윤경중³, 윤희성¹, 백운규¹, 이종호³

¹한양대학교

²포항공과대학교

³한국과학기술연구원

Solid Oxide Fuel Cells (SOFCs) represent an attractive power generation system which produces electric power because of their high efficiencies and environmentally friendly operation. Permanent damage takes place in traditional anode (Ni/yttria-stabilized zirconia(YSZ)) due to carbon coking when using methane as a fuel. To address this issue, there is a growing interest in carbon-tolerant anode materials. The object of this research is to develop Ni-Ce_{0.75}Zr_{0.25}O₂ (Ni-CZO) cermet anode to improve anode performance and stability by using superior oxygen storage capacity (OSC) of CZO. Extensive research has been conducted on alternative anode using ceria-based materials. It is imperative that an anode has high ionic conductivity, while Ni-CZO cermet has relatively low ionic conductivity. Therefore, object of this study is to overcome a limitation by doping praseodymium (Pr). Ni-Pr_{0.1}Ce_{0.65}Zr_{0.25}O₂ provides not only improvement of ionic conductivity but also oxygen storage capacity. In this study, electrochemical performance of Ni-Ce_{0.75}Zr_{0.25}O₂ and Ni-Pr_{0.1}Ce_{0.65}Zr_{0.25}O₂ was studied using electrochemical impedance spectroscopy (EIS). Symmetrical cells of Ni-CZO and Ni-Pr doped CZO anodes were fabricated to evaluate the cell performance.

P1-G2-27 Pathway Selection in Wet-chemical Reaction for Hierarchical Nano-Surface Ceria

습식반응에서의 반응루트 선택에 따른 고온안정성 고비표면적 세리아의 합성

김한빛*, 신미영, 신태호

한국세라믹기술원

Ceria is one of the valuable materials for solid oxide fuel cells, automotive three-way catalysts and OSC (oxygen storage capacity). However, for those application, ceria is required to have high redox/thermal stability with high surface reactivity. Herein we successfully

synthesize the well-constructed hierarchical surface ceria satisfy the requirements. Thus, determining of appropriate wet-chemical reaction started from the lattice system is one of the crucial part of design the right path way, in order to get the product with desired hierarchical surface shape and high temperature stability.

P1-G2-28 The Effects of Binder Content and Solid Loading Ratio of Tape Cast Slurry on Rheological Properties for the Fabrication of Single Cells of Solid Oxide Fuel Cell (SOFC)

고체산화물 연료전지 단위전지의 제작을 위한 테이프캐스팅 슬러리의 바인더 및 분말 함량 비율 변화에 따른 유변학적 성질

이상훈*, 배중면

KAIST (한국과학기술원)

Solid oxide fuel cell (SOFCs) is an energy conversion device which can generate electricity from chemical energy of hydrogen. For commercialization of SOFCs, reduction of manufacturing cost is required. Tape casting is one of the manufacturing processes for low cost manufacturing of single cells of SOFC, and hence it is widely used for commercial single cell fabrication. For tape casting, characteristics of tape cast slurry is the most important variable, and it has to be optimized. Rheological properties have an influence on fluid behavior of tape cast slurry during the casting step, which determines uniformity of final green tapes. These properties significantly depend on solid loading and binder contents of slurry. In this study, the effects of binder content and solid loading ratio of tape cast slurry on rheological properties for the fabrication of single cells of solid oxide fuel cell (SOFC).

P1-G2-29 Intelligent Electrode for High-Temperature Electrochemical Cell Device

고온 전기화학 디바이스를 위한 지능형 전극

김경호*, 신미영, 신태호

한국세라믹기술원

Transition metal nanoparticles on the oxide surface have a high catalytic activity and a superior electrochemical characteristic. However, there are problems such as instability at high temperature, transition metal agglomeration and chemical instability. Recently, to solve the above problems, researchers that try to form stable transition metal nanoparticles on the oxide surface at high temperature have been investigated, using the control nonstoichiometric oxide. In this study, a small amount of transition metal Pd located in Fe of the B-site to a small amount of substitution of Pd in the high-temperature on the surface of the LSMF having a perovskite is nano-structure metallized forming a metal dot, we want to improve catalyst performance and prevent agglomeration of the transition metal, and to improve the electrochemical properties. These nano-structured particles on the formed oxide material surface can apply to the catalyst as well as the various sensors and the electrodes and the cathode of SOFC. Scanning electron microscopy (SEM) was performed to observe Pd dot of nanostructures on the surface of the LSMF and measured X-ray diffraction (XRD) to determine the formation of the Perovskite.

다. 이외에도 BNNT는 에너지, 원자력/우주, 바이오메디칼 등 다양한 분야에 활용이 가능하여 전 세계적으로 응용연구가 활발히 진행 중이며, 이에 따라 고품질 및 고순도의 BNNT를 확보하는 것은 필수적이다. 이를 위해, 우선적으로 BNNT의 순도를 평가하는 것은 매우 중요한데, 기존 CNT 순도평가에 주로 이용되는 TGA 방법 등은 BNNT에 적용할 수 없기 때문에 새로운 방법이 필요하다. 본 연구에서는 BNNT의 순도를 평가하기 위해 일반적으로 사용되는 다양한 분석법을 종합적으로 연계하여 순도평가가 가능함을 확인하였다. 기본적으로 나노튜브의 순도를 측정하기 위해 다수의 SEM/TEM 이미지 상에서 나노튜브의 평균 지름 및 면적을 매핑하여 전체면적에서 차지하는 비율을 계산하였다. 또한, SEM-EDS 성분분석, XRD 피크분석, BET 비표면적 평가 등을 이용하여 불순물의 종류와 함량을 평가하였고 이러한 분석 자료들을 종합적으로 비교·평가하여 BNNT 순도를 평가할 수 있음을 확인하였다.

P1-G2-31 Preparation and Characterization of Plasma-sprayed Yttria Stabilized Zirconia as a Potential Substrate for NO_x Sensor

용사 코팅법을 이용한 혼합 전위차형 NO_x Sensor 개발

손찬진*, 임하니, 김인호, 임지원, 송선주

전남대학교

Fully stabilized zirconia containing 8 mol% of yttria was synthesized by solid state reaction method and deposited as a thick film by plasma spray coating. The crystal structure and phases developed were characterized by X-ray diffraction (XRD). The surface structure, surface morphology and microstructure developed were studied by atomic force microscopy (AFM) and scanning electron microscopy (SEM). The actual doping content was measured by electron probe micro-analyzer (EPMA). The plasma sprayed YSZ was characterized for its electrolytic properties by AC and DC conductivity measurements. The maximum conductivity for plasma sprayed YSZ was found to be -1.62 Scm^{-1} , which was lesser than the conductivity of standard 8YSZ of -1.03 Scm^{-1} at $p\text{O}_2 = 0.21 \text{ atm}$. However, conductivity trends in the arrhenius plot was observed to be similar for entire YSZ's, suggesting that the conductivity mechanism is same and dominated by oxygen ion conductivity independent of oxygen partial pressure. These promising electrolytic properties of thermal sprayed YSZ suggest that the thermal spray coating method may lead to be used as a potential method for the fabrication of NO_x sensor.

P1-G2-30 A Study on the Purity Analysis of Boron Nitride Nanotubes Synthesized by Ball Milling and Annealing

질화붕소나노튜브의 순도평가 방법에 대한 연구

조민경*, 김재우, 김상인, 이순덕

내일테크놀로지(주)

질화붕소나노튜브(BNNT: Boron Nitride Nanotubes)는 붕소(Boron)와 질소(Nitride)가 1:1의 원소비로 구성된 화합물이며 육방정질화붕소(h-BN)로 이루어진 나노튜브이다. BNNT는 탄소나노튜브(CNT: Carbon Nanotubes)와 유사한 기계적, 열전도 특성을 보유하지만 전기적으로는 부도체의 특성을 가지고 있어 CNT가 적용될 수 없는 분야, 특히, 전기절연성을 가지면서 열을 방출해야 하는 IT 소자 및 기기 분야의 방열소재로 유용한 것으로 알려져 있

P1-G2-32 **LiMn_{1.5}Ni_{0.5}O₄ High Voltage Cathode for All-Solid-State Lithium-ion Batteries Using Patterned Substrate : Fabrication and Electrochemical Characterization**

패터닝된 기판을 이용한 high capacity, high rate capability의 LiMn_{1.5}Ni_{0.5}O₄ 전고상 박막전지 제조 및 전기화학적 특성 분석

이승환^{1*}, 윤미영², 신현정³, 문주호², 김주선¹

¹한국과학기술연구원

²연세대학교

³성균관대학교

고체 전해질을 사용하는 전고상 박막전지는 전해질의 누액에 의한 발화 및 폭발의 위험성이 없으며 소자의 초소형화가 가능하다는 장점들을 가지고 있다. 최근에는 고에너지화, 고출력화의 특성들을 필요로 하는 리튬이온 이차전지로 인하여 기존에 사용했던 양극소재를 고전압양극소재로 대체하는 연구가 진행되고 있다. 고전압양극소재 중에서 대표적으로 사용되는 소재는 스피넬 구조인 LiMn_{1.5}Ni_{0.5}O₄이다. LiMn_{1.5}Ni_{0.5}O₄는 3D의 리튬이온 이동경로를 가짐으로써 rate capability가 우수하며 Ni²⁺/Ni⁴⁺의 산화환원반응에 의한 4.7 V의 높은 작동전압을 가짐으로써 고에너지화, 고출력화가 가능하다. 특히, LiMn_{1.5}Ni_{0.5}O₄를 전고상 박막전지에 적용할 경우 고전압에서도 전해질의 분해가 발생하지 않기 때문에 안정적인 전기화학적 특성을 나타낸다. 그러나 전고상 박막전지는 양극소재와 전해질과의 접촉면적이 제한적이기 때문에 고속충방전 조건에서는 급격한 용량감소가 필연적으로 발생한다. 그러므로 양극소재-전해질과의 접촉면적을 증가시키기 위해서 패터닝된 기판을 사용하여 그 위에 순차적으로 Pt 집전체, LiMn_{1.5}Ni_{0.5}O₄ 양극을 증착시켜 표면 roughness를 극대화시키고자 하였다. 본 연구에서는 기존의 flat하게 형성되어있는 박막과의 비교를 위해서 서로 다른 표면 roughness를 갖는 사파이어 기판을 사용하였고 교류 마그네트론 스퍼터를 이용하여 LiMn_{1.5}Ni_{0.5}O₄ 박막을 증착 후 열처리하여 전고상 박막전지를 제조하였다. 표면 미세구조 및 상분석, 전기화학적 성능 평가를 통해서 패터닝된 기판을 사용한 전고상 박막전지가 더 많은 전극-전해질과의 접촉 면적, 강한 adhesion 때문에 high capacity 및 high rate capability를 가짐을 확인하였다.

P1-G2-33 **A Study of Iron Oxide Based Redox Catalyst for Carbon Dioxide Reduction in Reverse Water Gas Shift Reaction**

역수성 가스전환 반응용 이산화탄소 환원을 위한 산화철계 촉매 연구

배동현^{1*}, 윤미영², 김태희³, 김주선¹

¹한국과학기술연구원

²연세대학교

³안동대학교

역수성 가스전환 반응(Reverse Water Gas Shift Reaction; RWGSR)은 이산화탄소와 수소를 이용하여 일산화탄소와 물로 전환시키는 반응으로써 지구온난화의 주범인 이산화탄소를 소비시키는 핵심 반응이다. RWGSR용 촉매는 크게 금속류(Pt, Au, Ag, Rh 등)와 산화물계열로 나눌 수 있는데, 이산화탄소 환원 반응 효율은 금속류 촉매가 전반적으로 우수하나 상용화에는 고가라는 한계를 갖고 있다. 따라서 경제성이 우수하고 촉매효율이 높은 산화물계 RWGSR용 촉매의 개발이 시급하다. 산화물계 RWGSR용 촉매로 Zn, Cu, In, Fe계 산화물이 있는데, 이 중 Fe계 산화물은 고온에서 입자의 응집이 적어 장기안정성이 우수하며, 수소와 이산화탄소 분위기에서 산화-환원 반응이 반복되는 자가회복 능력을 갖고 있다. 그러므로 본 연구에서는 침전법으로 산화철계 촉매를 합성하였고 XRD, SEM, BET를 통해 물리적 특성을 분석하였다. 그리고 산화철계 촉매의 활성화도 및 반응 메커니즘을 확인하기 위해 gas chromatograph, H₂-TPR과 CO₂-TPO를 이용하여 이산화탄소 전환율, 일산화탄소의 선택성 및 산화철계 촉매 재료의 자가회복 능력을 분석하였다. 또한 산화철계의 촉매활성도를 더욱 향상시키기 위해서 산화철계 촉매에 oxygen storage로써 CeO₂와 gadolinia doped ceria (GDC)를 각각 복합화하여 이들이 이산화탄소 환원 반응에 미치는 영향을 분석하였다.

P1-G2-34 C-ADU Gel Particles Fabrication by GSP Process and Its Thermal Treatment

GSP(Gel Supported Precipitation) 법을 이용한 C-ADU Gel입자 제조 및 열처리

정경채*, 엄성호, 조문성

한국원자력연구원

초고온가스로의 핵연료는 중수로나 경수로 원자로에 사용되는 핵연료와는 그 형태와 모양이 다르다. 구형의 TRISO피복입자가 사용되는데 그 내부에는 구형으로 제조된 우라늄화합물 입자의 표면을 열분해탄소와 SiC를 사용해서 4겹으로 피복시켜, 연료가 원자로 내에서 핵분열되면서 방출하는 핵분열생성물들을 피복층에서 흡수하여 외부방출을 차단한다. 그러나, TRISO 피복입자의 내부에 사용되는 UO₂미세구입자는 고온조사가 진행되어 연소되는 동안, 구성성분인 산소가 피복층을 구성하고 있는 열분해탄소의 반응에 의해 부분적으로 CO(혹은 CO₂)를 형성하여 입자 내부압력을 증가시키는 단점이 있다. 이를 극복하기 위해 초기 중간화합물 제조과정에서 원료물질에 카본입자를 분산시켜 구형의 중간화합물(C-ADU Gel)을 제조하고, 후속과정을 거쳐 고온에서 열처리하는 방법이 개발되었으며, 본 연구에서는 GSP방법을 변형하여 UCO(UO₂+UC₂)입자를 제조하는 연구를 진행하고 있다. 연구초기로 UN용액에 카본입자를 분산시켜 broth용액을 제조하고, 구형액적으로 제조한 후 GSP방법을 활용하여 C-ADU gel입자를 제조하고, 제조된 gel입자의 기본물성을 파악하였다. 제조된 C-ADU gel 입자는 열처리공정을 거쳐 UCO형태로 변환되는데, 열처리 중간과정인 환원 및 탄소화, 소결과 같은 변환과정과 장치의 사용이 요구된다. 본 연구에서는 복잡한 열처리과정에 대한 기초연구와 더불어 약 2000°C에서 열처리 가능한 rotary kiln형태의 고온회전형 열처리장치를 자체 개발한 후, 기본 연구를 통해 UCO입자 제조특성을 연구하였으며, 기본 물성을 확인함으로써 본 연구에서 개발된 독자 공정이 고온가스로핵연료 제조에 적용 가능한 것인가를 판단하고자 하였다.

P1-G2-35 Effect of Oxidation Temperature on Mechanical Properties of SiC Triplex

산화 온도에 따른 SiC triplex의 기계적 특성 분석

박정환*, 정양일, 이현근, 김대중, 김원주

한국원자력연구원

SiC는 고온 특성 및 구조용 재료로 우수한 성능을 나타내기 때문에 에너지 산업 및 항공우주 산업용 고온부품 소재로 연구되고 있다. 최근에는 SiC의 우수한 내방사선특성을 고려하여 원자력 분야에서 차세대 원자로의 하나인 초고온가스로 노심 부품과 핵연료 피복재, 사고저항성 강화 피복관, 핵융합로 블랭킷 구조재로 사용하기 위해 연구가 진행되고 있다. 그러나 경수로 운전조건 및 사고상황의 고온 고압의 조건에서 물 또는 수증기와 반응하여 용해되는 것으로 현재 보고되고 있다. 또한 SiC가 원자로내에서 기체 분압과 온도에 따라 active 또는 passive 산화가 발생하고 SiC 섬유와 기지상 사이에 존재하는 열분해 탄소와 같은 계면상은 고온 환경에서 산화에 취약하여 산화가 진행됨에 따라 복합체의 기계적 특성을 감소시키는 것으로 알려져 있다. 그러므로 SiC의 산화막 안정성 평가는 SiC 재료의 원자로내에서 사용하기 위해 반드시 평가되어야 한다. 본 연구에서는 CVD 법으로 제조된 SiC triplex tube 샘플을 온도에 따른 고온산화 거동을 분석하고 그에 따른 기계적 특성 변화를 측정 분석함으로써 SiC 재료의 고온 안정성을 분석하고자 한다.

P1-G2-36 Photo-electrochemical Properties of CdS Sensitized Hydrothermally Grown TiO₂ Nanorod and Anodic Oxidized TiO₂ Nanotube

황화카드뮴 감응 수열합성 이산화티타늄 나노로드와 양극 산화 이산화티타늄 나노튜브의 광전기화학적 특성

김현*, 양비룡

금오공과대학교

Solar hydrogen generation by water decomposition in photoelectrochemical cells, one of the promising technologies for environmentally clean energy, has attracted much attention in the past decade. Among photocatalytic materials, titanium dioxide (TiO₂) has been considered as one of the promising candidates as a photoanode for water splitting, due to its high chemical stability, proper band edge positions, and inexpensive cost. However, large band gap of TiO₂ (3.1eV) results in limited solar-to-hydrogen efficiency. Thus one of the prerequisites of enhancing the solar energy conversion efficiency of the titania is to enhance its visible light activity, which composes a greater portion of the solar spectrum (~45%). Sensitization of the TiO₂ with small band gap nanoparticles such a chalcogenide is an effective strategy to improve the visible light response. In this work we performed comparative study of the photocatalytic properties of single-crystalline TiO₂ nanorods and polycrystalline nanotubes. Post heat treatment effects of the CdS nanoparticles on both nanorods and nanotubes were confirmed by HRTEM analysis and photoelectrochemical measurements. Improved photocatalytic activity was attributed to the increased particle size, and thus decreasing the band gap. Furthermore, heat treatment led to the improved crystallinity, which was evaluated by UV-Vis and photocurrent measurement.

P1-G2-37 Investigations of Graphene/TiO₂ Based Photo-electrodes for Photo-catalytic Hydrogen Production

태양광촉매 수소생산을 위한 그래핀/이산화티타늄 광전극

김현*, 양비룡

금오공과대학교

One of the renewable energy sources, hydrogen energy has been attracted as alternatives of the fossil fuels. A hydrogen fuel cell has been recently applied to various systems. However, while demand of hydrogen shall be tremendously increased in the hydrogen era, an effective technology for ecological hydrogen generation has not been developed yet. Current technologies for hydrogen production include the chemical extraction from fossil fuels such as natural gas and coal or electrolysis of water using electric power. By products such as CO or CO₂ resulting from the processes in these methods causes environment pollution. In this work, we demonstrated the improved charge transfer and collection in PEC system by using a graphene decorated TiO₂ nanorods photo-anode. TiO₂ nanorods were directly grown on graphene/FTO glass by hydrothermal method. Their morphologies of surface and cross-sectional view as well as elemental analysis were examined by FESEM, FETEM, Raman spectroscopy, and XRD. Photo-catalytic properties of bare TiO₂ nanorod/FTO and TiO₂ nanorod/graphene/FTO were examined by measuring photocurrent density under white light illumination. Furthermore solar hydrogen production was carried out by gas chromatography. Consequently graphene decorated TiO₂ nanorods were revealed superior photocatalytic activity because the graphene sheets led to increase the mobility of charge carriers and recombination time.

P1-G2-38 Evaluation of Synthesized Boron Nitride Nanotubes Dependent on Reacting Gas and Experimental Parameters

반응 기체와 조건에 따른 질화붕소나노튜브의 합성 및 특성평가

이순덕*, 김재우, 김상인, 조민경

내일테크놀로지(주)

질화붕소나노튜브(BNNT: Boron nitride nanotubes)는 90년대 초에 처음 발견되어 이후 많은 연구가 진행되고 있는 차세대 나노신소재이다. 탄소나노튜브(CNT: Carbon nanotubes)와는 기계적/열전도 특성이 유사하지만, 화학적으로는 좀 더 안정하고 특히 공기 중에서는 800°C 이상의 고온에서도 산화하지 않아 고온소재로 활용성이 많은 것으로 알려져 있다. 특히 BNNT는 높은 열충격자 흡수능을 가져 우수한 방사선 차폐능을 가지면서 동시에 뛰어난 기계적 강도를 가지는 특징으로 원자력공학과 우주공학의 경량 구조소재로서 매우 중요한 나노재료이다. 특히, 생물학적으로는 CNT와 달리 독성이 없는 것으로 알려져 있어 바이오메디칼 분야에도 활발하게 응용연구가 진행되고 있다. 현재, BNNT의 합성방법으로는 아크방전, 레이저/플라즈마증착, 화학적증착, 불밀링-열처리 등 다양한 방법이 개발되어 연구되고 있다. 본 연구에서는 불밀링된 붕소를 전구체로 사용하여 열처리하는 방법을 이용하여 BNNT를 합성하였다. 스테인리스 밀링용기에서 비정질 붕소를 밀링하여 BNNT 성장을 위한 나노붕소 전구체 분말을 제조하였다. 준비된 나노붕소 전구체 분말을 ~1, 100°C 이상의 적당한 온도에서 일정한 압력을 유지할 수 있도록 반응용기에 질소 또는 암모니아, 및 이의 혼합 반응기체를 일정한 유량으로 주입한 후 열처리하여 BNNT를 합성-성장시켰다. 본 연구에서는 주입되는 반응기체의 종류와 비율, 온도조건에 따른 BNNT의 합성과 성장변화, 특성 및 형태를 전자주사현미경(SEM: Scanning Electron Microscope, 전자투과현미경(TEM: Transmission Electron Microscope), 엑스선회절(XRD: X-ray Diffraction)을 이용하여 평가했다.

P1-G2-39 Reduced Large Graphene Oxide Encapsulated Hierarchical Black Phosphorus/Carbon Composite as Anode for Sodium Ion Batteries

대면적 그래핀 산화물이 접합된 계층구조의 소듐 이온 전지 음극 소재용 흑린/탄소 복합재 개발

장혜연*, 정지원, 이경은, 윤기로, 김찬훈, 윤두영, 정준영, 조수호, 김상욱, 김일두

KAIST (한국과학기술원)

Sodium ion batteries (SIBs) have been considered as one of the alternative battery systems because of the low-cost and the abundance of the sodium source. Recently, black phosphorus has been studied as a promising anode material due to its Na⁺ storage ability with a high capacity of 2596 mAh g⁻¹; however, it suffers from poor electrical conductivity and large volume changes, resulting in a rapid capacity degradation during cycling. In this work, we report chemically bonded phosphorus-carbon black-carbon nanotube (P-C-CNT) composite encapsulated by reduced large graphene oxide (rLGO) as an anode material for SIBs. The hierarchical P/C composite was synthesized by a simple ball-milling method followed by modifying surfaces with poly(allylamine hydrochloride) (PAH) to make chemical junction between composite and rLGO. The CNT and carbon black offer a facile passage for electrons at between P nanoparticles, and especially low amount of rLGO that wraps the P-C-CNT aggregates play a critical role in preventing structural changes and giving current bridges between current collector and active materials. The side effects of rLGO in the hierarchical P/C composite on the redox reactions enables to show exceptional electrochemical performance comparing other phosphorous anodes.

P1-G3-1 Fractography and Damage Evaluation of Proton Irradiated SiC_f/SiC Composites Prepared by EPD and Hot-pressing

EPD와 Hot press 공법으로 제조한 양성자 조사된 SiC_f/SiC 복합체의 파면해석 및 손상평가

Pipit*, Amit Siddharth Sharma, Arifin Septiadi, 윤당혁
영남대학교

SiC_f/SiC composites have been proposed as the main candidates for the structural components in future fusion and advanced fission reactors owing to their low induced radioactivity and good resistance under neutron irradiation conditions. Being a covalent and brittle nature, the fabrication of the damage-tolerant SiC-based composites has always been a major challenge. Achieving high density (>95%) coupled with reasonable toughness is one of the primary goals associated with the processing of SiC_f/SiC composites. Processing route were optimized by infiltration of SiC particulate slurry (matrix) with Al₂O₃-Y₂O₃ or Sc-nitrate as sintering additives into Tyranno[®] SiC fabric (reinforcement) using electrophoretic deposition or vacuum infiltration followed by hot-pressing. Composites were further subjected to proton irradiation at the doses of 10¹³ and 10¹⁴ protons/cm². Fractography and radiation-induced damage were evaluated by cross-sectional SEM and TEM observation. Ultrathin TEM specimens from matrix and fiber regions were prepared by FIB. Composites with Sc-nitrate exhibited significant fiber pull-out with a finer SiC matrix grains and less proton-irradiation induced damage compared to that with the Al₂O₃-Y₂O₃ additive even though XRD revealed the formation of no new phases after irradiation. Irradiation-induced defect structure in fiber and matrix regions were also compared.

P1-G3-2 Mechanical Behaviour of Highly Porous Ceramics by Direct Foaming

직접 발포법에 의해 제조된 기공률이 높은 다공성 세라믹스의 기계적 거동

장우영^{1*}, 박종규¹, Bijay Basnet¹, 이기성², 김익진¹
¹한서대학교
²국민대학교

The mechanical behaviour of the load-displacements curves of highly porous ceramics from particle-stabilized foam was

investigated using Hertzian indentations tests. Cylindrical specimens of 1 inch in diameter were cut from the as-received materials and polished. Hertzian indentation tests were performed on the polished surface in air with a universal testing machine at a constant cross-head speed of 0.2 mm/min over a load range of $P = 5-200$ N, using tungsten carbide spheres of radius $r = 7.93$ mm. The load-displacement curves were plotted during loadings. The displacements were converted through amplifier, converters and the digital signal processor consecutively after measuring by extensometer. The elastic modulus of porous ceramics could be enhanced by the tailoring microstructure. The quasi-ductile property of the composite was found at more than 10% of bead materials.

P1-G3-3 Color Change of the Nano-dispersion of the Glazing according to the Content of Coloring Oxides

착색산화물의 함량에 따른 나노분산 칼라유약의 변화

안유경^{1*}, 이소연¹, 전성용¹, 이용석²
¹목포대학교
²(주)소도연

도자기의 색상과 유조를 결정하는 요인으로서 도자기소지를 비롯하여 유약의 조성, 소성온도, 소성분위기 등 많은 요인들이 있으나 그 중 가장 결정적인 요인으로서 유약조성 중의 착색산화물의 종류 및 함량이다. 도자기 유약의 색상에 영향을 미치는 대표적인 원료로서는 Fe₂O₃, CoO, Cr₂O₃, MnO₂ 등이 있다. 그러나 우리나라에서는 이러한 기본 착색 산화물이 이용되지만 할 뿐 정확한 함량에 따라 유약이 나타내는 색상 및 유조 등의 변화에 관련된 자료는 부족한 편이다. 따라서 함량에 따른 다양한 변화에 대해 확인이 가능하다면 이를 활용하여 좀 더 폭넓은 색상 및 유조를 가진 도자기유약 개발이 가능할 것이라고 판단한다. 이로 인해 도예가들에게는 원하는 색상의 유약을 입히는 데에 참조가 될 것이며, 일반 소비자들도 원하는 색상을 선택할 수 있는 기회가 더욱 넓어져 만족감을 높일 수 있을 것이다. 본 실험에서는 도자산업계에서 주로 사용되고 있는 착색산화물에 대해 함량변화를 알아보기 위한 2016 춘계학계에 이은 2차 실험으로서, 석회유를 기본 유약으로 하여 여기에 10가지의 기본 착색 산화물을 1~10 wt%까지의 함량에 따라 첨가, 혼합하고 시유한 후, 1250°C, 산화분위기에서 소성하였다. 이 때의 유약에서의 색상변화와 유조변화 등의 분석을 실시하였고, 그 결과에 대해 실험과 함께 발표할 예정이다.

P1-G3-4 Fabrication of Rare-earth doped Transparent Nanocomposite Ceramics for Non-linear Optics Materials

비선형 광학재료 적용을 위한 희토류 이온이 도핑된 투명 나노복합체 세라믹의 제작

마호진*, 정육기, 박영태, 김도경

KAIST (한국과학기술원)

Transparent polycrystalline ceramics such as Y_2O_3 and YAG have outstanding transparency and can be a host to dope lanthanide ions for applying the non-linear optics materials including laser, phosphor and scintillator ceramics. However, it is not suitable for high-power application because of the weak mechanical strength and low thermal conductivity. It leads to luminescence quenching by phonon relaxation. An undoped composite phase with high thermal conductivity enhances the mechanical and thermal properties although it brings about the light scattering at the grain boundaries. In this study, rare earth ion doped-nanocomposite powders were synthesized by combustion and co-precipitation method. And then, consolidated transparent nanocomposite ceramics were obtained by pressure-assisted sintering method.

P1-G3-5 Effects of Calcination Atmosphere on Monodispersed Spherical Particles for Highly Optical Transparent Yttria Ceramics

하소분위기 조절을 통한 고밀도 구형입자 합성과 고투광성 이트리아 세라믹스 제조

정육기*, 마호진, 정세운, 김도경

KAIST (한국과학기술원)

Highly sinterable powders are required for the fabrication of transparent ceramics. Here, we studied the effects of calcination atmosphere on the characteristics of monodispersed spherical Y_2O_3 powders, such as crystallite size and particle density, for high optical transparent ceramics. It was found that vacuum calcination around the crystallization temperature is the crucial step to eliminate intergranular pores in the spherical particle. The fast decomposition rate in a vacuum creates smaller crystallites, and the following higher calcination temperature results in the enhancement of pore elimination. The in-line transmittance of the transparent Y_2O_3 ceramics, vacuum sintered at 1750°C , was improved by increasing the particle density of the as-calcined powders. This result indicates that the high-density starting particles effectively enhance the pore elimination during the fabrication of transparent Y_2O_3 ceramics.

P1-G3-6 Mechanical, Electrical, and Thermal Properties of SiC-BN Composites

탄화규소-질화붕소 복합재료의 기계적, 전기적 및 열적 물성

석유광*, 김영옥

서울시립대학교

SiC-BN composites were fabricated by conventional hot-pressing from β -SiC and h-BN powders with 2 vol% Y_2O_3 as a sintering additive. The effect of BN content on mechanical, electrical, and thermal properties of SiC-BN composites was investigated. The addition of BN suppressed the growth of SiC grains and triggered the $\beta \rightarrow \alpha$ phase transformation of SiC in the SiC-BN composites. The fracture toughness increased with increasing BN content, whereas the flexural strength decreased with increasing BN content. The electrical conductivity showed a maximum value at 4 vol% BN content. The thermal conductivity decreased with increasing BN content. Typical flexural strength, fracture toughness, electrical conductivity, and thermal conductivity of SiC-2 vol% BN composite were 567 MPa, $3.7 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, $\sim 24 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$, and $99 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ at room temperature, respectively.

P1-G3-7 Effect of β -Seed Addition on Mechanical Properties of Sintered Silicon Nitride Ceramics

베타-종자입자의 첨가가 질화규소 세라믹스의 기계적 물성에 미치는 영향

염익중*, 김영옥

서울시립대학교

By using two kinds of α - Si_3N_4 starting powders with similar particle sizes, the effects of β - Si_3N_4 seed content on microstructure and mechanical properties of the pressureless sintered Si_3N_4 ceramics were investigated. The Si_3N_4 ceramics were sintered at 1780°C for 3 h in nitrogen atmosphere. When α - Si_3N_4 powders were used without β - Si_3N_4 seed, the flexural strength, fracture toughness, and Vickers hardness values of Si_3N_4 ceramic were $\sim 800 \text{ MPa}$, $\sim 9 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, and $\sim 19 \text{ GPa}$, respectively. The microstructure, flexural strength, fracture toughness, and hardness values of the Si_3N_4 ceramics with β - Si_3N_4 seed will be presented and compared with those without β - Si_3N_4 seed.

P1-G3-8 Processing of Alumina-Coated Clay-Diatomite Composite Membranes

알루미나가 코팅된 점토-규조토 복합 분리막의 제조공정

염익중^{1*}, 김수창¹, 김영옥¹, 송인혁²

¹서울시립대학교

²재료연구소

Crack-free alumina-coated clay-diatomite composite membranes were successfully prepared by a simple pressing and dip-coating route using inexpensive raw materials at a temperature as low as 1000°C in air. The changes of porosity, flexural strength, pore size, flux, and oil rejection rate of the membranes were investigated while changing the diatomite content. A simple burn-out process subjected to the used membranes in air completely recovered the specific surface area, steady state flux, and oil rejection rate of the virgin membranes. The recycled membranes showed an exceptionally high oil rejection rate (99.9%) with a feed oil concentration of 600 mg/L at an applied pressure of 101 kPa. Typical porosity, pore size, flexural strength, oil rejection rate, and steady state flux of the alumina-coated clay-diatomite composite membrane were 36.5%, 0.12 μm , 32 MPa, 99.8%, and $5.85 \times 10^{-6} \text{ m}^3\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectively, at an applied pressure of 101 kPa.

of Si-N bonds, which imposes low self-diffusion coefficients and high sintering temperature. And the high-temperature phase transformation from $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ to $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ can lead to the decrease of hardness. If the Si_3N_4 can be densified and sintered at low temperature and the α/β phase ratio can be controlled, it can make the Si_3N_4 more useful for structural applications and it can also lead to the reduction of the manufacturing cost. The mold in spark plasma sintering (SPS) system is heated by a pulsed electric current passing through the mold and powder which is different from the heating by external heating elements in the pressure-less sintering and hot press (HP) system. It is well known that sintered body with high density can be obtained at low temperature in a short time with SPS. In this study, the effect of current on the microstructure and properties of spark-plasma-sintered (SPSed) Si_3N_4 was investigated by comparing with hot-pressed Si_3N_4 . The results of microstructure analyses and mechanical property measurements of both SPSed and hot-pressed Si_3N_4 will be compared and presented.

P1-G3-10 Densification and Ion Conductivity of $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ Solid Electrolyte with Li_3BO_3 Sintering Additive

Li_3BO_3 첨가제가 포함된 $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ 고체전해질의 치밀화 및 이온전도도에 관한연구

신란희^{1*}, 이성민², 한운수², 김영도¹, 류성수²

¹한양대학교

²한국세라믹기술원

가넷(Garnet)구조를 갖는 $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (LLZ)는 열·화학적 안정성과 높은 이온전도도로 전고체 리튬이온전지(all-solid-state lithium-ion batteries)의 고체전해질로 주목 받고 있는 재료이다. 그러나, LLZ와 같은 결정질계 고체전해질은 많은 결정립간의 저항으로 인하여 이온전도도에 많은 영향을 받기 때문에 입계저항을 줄이기 위해 치밀한 소결체를 얻는 것이 중요하다. LLZ의 치밀화를 위해서는 일반적으로 1200°C 이상의 고온에서 소결이 요구된다. 이 때, 고온에서의 리튬이온 휘발문제 및 안정상인 입방정(cubic)상의 유지가 어려워 이온전도도의 감소를 초래한다. 최근 이를 해결하기 위해 용점이 낮은 Li계 산화물을 소결 첨가제로 사용하여 1200°C 이하에서 LLZ를 치밀화 하고자 하는 연구가 많이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 저온에서 LLZ를 제조하기 위해 Li_3BO_3 (LBO)를 소결 첨가제로 첨가하였다. 이를 위해 LBO를 0-16 wt.% 함량범위로 첨가된 LLZ의 치밀화 거동과 이온전도도를 조사하였다. 1100°C에서 8시간 소결결과, 순수 LLZ의 밀도 58%에 비해 LLZ-12 wt.%LBO 소결체의 밀도는 86%로 크게 향상되었으며, 상온에서 이온전도도는 $8.88 \times 10^{-5} \text{ Scm}^{-1}$ 을 보였다. LBO 함량에 따른 LLZ 소결체의 미세구조와 XRD 상분석도 조사하였다.

P1-G3-9 Effects of Current on the Microstructure and Mechanical Property of Spark-plasma-sintered Si_3N_4

통전활성소결 방법으로 제조된 질화규소의 미세구조와 기계적 특성에 대한 통전효과

류중훈*, 조준영, 지상구, 박찬

서울대학교

Silicon nitride (Si_3N_4) has been widely used in various applications under extreme conditions which include components of internal combustion engines, heat exchangers, cutting tools and gas turbines due to excellent mechanical strength, hardness and good chemical durability at high temperature. With increase in demand for improving fuel efficiency of automobile, the manufacturing process of light-weight and strong materials such as Si_3N_4 has recently attracted much attention. It is well known that Si_3N_4 is difficult to densify during sintering due to the strong covalent nature

P1-G3-11 A comparative Study of Nanocrystalline TaN Coatings Fabricated by Direct Current and Inductively Coupled Plasma Assisted Magnetron Sputtering

DC 스퍼터법과 유도결합형 플라즈마 스퍼터법으로 증착된 TaN 코팅막의 물성 비교연구

전성용*, 이소연
목포대학교

Nanocrystalline TaN coatings were prepared by reactively sputtering Ta metal target with N₂ gas using a magnetron sputtering system operated in DC and ICP (inductively coupled plasma) condition with various powers. The effects of ICP power, ranging from 0 to 200 W, on the coating microstructure, corrosion and mechanical properties were systematically investigated with FE-SEM, AFM, potentiostat and nanoindentation. The results show that ICP power has a significant influence on coating microstructure and mechanical properties of TaN coatings. With the increasing of ICP power, coating microstructure evolves from the columnar structure of DC process to a highly dense one. Average grain size and nano hardness of TaN coatings were also investigated with increasing ICP powers.

properties were systematically investigated with FE-SEM, AFM, XRD and nanoindentation. The results show that pulsed plasma has a significant influence on coating microstructure and mechanical properties of TaN coatings. Coating microstructure evolves from the columnar structure to a highly dense one as duty decreases. Average grain size and nano hardness of TaN coatings were also investigated with various pulsed conditions.

P1-G4-1 Optically Sintered Rh-SnO₂ Flower-like Spray Balls for Highly Sensitive Detection of Acetone Molecules

고감도 아세톤 감지를 위한 광소결을 통한 Rh-SnO₂ 스프레이 볼 제작

조희진*, 최선진, 김일두
KAIST (한국과학기술원)

Tailoring of metal oxide nanostructures for large surface area and high porosity is a general approach for higher sensing performances, considering that the sensing reactions of analyte gases occur on the surface of metal oxides. In this work, we developed a simple and facile route for synthesis of SnO₂-SnO composite spray balls (SBs). The intense pulsed light (IPL) process, which uses irradiation of lights over a broad spectrum in the visible range, was introduced after electrostatic spraying (e-spraying) process for tailoring the morphology of SnO₂ SBs. The IPL process can sinter metal oxide nanoparticles, thereby the grain growth and partly reduction of metal oxides nanoparticles occur within a few milli-seconds. As a result, the SnO₂ SBs was gradually changed to unique flower-like SnO₂-SnO SBs with intensity of IPL. The results revealed that SnO₂ SBs with 390 V of intensity show higher acetone response (R_{air}/R_{gas}) of 16.7 at 5 ppm as compared to that ($R_{air}/R_{gas}=13.3$) of SnO₂ SBs with 330 V of intensity at 350 °C. In addition, Rh catalyst was functionalized in process of e-spraying to improve sensitivity and selectivity. The result revealed dramatically improved acetone detection capability with sensitivity (R_{air}/R_{gas}) of 174.7 at 5 ppm as compared to pristine ($R_{air}/R_{gas}=16.7$ at 5 ppm) flower-like SnO₂-SnO composite in high humidity atmosphere (90% RH). This enhanced sensing characteristic suggests significant potential for precise acetone detection in exhaled breath.

P1-G3-12 A Comparative Study of TaN Coatings Deposited by DC and Pulsed DC Asymmetric Bipolar Magnetron Sputtering

DC 스퍼터법과 비대칭 바이폴라 펄스 DC 스퍼터법으로 증착된 TaN 코팅막의 물성 비교연구

전성용*, 정평근
목포대학교

Nanocrystalline TaN coatings were prepared by reactively sputtering Ta metal target with N₂ gas using a magnetron sputtering system operated in DC and ABPP (asymmetric bipolar pulsed plasma) condition with various duties and frequencies. The effects of duty and frequency, ranging from 50 to 100 % and 5 to 50 kHz, on the coating microstructure, crystallographic and mechanical

P1-G4-2 NiPt Nanoparticles Functionalized Porous WO₃ Nanofibers Using Emulsion Electrospinning Applied to Breath Gas Sensor for Diagnosis of Diseases

에멀전 전기방사를 통해 합성한 NiPt 나노 입자가 기능화된 다공성 WO₃ 나노섬유 질병진단용 날숨센서 감지소재 연구

김남훈*, 김일두

KAIST (한국과학기술원)

Human exhaled breath contains a lot of volatile organic compounds (VOCs) and some of these VOCs gases can be used as bio-markers of diseases. For this reason, researchers try to analyze exhaled breath using various gas sensors to know about our health information. Among lots of gas sensor candidates, semiconductor metal oxide (SMO) gas sensor receives a lot of attention as a portable device because it is cheap and easy to miniaturize. In this work, we synthesized NiPt nano-catalysts loaded porous tungsten oxide nanofibers (WO₃ NFs) using emulsion electrospinning as a sensing material. H₂S, one of the important VOC gases related with diseases, sensitive gas sensor was fabricated with this NiPt loaded porous WO₃ NFs and sensing performance was test in highly humid atmosphere (RH 90%) which is similar to human exhaled breath. NiPt loaded porous WO₃ NFs sample shows remarkable selectivity and response performance ($R_{air}/R_{gas} > 180$ at 1 ppm, 350 °C), which is 24 times higher than that of pristine WO₃ NFs. NiPt loaded porous WO₃ NFs which made by our simple electrospinning method exhibited potential feasibility for application in exhaled breath gas sensor for diagnosis of halitosis.

P1-G4-3 Effects of Alumina Precursor Species in Ternary-phase Binder System on Fracture Strength and Coating Efficiency of Mold in Sand Casting

삼성분계에서 알루미나 전구체 종류가 사형주조용 몰드의 파괴강도 및 코팅효율에 미치는 영향

TUMENBAYAR ERDENECHULUUN*, 정연길, 김은희

창원대학교

The binary-phase binder system consisted of TEOS (tetraethyl orthosilicate) and NaOMe (sodium methoxide) has been developed to prepare the mold with the shape maintenance during heat treatment ($\geq 1000^{\circ}\text{C}$) in a casting. In the binary-phase system, the strength of mold is induced by the glass phase of sodium silicate

(SiNa₂O₃) synthesized by the reaction of TEOS and NaOMe, which has not enough strength for the casting of large objects. Therefore, in this work, various Al₂O₃ precursors (Al(OH)₃, Al(OEt)₃, and Al(NO₃)₃) were applied to increase the strength of mold in the ternary-phase binder system, and the effects of the molecular structure in aluminum compounds on the strength of mold were investigated. The mold sample was firstly coated with the ternary-phase binder system, and then dipped into the binary-phase binder system. The dual-heating process was employed by applying the dual coating process: at 1000 or 1200°C after the first dipping, and at 1000°C after the second dipping. Sodium aluminosilicate (AlNaSiO₄, nepheline or synthetic nepheline) was synthesized in the ternary-phase binder system in both temperatures of 1000 and 1200°C. The strength of the mold prepared with the Al(OEt)₃ was higher than those with the aluminum precursors of Al(OH)₃ or Al(NO₃)₃. It is because the aluminum ethoxide (Al(OEt)₃) is a neutral in the solution. However, the Al(OH)₃ of a base and the Al(NO₃)₃ of an acid could partially decompose the organic binder depending on the concentration, resulting in less coating efficiency.

P1-G4-4 Synthesis of Polyethylenimine(PEI)-SiO₂ Nanoparticles for CO₂ Capture

이산화탄소 흡착을 위한 폴리에틸렌이민-실리카 나노입자의 합성

박진옥^{1*}, 조소혜², 이종석², 이재승¹, 이승용²

¹고려대학교

²한국과학기술연구원

Capturing CO₂ from ambient air is known as a carbon-negative technology to reduce anthropogenic CO₂ emissions in the air. Porous silica containing polyethyleneimine is one of the candidate sorbents for CO₂ capture [1]. For enhanced adsorption capacity of CO₂, amine-impregnated and -grafted porous silica have been considerably investigated. However, there are several drawbacks such as leaching of amine, complex process [2, 3]. To overcome these kinds of weakness, we synthesized polyethyleneimine-silica nano-composites not impregnating and grafting but one-pot technique with directly incorporated amine. Our results show that polyethyleneimine was uniformly dispersed into the silica nanoparticles and its contents vary in a wide range. Also, the polyethyleneimine in the silica nanoparticles did not leach. By controlling reaction parameters, the morphology and size of silica nanoparticles can be variously tuned. These porous silica nano-composites including polyethyleneimine are a promising solid adsorbent for CO₂ capture.

P1-G4-5 Wide Viewing Angle Reflective Structural Color Filters Based on Subwavelength Scale Patterned Nanocavity

광시야각 특성을 갖는 나노 구조 기반의 반사형 컬러 필터

장지윤^{1*}, 이규태², 박상진¹, 양성모¹, 박희준¹

¹아주대학교

²University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois 61801, USA

Recently, diverse structural color filters, which utilized plasmonic or photonic resonances, have been widely studied due to their advantages such as slim dimension, high resolution and long-term stability. However, filtering the light incident in any direction to have the same color for a wide angle view remains challenging as most of structural color filters have utilized the mechanism, which induced the change of color depending on the incident angle, to create the desired colors. Here, we demonstrate photonic nanostructures for a wide-angle and CMOS-compatible structural color filter exploiting strong resonance effects in ultrathin subwavelength semiconductor gratings. The designed color filters are fabricated over a large area using nanoimprint lithography, creating distinctive reflective colors with angle-insensitivity, homogeneity and improved color purity. We expect that our strategy can be applicable to various applications including anti-counterfeit tag, imaging sensor systems and color e-paper displays.

P1-G4-6 Synthesis of PbS Nanoparticles by the Mechano-Chemical Method and Fabrication of PbSe Thin Films by Selenization

기계화학적 합성 방법을 통한 PbS 나노분말 합성 및 셀렌화를 통한 PbSe 박막 제조

안학영^{1*}, 김중동², 오은순³, 주병권¹, 조소혜⁴

¹고려대학교

²충남대학교

³Chungnam National University

⁴한국과학기술연구원

As an IV-VI group semiconductors, lead chalcogenides such as PbS and PbSe are of great interest because of their applications in IR detectors, sensors, lenses and various optoelectronic devices. PbSe has a direct band gap of 0.28 eV, high carrier mobility and large dielectric constant. Also it is composed of inexpensive and

abundant materials. In this presentation, we would like to deliver our recent results on PbS nanoparticles synthesis by mechano-chemical method and PbSe thin film fabrication by selenization. We have developed the solvent-free mechano-chemical synthesis as a highly cost-effective, environmentally benign, and up-scalable process. The PbS nanoparticles were synthesized under different ball milling conditions and the thin film of PbSe was fabricated by the ink printing method, a doctor-blade method and subsequent selenization. The obtained PbS nanoparticles and PbSe thin films were thoroughly characterized by several analysis: X-ray diffraction (XRD); transmission electron microscopy (TEM); scanning electron microscope (SEM) and photoluminescence (PL).

P1-G4-7 Control of Metal-oxide Interfaces for Ceria based Nano-catalysts

이산화세륨 기반 나노촉매의 금속/산화물 계면 제어

이시원*, 석중수, 정우철

KAIST (한국과학기술원)

Metal nanoparticles dispersed on oxide supports have been widely investigated due to their remarkable reactivity with gases in the field of chemical and electrochemical catalysis. In these fields, the metal-oxide interfaces have been considered as a key active site for many reactions because of strong metal-support interactions (SMSI). Here, we quantify the interface effect on the rate of a catalytic reaction, particularly in this case CO oxidation. Pt@CeO₂ core-shell nanoparticles were prepared with different Pt-core sizes (e.g., 6.7 nm, 11 nm, and 20 nm) and their activities toward CO oxidation were analyzed. Those core-shell configurations allow us not only to control the site density of metal-oxide interfaces, but also to achieve robust thermal stability against sintering, thus enabling precisely to investigate the effect of interfacial site density over the reaction rate. We observed that smaller Pt particles lead to higher catalytic activity, confirming the enhanced metal-support interactions with increased interface site densities. This model system with well-defined interface structures may shed new light on understanding unique interfacial phenomena over the highly active, supported metal catalysts.

P1-G4-8 Fabrication of White Light-emitting Diode based on a Single I-III-VI Quantum dot

단일 I-III-VI 계 양자점 기반 백색 전계 발광 소자 제작 연구

김중훈*, 한창열, 장은표, 김부용, 양희선

홍익대학교

양자점은 조성 및 입자의 크기를 나노 크기로 성장 및 제어하여 밴드갭을 조절할 수 있으며 이에 따른 용이하게 발광 파장을 구현할 수 있는 장점이 있다. 최근 양자점 기반 색변환 소재가 상용제품에 적용되면서 백색 발광 소자에 대한 응용이 활발히 연구되고 있다. 특히 I-III-VI계 CuInS_2 (CIS) 양자점($\text{Bulk } E_g = 1.5\text{eV}$)은 약 100nm이상의 넓은 발광 반치폭과 높은 양자효율의 장점을 가지고 있기 때문에 기존 백색 조명용 벌크 형광체를 대체할 소재로 주목받고 있다. 일반적으로 양자점을 이용한 백색 발광 소자를 구현하기 위해서는 넓은 가시광 발광 영역을 확보하여야 하기 때문에 청색 발광 소자에 녹색 및 적색 양자점을 혼합, 패키징하여 백색 소자를 구현하게 된다. 그러나 서로 다른 밴드갭을 가진 녹색 및 적색 양자점간의 FRET (Forster Resonance Energy Transfer) 및 재흡수 현상이 소자의 효율을 감소시키는 원인이 된다. 본 연구에서는 청색부터 적색 영역까지의 전 가시광 영역에서 발광이 가능한 백색 발광 CuGaS_2 (CGS) 양자점($\text{Bulk } E_g = 2.43\text{eV}$)을 합성하였으며, 이를 차세대 전계 발광 소자 제작에 적용하여 단일 양자점 기반 백색 면광원 소자를 구현하였다.

P1-G4-9 Manufacturing and Analyzing Electrochemical Properties of Oxides – cellulose Nanofiber Composite Photoelectrode

산화물-나노셀룰로오스 복합체를 이용한 광전극 제조와 전기화학적 특성 분석

이희진*, 최택집, 윤철민, 강민희, 김유정

세종대학교

Nanocellulose has been noticed as a plentiful eco-friendly nanomaterial and used as suitable scaffold for electrode. Therefore we combined several oxide materials with cellulose nanofiber (CNF). We used chemical synthesis method and hydrothermal method to make oxides- cellulose nanofiber composite. We used oxide materials that have suitable band gap and good band edge position for hydrogen devolution reaction and oxygen evolution reaction. All electrochemical properties measured by 3 electrode photoelectrochemical cell.

P1-G4-10 A Study of the Optical Properties of ZnCdSSe Quantum Dots in Accordance with the Precursor Concentration Ratio

프리커서 농도비에 따른 4원계 ZnCdSSe 양자점의 광학 특성 연구

정다운^{1*}, 박지영¹, 서한옥¹, 임경목¹, 성태연², 김범성¹

¹한국생산기술연구원

²고려대학교

Quantum dots (QDs) are capable of controlling the emission and absorption wavelength due to the bandgap widening effect of nanometer-sized particles. Many efforts have been made to increase the efficiency of QDs by using a core/shell structure. This study was synthesized using the One-pot Synthesis and adjusting the precursor concentration to prepared $\text{CdSe/ZnS}_{1-x}\text{Se}_x$ QDs. For the synthesis of QDs, the Zn-Cd Precursor (zinc acetate (99.99%, Sigma-Aldrich), Cadmium oxide (99.99%, Sigma-Aldrich)) solution was maintained at 310°C under continuous stirring in a 500 mL three-neck flask. The S-Se precursor (sulfur powder (99.98%, Sigma-Aldrich), selenium powder (99.99%, Sigma-Aldrich)) solution was then rapidly injected into the reaction flask. Subsequently the formed QDs were annealed at 300°C for various reaction time under continuous stirring. Finally, we confirmed the chemical composition gradient inside a single quantum dot and proposed the formation behavior using results of the thermodynamics simulation.

P1-G4-11 Effect of LiF Additive on Combustion Synthesis of MgAl_2O_4

JIN JIAN*

서울대학교

With different amount of LiF, combustion synthesis of MgAl_2O_4 , MAS, was investigated in relation to the synthesis conditions, powder properties and thermodynamic aspects. Using citric acid as a single fuel, only amorphous MAS was obtained after combustion reaction. In this case, subsequent thermal treatment is needed. However, by introducing LiF, crystalline MAS was synthesized at lower temperature. This is because LiF can effectively reduce the formation energy of MAS and promote the crystal growth during the combustion reaction.

P1-G4-12 Fabrication of Transparent Monochromatic and Full-color Quantum Dot Electroluminescent Devices

투명 단색 및 풀컬러 퀀텀닷 전계발광 소자 제작 연구

한창열*, 이기현, 김민석, 양희선

홍익대학교

지난 20년간 차세대 디스플레이 발광 소재로 주목받고 있는 퀀텀닷을 전계발광 소자에 응용하는 연구들이 활발히 진행되고 있다. 최근 디스플레이 연구의 흐름은 기존의 평평하고 단단한 디스플레이의 틀을 깨는 방향으로 이동하고 있다. 이 변화는 유기 전계발광 소자가 주도하고 있으며, 투명하거나 유연하게 형태를 변화시킬 수 있는 방향으로 연구가 진행되고 있다. 이 흐름에 맞추어, 퀀텀닷 전계발광 소자 또한 새로운 소자 형태의 연구들이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 고투명성 퀀텀닷 전계발광 소자를 제작하고자 하며, 이를 위해서는 양극 또는 음극으로 사용되어 왔던 금속전극(예, Al, Ag)을 투명 전극을 대체되어야 한다. 퀀텀닷 전계발광 소자의 경우 ITO(indium tin oxide)는 소자의 공통층 내로 원활한 정공 및 전자 주입이 가능한 일함수(4.6-4.8eV)를 갖는다. 이에 양극과 음극 모두 ITO가 적용된 ITO/PEDOT:PSS/PVK or TFB/양자점/ZnO/ITO 구조를 통해 고투명성(>75%) 단색 및 풀컬러 퀀텀닷 전계발광 소자들이 구현되었다.

P1-G4-13 Controlled Emission Wavelength of White Quantum Dots and their LED Application

도핑을 통한 백색 발광 퀀텀닷의 파장 제어 및 LED 응용 연구

김부용*, 김중훈, 조정호, 양희선

홍익대학교

고품질 발광 특성을 갖는 퀀텀닷은 청색 및 근자외선 LED 칩과 결합하여 디스플레이 및 조명용 풀컬러 및 백색광원 제작으로의 매우 높은 응용성을 지니고 있다. 최근 전 가시광 영역에서 발광이 가능한 백색 발광 CuGaS₂(CGS)/ZnS 코어/셸 퀀텀닷 합성 및 이를 근자외선 LED 칩에 적용한 조명용 백색 발광 다이오드 제작이 보고되었다. 하지만 이와 같은 백색 발광 다이오드는 조명용으로 적용하기에는 비교적 높은 색온도(5000 K 이상)를 보이고 있다. 본 연구에서는 이를 개선하기 위해 CGS 코어 내 Mn이온을 도핑하여 CGS:Mn/ZnS 양자점을 합성하였으며, 도핑 농도에 따라 적색 발광 영역이 제어 가능한 백색 발광 특성을 구현하였다. 또한 이를 근자외선LED 칩에 패키징하여 색온도 제어가 가능한 백색 LED를 제작하였다. CGS/ZnS 양자점 기반 백색 LED는 82-84의 연색지수와 5527-5519K의 색온도의 특성을 나타내는 반면, 도핑 농도에 따른 CGS:Mn/ZnS 기반 백색 LED의 경우에는 85-87의 연색지수와 3651-5351K의 색온도의 특성을 나타내었다.

P1-G4-14 Demonstration of High-efficiency I-III-VI Quantum Dot Electroluminescent Device Enabled by QD Shelling Engineering

I-III-VI 양자점의 셸 공정 제어를 통한 초고효율 QLED 소자 제작

장은표*, 김중훈, 신중우, 양익선
홍익대학교

최근 들어 양자점을 이용한 전계발광 소자(QLED)에 대한 연구가 활발히 보고되고 있으며, 특히 카드뮴 기반의 QLED 소자의 경우 유기발광다이오드(OLED)에 매우 근접한 우수한 소자 성능 특성을 보이고 있다. 하지만 카드뮴 함유 양자점 소재는 환경에 매우 유해하기 때문에 특성이 우수하더라도 제품에 적용되기 어려울 것으로 예상된다. 이러한 문제를 극복하기 위해 QLED용 친환경 양자점 소재 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이며, 그 대표적인 친환경 양자점 조성으로는 III-V 계 InP 및 I-III-V 계 CuInS₂(CIS) 등이 있다. 본 연구에서는 CIS/ZnS 코어/셸 구조의 양자점을 셸 반응시간을 광범위하게 조절하여 합성하였으며, 이를 QLED 소자 제작에 적용하여 그 특성을 비교하였다. 결과적으로 소자 효율 특성은 셸 공정을 통한 CIS/ZnS 양자점 크기 및 코어/셸 계면에 따라 크게 의존하였으며, 최적의 양자점의 적용된 소자의 경우 세계 최고수준인 18.2 cd/A의 최대 전류효율 및 7.3%의 최대 외부양자효율을 나타내었다.

received and iodine vapor cured PCSs were around 26-33% depending on curing pressure. The ceramic yield of PCS strongly depends on the degree of cross-linking of the polymer. Therefore, results of FT-IR and TG analysis showed that the degree of cross-linking in the PCS was increased significantly at lower pressure curing than atmospheric pressure curing.

P1-G4-16 Fabrication of TiO₂ Hollow Nanofibers by Electrospinning and Application in Dye-sensitized Solar Cells

전기방사를 이용한 TiO₂ 중공형 나노섬유 및 염료감응 태양전지 응용

나경한*, 김원태, 최원열
강릉원주대학교

용액의 표면장력을 고전압으로 극복하는 전기방사법을 이용해 1차원적 구조를 갖는 나노섬유를 간단한 공정으로 얻을 수 있다. 여기서 더 나아가 이중 노즐을 이용한 Core-Shell 전기방사를 통해 중공 구조를 갖는 나노 섬유의 제작이 가능하다. 중공 구조의 나노섬유를 태양전지에 응용할 시 표면적이 대폭 향상되어 흡착되는 염료의 양이 증가하고 전자-정공쌍의 분리를 위한 이동거리가 짧아지며 전극까지의 캐리어 이동경로를 1차원적 섬유상에서로 제한시킬 수 있는 등의 유리한 점을 갖는다. 전기적 특성과 화학적 안정성을 인정받아 다수의 광전소자에 응용되는 TiO₂를 중공섬유의 형태로 제작하기 위해 Titanium tetra isopropoxide (TTIP)를 전구체, PVP를 지지체로 졸 용액을 제작하여 Shell, 파라핀 오일을 Core로 삼아 전기방사하고 이후 Octane에 침지시켜 파라핀 오일을 제거하였다. 이후 열처리를 통해 PVP를 열분해 시켜 직경 500nm 이하의 결정상 TiO₂ 나노 중공섬유를 얻고 이를 FTO glass 위에서 N-719 염료가 흡착된 광전극으로 만든 뒤 마찬가지로 FTO glass 위에 스핀 코팅한 Pt 박막을 상대전극으로 염료감응형 태양전지를 제작하였다. 기존 Particle형의 Cell과 I-V 커브를 측정해 광전변환 효율을 비교하였으며 미세조직의 구조와 결정구조는 Scanning electron microscope (SEM)와 X-ray diffraction spectroscopy (XRD)로 분석하였다.

P1-G4-15 Intensification of Curing Degree on Polycarbosilane for SiC Fiber Fabrication

KHISHIGBAYARKHOSERDENE*, 조광연, 석정민
한국세라믹기술원

The low pressure curing leads production and crystallization of β -SiC at a shorter period than required if cured at atmospheric pressure. In particular, the degree of C-H cleavage was higher at low pressure curing than at the atmospheric pressure curing. It confirmed that not the all C-H cleavage was leading to develop C=C bonds at the lower pressure curing, despite the greater degree of C-H cleavage than the atmospheric pressure curing. Furthermore, the lower pressure curing lead into formation of more reactive sites rather than the establishment of C=C bonds. The ceramic yield of all the cured fibers increased significantly compared to the as-received PCS. The values of weight loss difference between as-

P1-G4-17 Effect of the Molecular Weight of the Polymer on the TiO_2 Nanoparticles using Electro-spray Process

전기분무를 이용한 TiO_2 나노입자에 고분자 분자량이 미치는 영향

김원태*, 나경한, 최민석, 최원열
강릉원주대학교

전기방사법 혹은 전기분무법은 Taylor cone 효과에 의해 액체에 고전압의 전기장이 가해지면 콘(cone)형태가 액체 표면에 생기는 현상을 이용하여 섬유 또는 입자상의 물질을 제조하는 공정이다. 이런 전기방사법은 TiO_2 나노섬유, 나노막대, 나노입자를 제조하는 주요 공정중 하나이며 방사용액에 포함된 전구체의 가수분해를 통해 TiO_2 형성하며 고분자를 이용하여 형상을 유지한 후 하소를 통해 결정상의 나노구조체를 얻게 된다. 공정의 변수로는 인가전압, 방사 팁과 수집기의 거리, 방사 용액 등이 있다. 방사 용액은 전구체, 고분자, 용매로 구성되며 이들 변수들은 나노구조체의 형상에 크게 영향을 미친다. 나노구조체의 형상 제어를 위하여 전기방사 공정의 인가전압 등의 변수 제어와 함께 방사 용액에 함유되는 고분자의 분자량에 따른 나노구조체의 형상 변화를 관찰하였다. 전기분무 공정 후 수집된 시편은 섭씨 450도에서 하소를 한 후 전계방출형 주사전자현미경을 이용하여 형상을 관찰하였으며, 높은 분자량의 고분자가 포함된 공정에서는 약 $1\ \mu\text{m}$ 이하의 나노섬유형태가, 분자량의 고분자에서 약 $100\ \text{nm}$ 이하의 직경을 갖는 나노입자형태가 관찰되었다. 이렇게 제조된 나노 섬유와 나노 입자는 광촉매, 유기태양전지 등의 다양한 분야에 응용이 가능할 것으로 보인다.

다른 불량률의 증가와 이를 판단하기 위한 테스트 장비의 정밀도의 중요성을 더욱 부각시켰다. 고정밀도의 테스트 소켓을 제작하기 위해 PAI 및 세라믹 기판에 Roku-Roku 사의 정밀가공기계인 MEGA-360을 이용하여 초미세 홀을 가공하였으며 광학현미경을 이용하여 특성을 관찰하였다. 제작된 테스트 소켓은 약 $500\ \mu\text{m}$ 의 홀 직경, 약 $800\ \mu\text{m}$ 의 홀 간격을 갖는 것으로 관찰되었으며, 또한 홀 직경과 홀 간격의 정밀도는 $\pm 5\%$ 이하인 것으로 관찰되었다. 이런 초미세 홀 가공기술을 이용한 테스트 소켓은 다양한 전자장비에 높은 정밀도로 응용이 가능할 것이다.

P1-G4-19 Transmissive Color Filters Exploiting Nanocavity Structure with Angle Insensitivity

나노임프린트를 이용한 광시야각, 플렉서블 투과형 컬러 필터

박상진^{1*}, 정지운¹, 이규태², 박희준¹

¹아주대학교

²University of Illinois at Urbana-Champaign

In this work, an angle invariant transmissive structural color filter, based on patterned nanocavity on a flexible substrate, is presented. The patterned nanocavity structures, fabricated by nanoimprint lithography, show non-iridescence over a wide angle of incidence up to 60° . Moreover, the transmissive colors can be easily tuned by changing a width of nanogratings, and therefore individual RGB colors in a pixel unit can be fabricated by a simple one-step process. Additionally, their performances remain steady up to $10\ \text{mm}$ bending radius condition. We expect that our approach could pave the way for achieving high performance structural color filters toward a number of promising applications such as anti-counterfeit tag, imaging sensor systems and color e-paper displays.

P1-G4-18 Fabrication of Test Socket for Electronic Parts by Micro-machining

초미세 기계가공을 통한 전자부품 검사용 테스트 소켓

김길환^{1*}, 이권광¹, 김원태², 이창규², 최원열²

¹MPT

²강릉원주대학교

테스트 소켓은 반도체 칩 제조 후 공정에서 중요한 장비이다. 이는 테스트 장비의 일종으로서 후공정 단계에서 FAB 공정이 완료된 후 반도체 칩이 제 기능을 수행할 수 있는지를 확인하고 불량 유무를 판단한다. 테스트 소켓은 이런 테스트 장비 중 칩이나 패키지의 전기적 특성을 평가하는 장치로 크게 전극 패드와 접촉되는 핀 등의 전극과 접촉부를 고정하는 기판으로 분류할 수 있다. 전자기기의 소형화, 모바일화로 인한 반도체 칩의 미세화는 그에

P1-G4-20 아이오딘 합성 PCS섬유의 산화안정화

서정민*, 조광연, KHISHIGBAYARKHOSERDENE
한국세라믹기술원

SiC 섬유 전구체로 사용되는 Polycabosilane(PCS)를 용융 방사하여 섬유 형태로 제작한 후 안정화 처리를 할 때 Iodine을 이용하여 화학적 안정화를 주로 실시한다. 이 때 사용되는 Iodine이 기체 상태로 휘발하면서 유해한 성분이 인체에 악영향을 주게 된다. 본 연구에서는 PCS 섬유의 불용화 시 Iodine의 양을 최소화하고 산화 안정화를 하는 방법으로 SiC섬유를 제작 가능성 여부를 확인하고자 하였다. PCS와 일정비율의 Iodine을 Toluene으로 용해시킨 후 진공건조를 통하여 PCS와 Iodine을 합성하였다. 합성된 PCS를 용융 방사하여 온도별 24시간 동안 산화 안정화를 실시한다음 FT-IR, GPC, TGA, SEM-EDS를 사용하여 특성변화를 관찰 하였다. 개질된 PCS는 원 재료상태의 PCS보다 연화점 용융점이 상승하였고 180°C에서 24시간동안 산화 안정화 시킨 섬유의 인장강도를 측정한 결과 평균 1.5 GPa 이상의 결과값을 얻을 수 있었다.

strategies but also indicated that a controlled synthesis of nanocrystals will only be possible if the precursor conversion is slow or fast as compared to the nucleation and growth of the nanocrystals proper. The expected optical characteristic and structure of the ZnSe:Eu³⁺ QDs was verified by UV-vis, PL, XRD and XPS. ZnSe:Eu³⁺ QDs size was formed TOPSe smaller than TBPSe. Also, broad spectrum was attributed to the ⁴F₆⁵D₁ → ⁴F₇ transition when the Eu²⁺ emission was increased from 450 to 550 nm and Eu³⁺ shows characteristic red emission peaks to the electronic transition of ⁵D₀ → ⁷F_j (j=0, 1, 2, 3, 4).

P1-G8-1 Electrostatically Driven Solute Segregation at Interface in CaCu₃Ti₄O₁₂**CaCu₃Ti₄O₁₂에서 정전기적 구동력에 의한 용질원소의 계면 편석**

윤예인^{1*}, 정희석², 정성운¹, 강석중³

¹KAIST (한국과학기술원)

²한국기초과학지원연구원

³한국세라믹기술원

세라믹스에서 용질 원소의 입계 편석 현상은 미세구조에 큰 영향을 주며, 입계의 에너지 레벨을 변화시켜 재료의 전기적 특성 또한 변화시킨다. 하지만 현재까지 입계 또는 표면으로 일반화할 수 있는 용질 원소의 편석 현상에 대한 원자 단위의 연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 Calcium Copper Titanate에서 도너의 입계 편석을 scanning transmission electron microscopy(STEM)의 콘트라스트와 Energy Dispersive X-ray Spectroscopy(EDS)를 이용하여 원자단위에서 관찰하였다. Ti자리를 Ti와 이온반경이 비슷한 도너인 Ta로 2~8 mol% 치환하여 정전기적 구동력에 의한 입계 또는 표면에서의 도너 편석 현상을 관찰하였다. 입계 중심부(Grain boundary core)나 표면의 가장 윗면(top free surface)은 Ca와 Cu로 이루어진 층이었고, Ta는 그 바로 아래 Ti층 또는 두번째로 나타나는 Ti층에서 편석되어있었다. 입계 중심부나 표면의 가장 윗면은 격자에서 Cu가 부족하여 음의 전하를 갖고있고, 표면의 음전하를 상쇄시키기 위해 양의 공간전하 층, 즉, Ti를 치환한 Ta가 그 아랫면에 편석되었음을 관찰하였다.

P1-G4-21 The Multimodal Luminescence Property of ZnSe:Eu Quantum Dots depending on Selenium Precursor Solvent**Se 프리커서 용매에 따른 ZnSe:Eu 양자점의 다중 발광 특성**

박지영^{1*}, 정다운¹, 임경묵¹, 작용호², 김범성¹

¹한국생산기술연구원

²한양대학교

Compared with Cd Quantum Dots (QDs), ZnSe with a wide band gap of 2.7 eV is an environmentally friendly and chemically stable material and When ZnSe QDs are fabricated with lanthanide-Eu, the resulting QDs can achieve both visible and near-infrared fluorescent properties and promising candidates for fabricating a new class of light-converting materials. A color-tunable emitter comprising ZnSe:Eu QDs was simply synthesized by a heating up method, addition of an Eu precursor by changing TBP [(CH₃(CH₂)₇)₃P] and TOP [(CH₃(CH₂)₃)₃P] solvent of Se precursor. This precursor conversion was found to be limiting the overall rate of QDs formation. This finding not only resulted in several size tuning

P1-G8-2 Search for Compensated Half-metal in Distorted Perovskites : First Principles Approach

제일원리 계산을 이용한 반금속 반강자성 물질의 발현

진효선*

고려대학교

The compensated Half-metal(CHM), a promising candidate for spintronics applications, which is metallic in one spin channel and insulating in the other channel, with the zero net magnetic moment. Since the theoretical prediction by de Groot and coworkers in 1995[1], CHMs have been proposed in Heusler, double perovskites and tetrahedrally coordinated transition metal base chalcopyrites. In particular, Lee and Pickett reported CHM in trigonally distorted perovskite-type NiCrO_3 [2]. Motivate by this research, we investigated an isostructural and isovalent PdCrO_3 [3]. Recently, Felser and coworkers have first synthesized CHM in a Pt-doped GeMn_3 ferrimagnetic Heusler alloy[4]. Here, we have carried out first principles calculations to pursue new reliable CHM compounds in the distorted perovskite structure.

[Acknowledgement] This research was supported by NRF of Korea Grants No. NRF-2016R1A2B4009579.

[1] H. van Leuken and R. A. de Groot, Phys. Rev. Lett. 74, 1171 (1995)

[2] K.-W. Lee and W. E. Pickett, Phys. Rev. B 83, 180406(R) (2011)

[3] H.-S. Jin and K.-W. Lee, Phys. Rev. B 84, 172405 (2011)

[4] A. K. Nayak et al., Nature Mater. 14, 679-684 (2015)

P1-G8-3 Space-Charge-Driven Solute Segregation near the Surface and Grain Boundary in Calcium Copper Titanate

Calcium Copper Titanate 내 공간전하에 의한 표면과 입계영역에서의 용질 편석

이동규^{1*}, 정희석², 배형빈¹, 정성운¹

¹KAIST (한국과학기술원)

²한국 기초과학지원연구원

세라믹 재료에서 용질의 편석은 재료의 미세구조적, 전기적, 기계적 특성에 영향을 끼친다. 용질의 편석에 대한 연구가 중요하지만, 공간 전하에 의한 표면과 입계 영역에서의 편석에 대해선 원자 단위의 직접적인 관찰이 활발히 이뤄지지 않아 왔다. 이러한 연구 필요성으로 인해 본 연구에서 페로브스카이트 산화물인 Calcium Copper Titanate($\text{Ca}_{1/4}\text{Cu}_{3/4}\text{TiO}_3$)의 Ca^{2+} (1.34 Å)와 이온 반경이

비슷한 La^{3+} (1.36 Å)와 이보다 작은 Gd^{3+} (1.24 Å), Yb^{3+} (1.199 Å)이 Ca자리에 치환되어 도너로 작용할 것을 예상하여 첨가하였다. 이로 인해 표면과 입계영역에서 어떻게 과잉전하가 생성되며, 공간전하 영역에서 편석된 용질이 어느 위치에 존재하여 전하 보상을 하는지 주사투과전자현미경(Scanning transmission electron microscopy, STEM)과 에너지 분산형 분광기(Energy dispersive X-ray spectroscopy, EDS)를 이용해 원자단위의 관찰을 하였다. 본 연구 결과, 입계 코어와 표면 최외곽 층은 Ca, Cu(A자리)로 이뤄졌으며, 공공이 존재하여 음전하를 띄는 것을 확인하였다. 그리고 입계 코어와 표면 최외곽 층 바로 아래의 A자리(Ca, Cu)에 용질이 위치하여 도너로써 편석되었음을 관찰하였다. 따라서 입계 코어와 표면의 음전하는 반대 전하를 띄는 공간전하 영역에 편석된 용질에 의해 상쇄되는 것을 확인하였다.

P1-G8-4 Optical Property of TiO_2 and $\text{TiO}_2:\text{Eu}^{3+}$ by Solvothermal Method

용매열합성법으로 만든 TiO_2 와 $\text{TiO}_2:\text{Eu}^{3+}$ 의 광학 물성 특성 연구

문주영*, 양현경, 이철우, 문병기

부경대학교

TiO_2 is one of the important oxide semiconductor materials with wide band-gap energy ($\approx 3.0 - 3.2$ eV). And TiO_2 has proven to be a good sensitizer, absorbing and transferring energy to Eu^{3+} , with a good chemical and thermal stability and a wide band-gap value which corresponds to a wavelength of approximately 388 nm (UV-vis region). In this research, we firstly report the synthesis of TiO_2 and $\text{TiO}_2:\text{Eu}^{3+}$ structure using a solvothermal reaction method. We firstly mix precursor, surfactant, solvent, activator (EuNO_3)₃ all together in autoclave. After reaction we sintered with different temperature to get the samples and then we get crystallization of TiO_2 and $\text{TiO}_2:\text{Eu}^{3+}$ and the condensation and formation of spherical. The crystal structure of materials were investigated by X-ray diffraction (XRD) using a Philips X'pert/MPD diffraction system with Cu-ka radiation ($\lambda = 1.54056$ Å). The surface morphology and size of powders were observed by field emission scanning electron microscopy (FE-SEM) and transmission electron microscopy (TEM). The optical properties of TiO_2 and $\text{TiO}_2:\text{Eu}^{3+}$ were characterized by Photoluminescence (PL) measurements respectively.

P1-G8-5 The MR Images and Photoluminescence Characterization of the Gd_2O_3 Phosphor with Controlled Multiform Morphologies

White LED를 위한 $Sr_{10}(PO_4)_6O:Ce^{3+}$ 녹색 빛을 내는 Apatite 구조 형광체

박성준*, 양현경, 박진영, 문병기
부경대학교

The inorganic nano- and micro size materials with different dimensions (zero, one, two, and three) have been studied because it has novel and useful properties such as optical, electronic and magnetic. The solvothermal process in one of methods is easy synthesis and an important technology for the preparation of nanostructures due to the low synthesis temperature. Beside this method has the various parameters for changing the morphology and size such as changing the solvent, reaction temperature, time, pH value and etc. It significantly affects the morphology, size and photoluminescence. The nanoparticles including Gadolinium material are promising multifunctional properties. The Gd_2O_3 is also a useful host material because of its good chemical durability, thermal stability, and low phonon energy. In this research, Gd_2O_3 powders were investigated by X-ray diffraction (XRD) using a Philips X'pert/MPD diffraction system with Cu-K α radiation ($\lambda = 1.54056 \text{ \AA}$). The crystal size and shape of the powders were investigated with the field emission scanning electron microscopy (FE-SEM). The PL and PLE spectra of the prepared samples were recorded on a PTI (Photon Technology International) fluorimeter using a Xe-arc lamp.

P1-G8-6 Facile Synthesis of Carbon Quantum Dots Derived from Coffee Ground and their Luminescence Properties

커피찌꺼기를 이용한 탄소양자점의 합성법 및 특성분석

홍우태^{1*}, 양현경¹, 제재용²

¹부경대학교

²동의과학대학교

Carbon quantum dots (CQDs) are a new kinds of fluorescent carbon nanomaterials, attracting tremendous attention because of their excellent biocompatibility, innocuousness and photostability. In the synthetic process of CQDs, the most popular synthesis is top-down method which use a modified Hummers method. This methods usually require multiple steps involving concentrated acids, strong oxidizing agents, and high temperatures which occur high fabrication cost, environmental pollution. Recently, green synthetic approaches were introduced. With these green routes, CQDs were produced in one step without the need for expensive materials and elaborate experimental set-ups. Also, the use of other inexpensive and biocompatible starting materials can be synthesized from many organic materials. Among the organic sources, coffee grind is favorable candidate of carbon source due to the high waste ratio, cheap prices and low recycle ratio. Through the carbonization, reduction and cutting of polysaccharides, caramelization products, lipids, proteins and caffeine in coffee grounds, the CQDs can be fabricated. In this study, CQDs have been fabricated by using a simple hydrothermal synthesis. The photoluminescence spectra, UV-visible absorption spectra, Fourier transform infrared spectroscopy, transmission electron microscope and Raman spectra were measured to analyze the optical and structural properties of the CQDs.

P1-G8-7 Theoretical Study on Organic-Inorganic Hybrid Perovskite/Metal Electrode Contacts

유무기하이브리드 페로브스카이트와 금속전극 접합 특성의 이론적 해석

심하연^{1*}, 공영민², 권용우¹

¹홍익대학교

²울산대학교

현재 상용화되어 있는 DRAM과 NAND Flash Memory는 향후 Scaling-Down을 위하여 매우 복잡한 3차원 미세공정 기술이 요구되고 있다. 반면, ReRAM은 Cross-Point 구조의 3차원 적층이 용이하여 차세대 고집적 메모리 소자로 세계 각국에서 활발한 연구 활동이 진행되고 있다. 특히, 금속 산화물 기반의 ReRAM은 기존 CMOS 기술과 공정 호환성이 크기 때문에 주목 받고 있지만, 동작 전압이 높으며 스위칭 속도가 느리다는 문제점이 있다. 만일, 산소와 금속의 결합이 강한 산화물 대신 $(\text{CH}_3\text{NH}_3)\text{PbI}_3$ 와 같은 요오드화물을 사용할 경우 금속과 음이온간 결합력이 약하기 때문에 동작 전압의 감소 및 스위칭 속도의 향상이 예상되며, 실제 몇몇 연구 그룹에서 실험적으로 증명해 보인 바가 있다. 본 연구에서는 $(\text{CH}_3\text{NH}_3)\text{PbI}_3$ 기반 ReRAM에서 금속 전극과의 접합 특성의 중요성 및 소자 동작 특성의 향상을 위한 재료 엔지니어링의 방향을 TCAD 시뮬레이션을 통해 제시하고자 한다.

에 널리 사용되는 불소 (F)를 포함하는 케미컬은 표면에 미량의 불소를 남긴다. Saito 등은 텅스텐 필라멘트 가열로 수소 원자를 생성하여 표면의 불소를 제거하는데 필요한 에너지 장벽이 0.4 eV임을 보고하였다¹. 이 실험 결과에 대한 이론적 연구는 아직 보고된 바 없다. 본 연구는 밀도범함수이론을 이용하여 불화 처리된 실리콘 (001) 표면에서 수소 원자를 이용한 불소 원자의 제거에 관한 것이다. 계산에서 사용한 포텐셜은 PBE-D2와 B3LYP-D3이며 포텐셜에 따른 계산 결과를 비교하였다. 수소 원자와 불소 원자는 에너지 장벽이 거의 없이 잘 반응하여 실험으로 측정된 에너지 장벽을 설명할 수 없었다. 생성된 불화 수소 (HF)는 표면에서 탈착하기 위해서는 탈착 에너지가 필요하다. PBE-D2와 B3LYP-D3로 계산한 탈착 에너지는 각각 0.2와 0.4 eV로 실험에서 측정된 에너지 장벽은 생성물의 탈착에 필요한 에너지 장벽으로 설명이 가능하다. B3LYP-D3가 PBE-D2보다 실험결과를 더 잘 설명하였다.

1. Y. Saito, Applied Surface Science 81 (1994) 223-227.

P1-G8-9 Effect of Oxygen Vacancy on Proton Migration in $\text{PrBaCo}_2\text{O}_{5.5+\delta}$ using Density Functional Theory

밀도범함수이론을 이용한 $\text{PrBaCo}_2\text{O}_{5.5+\delta}$ 에서의 프로톤 이동에 대한 산소 공공의 영향

신동궁*, 김지수, 김영철

한국기술교육대학교

P1-G8-8 Reaction of Hydrogen with Fluorine Adsorbed on Si (001) Surface using Density Functional Theory

밀도범함수이론을 이용한 수소와 실리콘 (001) 표면 흡착 불소의 반응

김기영^{1*}, 김지수¹, 김영복¹, 이동덕², 김영철¹

¹한국기술교육대학교

²(주) 테스

세정과 식각 공정을 진행한 반도체 표면에는 미량의 잔류물이 남게 된다. 반도체 공정기술이 10 nm 대로 고집적화되면서 표면 잔류물에 대한 관리가 더욱 엄격해지고 있다. 표면의 세정과 식각

더블 페로브스카이트 (double perovskite) 구조인 $\text{PrBaCo}_2\text{O}_{5.5+\delta}$ 는 프로톤 전도 연료전지의 공기극 (cathode) 물질로 최근 연구되고 있다¹. 본 연구에서는 밀도범함수이론으로 이 물질에서 산소 공공 (oxygen vacancy) 형성 에너지를 계산하고, 형성된 산소 공공이 프로톤 (proton)의 이동에 미치는 영향을 고찰하였다. 산소 공공의 자리는 A 자리의 금속 이온 4 개가 구성하는 사각형의 중심이고, Ba와 Pr의 비율로 3 가지의 경우가 있다; 4 개의 Ba 이온 (site 1), 2 개의 Ba와 2 개의 Pr 이온 (site 2), 4 개의 Pr 이온 (site 3). 산소 공공을 1 개 형성할 경우 ($\delta = 0.25$) site 2가 가장 안정하였으나, 2 개의 산소 공공을 형성할 경우 ($\delta = 0$) 인접하고 있는 2 개의 site 3가 가장 안정하였다. 위 결과를 바탕으로 δ 값이 0, 0.25, 0.5일 때 산소 공공이 프로톤 이동에 미치는 영향을 고찰하였다.

Ling Zhao, et al., J. Power Sources, 194 (2009) 835.

P1-G8-10 Computational Materials Design of High Lithium Ion Conducting $\text{Li}_5\text{La}_3\text{M}_x\text{O}_{12}$ ($\text{M}=\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ge}$) Ceramics for Solid Electrolytes

전산모사기법을 이용한 고이온전도성 $\text{Li}_5\text{La}_3\text{M}_x\text{O}_{12}$ ($\text{M}=\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ge}$) Garnet형 고체전해질 설계

이은정*, 윤근영, 황혜진
인하대학교

리튬이차전지는 다른 이차전지에 비해 높은 에너지 밀도를 보이는 것을 특징으로 하며, 최근에는 이러한 고용량 특성 이외에 고출력 성능이 향상되어 하이브리드 자동차와 전기자동차용 전원으로로서도 크게 주목받고 있다. 한편 리튬이차전지에 널리 사용되고 있는 액체전해질은 높은 이온전도도에도 불구하고 휘발성 전해액의 누액 또는 기화로 인한 폭발/발화 등 안전성에 대한 문제가 지속적으로 제기되고 있는 실정이다. 이러한 문제점을 해결하고자 고안정성 재료인 고체전해질에 대한 연구가 증가하고 있다. 본 연구에서는 고안정성, 고전압 및 고용량을 요구하는 벌크형 전고체 리튬이차전지에 적합한 고 이온전도성 고체전해질 소재에 대하여 제1원리(the first principle)를 이용한 시뮬레이션 기법을 활용하여 고체전해질의 조성 및 결정방향에 따른 리튬전도현상을 해석하고 이를 바탕으로 리튬이온전도성을 극대화 할 수 있는 구조를 설계하고자 하였다. VASP (Vienna Ab-initio Simulation Package)를 이용하여 조성 설계 및 결정구조의 변화를 확인하여 선정된 재료들의 물리화학적 기초성능을 평가하였다. $\text{Li}_5\text{La}_3\text{M}_x\text{O}_{12}$ ($\text{M}=\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ge}$) 분말은 고상반응법으로 합성하였으며, XRD(X-ray diffraction)을 이용하여 결정상을 확인하였다. 제조된 분말은 1400°C 이상에서 소결하여, 4탐침법(4 point electrode method)과 EIS (electrochemical impedance spectroscopy)를 이용하여 전기화학적 특성을 확인하였다.

P1-G8-11 Prediction of Heat Transfer Behavior of UAlx-Al using Finite Element Method based on Microstructural Morphology

미세구조형상 기반 유한요소해석을 이용한 UAlx-Al 의 열전달거동 예측

공익현^{1*}, 주수현², 오제용¹, 탁영욱¹, 김현중¹, 임정식¹
¹한국원자력연구원
²동북대학교

의료 진단을 위한 Tc-99m은 Mo-99의 방사성 붕괴를 통해서 얻을 수 있다. 이전에 Mo-99는 고농축 우라늄을 함유하는 U-Al 합금 내의 U-235의 핵분열을 통해서 확보하였었고, 이 후 국제 핵비확산 정책에 의해서 저농축 우라늄 표적판을 추구하게 되었다. 초기 저농축 우라늄 표적판은 주로 Al기지내 각형의 UAl3 또는 UAl4 입자로 구성된 복합재료형태를 가진다. 각형입자의 경우 무작위 형태이고, 기지내에서의 불균일한 분산 때문에 재현성이 부족하다. 우리연구원에서 기존의 각형 UAlx 입자 대신 균일한 구형 입자를 구현해냄으로써 기지내에서의 입자분산도가 향상되어 Mo-99 표적판의 높은 재현성을 기대하고 있다. 아직 UAlx 구형입자로 이루어진 UAlx-Al 에 대한 열전도도는 보고된 바 없기 때문에 표적판의 열전도도 실측 전에 유한요소법을 이용하여 그 열적 거동을 예측해 보았다.

P1-G8-12 Process Stage of Zincate Treatment on Al Surface

알루미늄 표면에 대한 장케이트 처리 공정단계

나사균*

한밭대학교

Packaging 기술 중, Clip Bonding 기술은 Al-Finish된 wafer Level Back-End 소자를 Au, Cu Clip으로 Clip 본딩을 적용하는데, 일반적으로 무전해 Au 및 무전해 Cu와 같은 무전해 도금 층으로 솔더링 전극면을 형성하여 사용한다. Al-Finish층에 무전해 도금 기술의 도입은 MOSFET의 전력손실 최소화 및 소자 실장의 안정성을 위해 매우 중요한 기술이다. Al Pad상에 무전해 도금된 금속과의 adhesion을 향상시키기 위해서, Al pad에 대한 backend의 활성화 처리 단계가 매우 중요하게 된다. 최근 Al pad에 대한 backend의 활성화 처리 단계로서의 Zincate 솔루션 공정이 사용되고 있지만, 강산, 강염기성 솔루션에 취약한 박막형 Al Pad에 있어, Al의 부식이나 Lift-off 문제가 여전히 남아있다. 본 연구에서는 Al Pad상에 무전해 도금된 금속과의 adhesion을 향상시키기 위하여, Zincate-Desmut를 이용한 전처리 단계에 있어, Al 기판을 이용하여 Zincate solution의 pH, 온도, 처리시간 등의 변화를 주어 Al기판의 표면 변화를 연구하였다. Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM), Optical microscope (OM), X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS), 등을 사용하여 Zincate-Desmut 조건에 따른 Al 기판의 표면을 분석하였다.

electrical stresses from flashover, wind, rain, etc., which can lead to the degradation of mechanical/electrical properties. Under the stresses, degradations can be accelerated and defects can be generated especially at the interfaces inside the insulator. These defects are related to the long-term reliability of the insulators. But, there were not many studies on the changes of defects and interfaces of the aged porcelain insulators and the effect of them on the long-term reliability. And so, in this study, as a part of the study on the effect of defects/interfaces on the degradation of aged porcelain insulators, we investigated the change of microstructure of aged porcelain insulators using X-ray 3D Computed Tomography (CT). The results were compared with those from Scanning Electron Microscopy (SEM). The answer to the question “what is the smallest size of the defects of aged porcelain insulators which can be detected by the current X-ray CT technology?” was the target of the present study. The results from X-ray CT and SEM will be compared and presented together with the results of X-Ray Diffraction (XRD) which was carried out to obtain information on the phases around the defects.

P1-G8-14 Preparation and Photoluminescent Properties of $\text{CaCO}_3:\text{Eu}^{3+}$

$\text{CaCO}_3:\text{Eu}^{3+}$ 형광체의 합성과 발광 특성

박인용*

한밭대학교

P1-G8-13 Evaluation of Interface/Defect Structures of Aged Porcelain Insulators using X-ray 3D Computed Tomography

X-ray 3D CT분석법을 이용한 경년 자기 애자의 계면 및 결함 구조에 대한 평가

한장원^{1*}, 류중훈¹, 신수영¹, 김태완², 안희성², 박찬¹

¹서울대학교

²기조전력연구원

Porcelain suspension insulators have been widely used in transmission lines for its high electrical resistance and mechanical stability. The porcelain insulators which have been used in the fields for 10~30 years, however, are subject to continuous mechanical and

탄산칼슘은 calcite, aragonite, vaterite와 같은 여러 다형이 존재한다. 희토류 이온을 도핑한 무기 형광체는 램프, 컬러 디스플레이 산업에 많이 이용되고 있으며, 최근에는 LED 산업에서도 연색지수(CRI)를 향상시키기 위해 반도체와 형광체를 조합한 제품이 많이 출시되고 있다. 본 연구에서 무기 형광체로서의 가능성을 가지고 있는 탄산칼슘의 여러 다형에 유로피움 +3가 이온을 도핑하여 발광 특성을 비교하였다. 칼슘, 유로피움 등의 염 용액과 Na_2CO_3 용액을 반응시켜 탄산칼슘 분말을 합성하였다. 유로피움의 양을 변화시켜 도핑 농도의 영향을 검토하였다. XRD, SEM 등으로 결정상의 확인과 결정의 형태 등을 분석하였으며, $\text{CaCO}_3:\text{Eu}^{3+}$ 형광체의 발광 특성은 여기 스펙트럼과 발광 스펙트럼으로 서로 비교 분석하였다.

P1-G8-15 Photoluminescent Properties of Eu^{2+} -Doped Apatite

Eu^{2+} 를 도핑한 Apatite의 발광 특성

박인용*
한밭대학교

Eu^{2+} 를 도핑한 apatite는 형광램프의 청색 형광체로써 널리 쓰이고 있다. 대표적인 백색광 LED는 청색LED와 황색 형광체의 조합으로 효율은 높지만 낮은 연색지수(CRI)를 나타낸다. 따라서 연색지수를 향상시키기 위하여 근자외선(NUV) LED 칩과 3색(red, green, blue)의 형광체를 조합한 백색 LED에 많은 관심과 연구가 이루어지고 있다. Eu^{2+} 를 도핑한 apatite가 근자외선에 의해 여기되어 청색을 발광하는 물질 중의 하나로 최근 많은 관심을 끌고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{X}$ ($\text{M X} = \text{Cl, OH}$) 조성의 apatite에 Eu^{2+} 를 도핑하여 PL 특성을 조사하였다. PL 특성은 여기 및 발광 스펙트럼을 측정하여 비교하였다. 또한 유효피움의 농도를 변화시켜 도핑 원소의 양에 따른 변화도 관찰하였다.

P1-G8-16 Low Temperature Synthesis of Garnet type $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}\text{S}$ solid Electrolyte

Garnet형 $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ 계 고체전해질 저온 합성 및 성능 평가

윤근영*, 이은정, 황혜진
인하대학교

리튬이차전지는 에너지밀도가 높고 경량이며 고출력을 얻을 수 있다는 장점 때문에 핸드폰, 노트북 등 각종 전자기기 또는 최근의 전기자동차 등의 전원으로 그 용도가 확대되고 있다. 그러나 리튬이차전지에서는 액체상의 전해질을 사용하기 때문에 외부 충격 또는 음극에서의 덴드라이트 성장으로 인한 분리막 파괴가 발생할 경우 전해액의 누출 또는 대량으로 전류가 발생해 화재 혹은 폭발이 일어나게 된다. 최근 리튬이차전지의 폭발 사례가 끊임없이 발생하고 있어 배터리의 안전성 문제에 많은 관심이 집중되고 있다. 리튬이온전도성 고체전해질은 현재의 액체전해질 때문에 발생하는 여러 가지 문제점을 해결할 수 있다는 점에서 최근 많은 연구 발표가 보고되고 있다. 본 연구에서는 고체전해질 중에서 비교적 높은 이온전도도를 보이는 것으로 보고된 garnet 형태의 세라믹 합성에 관한 연구를 진행하였다. 일반적으로 garnet형 고체전해질은 하소 및 소성온도가 높아 고온에서 리튬이 휘발하는 문제가 있으며 또한 이온전도성이 높은 단일상의 입방정상을 제조하기 어렵다. 본 연구에서는 garnet형 고체전해질을 낮은 온도에서 합성하기 위한 공정을 제안하고자 하며 LLZO($\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$) 샘플을 제작하여 결정상 분석, 미세구조 관찰 그리고 리튬이온전도도 등의 성능을 평가하였다.

P1-G8-17 FEM Simulation for Structural Optimization of Tonpilz Transducer for Dust-collection

집진 특성을 위한 Tonpilz 트랜스듀서의 구조 최적화 시뮬레이션

서진원^{1*}, 최균¹, 이호용²

¹한국세라믹기술원

²선문대학교

The tonpilz transducer is famous for the powerful output with its simplest structure. The term tonpilz or "acoustic mushroom" may refer to a certain type of underwater electro-acoustic transducer. By sandwiching piezoelectric materials between a light, stiff radiating head mass and a heavy tail mass, the transducer can effectively operate as either a projector or a hydrophone. It consists of the head mass that is a moving part vibrated with the piezo-material and the tail mass that is a fixed part to the enclosure by a bolt. In this study, the dust-collecting efficiency of the tonpilz transducer in air was demonstrated with the structural variation of the transducer. The shape and the size of the head mass and the piezo-material were optimized with the output power of the transducer with the aid of the simulation based on a finite element method. Their structural variations with resonating frequency were also optimized and the performance of the transducer was revealed with various kinds of dust.

P1-G8-18 Analysis of Nanoparticles by the Real Space Imaging

실공간 영상 분석을 통한 나노입자 분석

윤범진^{1*}, 이민지¹, 나성원², 윤경로², 김남일³, 조재형³

¹전자부품연구원

²건국대학교

³원포시스

실공간 영상 분석을 통한 나노입자 분석을 실시하였다. 나노입자는 광학적 방법을 통해서도 직접적인 실공간 관측이 불가능하나, 나노입자의 브라우니언 운동 (Brownian motion)은 산란강도의 변화 및 광학장 (optical field)의 변화를 유발하기 때문에 매우 짧은 시간동안 변화하는 광학장을 고속으로 해석한다면, 실공간 비디오영상 측정 만으로도 나노입자의 크기 분석이 가능하다. 본 연구에서는 나노입자 colloidal 분산액을 광학현미경으로 관측하였다. 초당 최대 5,000장의 영상을 측정하고, 각 프레임간의 차영상을 연산하였다. 연산된 차영상은 2차원 Fourier 변환되어, 시간 space 및 공간 space에서의 변화가 분석되었다. 통상적인 산란 분석을 통한 나노입자 분석 장비가 한개의 산란각(scattering angle)에서 분석을 함에 반하여, 본 분석 방법은 한번의 측정으로 여러 각도에서 측정된 산란 정보를 도출할 수 있었다. 이 발표는 미래창조과학부 산업통상자원부가 공동 지원한 '나노융합2020사업(www.nanotech2020.org)'으로 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다[과제명:실공간 영상 기반 10 nm급 입도분석기 개발 / 과제고유번호: R201600210].

P1-G8-19 Hetero Bilayer Transition Metal Dichalcogenides' Piezoelectric and Photovoltaic Behavior: Ab-initio Study

이칼코겐 전이금속산화물을 이중 이중층 구조의 압전 및 광전 특성에 대한 제일원리 연구

정봉욱*, 박재영, 이재찬

성균관대학교

Transition metal dichalcogenides (TMDCs) bulk materials consist of Van der Waals (vdW) stacks of monolayers. They are easily exfoliated into flakes that contain a few layers because of the weak interlayer binding force. MoS₂ monolayer have the largest piezoelectric output current and direct band gap. But MoS₂ multilayers do not exhibit piezoelectric response due to their centrosymmetry and have in-direct band gap. On the other hand, vdW heterostructures which are constructed with two different

TMDC monolayers show piezo-response owing to lack of symmetry and enhance photon absorption. In this study, piezoelectric and photovoltaic properties of TMDCs heterostructures were investigated by first principles calculations. vdW hetero-bilayers were constructed by the combination of MX₂ monolayers (M=Mo, W; X=S, Se). M and X site were modified to build heterostructures (M'X₂/M''X₂, MX'₂/MX''₂). Two stacking modes (AA and AB) were considered in every structure. Each monolayer in AB stacking has the same polarity direction, while monolayers in AA stacking have opposite polarity direction with each other. Bilayers with AB stacking maintain piezoelectricity and piezoelectric tensor (e_{11}) of the hetero-bilayer is still comparable to that of monolayers. However, AA stacked bilayers have reduced e_{11} depending on the combination type of MX₂ monolayers. And X site modified heterostructures have near direct band gap and high absorption of solar light.

P1-G8-20 Ab-initio Modeling of Ni₃M(111) (M=Ru, Ru) Alloy on Steam Reforming of Methane and Carbon Inhibition

Methane의 Steam Reforming과 탄소 흡착억제에서의 Ni₃M(111) (M=Ru, Ru)합금을 모델링한 제 1원리 계산

윤영필*, 김한미, 이재찬

성균관대학교

Solid oxide fuel cells (SOFCs) are of great interest, in part because of their relatively high fuel flexibility. In addition to anode of the solid oxide fuel cell, nickel has been widely used as a catalyst for methane dissociation of fueling. In the process, carbon deposition is often accompanied by the methane dissociation, which causes to deteriorate cell performance of SOFCs. Density functional theory (DFT) was used to investigate the dissociation process of methane on nickel and doped nickel (111) surfaces. Reaction path of the dissociation to CH₃, CH₂, CH, C, H on Ni(111) and Ni₃M(111) (M = Rh, Ru) surface was traced by calculating adsorption and activation energies in each dissociation step. In Addition, CO gas evolution mechanism is investigated which reveals that the CO gas evolution is important in determining the catalytic efficiency and coke inhibition. The transition states and activation energies were calculated by the nudged elastic band (NEB) method. Alloying Ni by Ru reduces the activation energies of the dissociation into of CH₄, CH₃, CH₂ and CH while the activation energy of the dissociation of CH is not changed and the step of CH + O → CHO is decreased for Ru alloying slab. This indicates that Ru alloying into Ni is an effective way to enhance the dissociation of methane and reduce the carbon deposition.

P1-G8-21 Tunneling Properties in Ge(100)/GeO₂/Ge(100) and Si(100)/SiO₂/Si(100) from First-Principles

Ge(100)/GeO₂/Ge(100)구조와 Si(100)/SiO₂/Si(100)구조에서 제일원리 전자 터널링 특성 연구

고은정^{1*}, Liu Kai^{1, 2}, 최정예¹

¹한국과학기술연구원

²서울대학교

The physical limitation of the downscaled Si-based MOS devices has motivated the search for the high performance of channel materials such as Ge. In Ge-based MOS devices, high-quality GeO₂ has been recently reconsidered as a passivation layer due to its low interfacial trap density and its potential to enable high performance in Ge n-MOSFETs. In this work, we investigate the effect of the thickness of GeO₂ on the tunneling current by the first-principles transport calculations. First, the tunneling spectra of Ge(100)/a-GeO₂/Ge(100) structures are computed with respect to the amorphous GeO₂ thickness ranging from 0.50 nm to 1.54 nm. Then, a post-process is performed to estimate the tunneling current densities in Ge(100)/a-GeO₂/Ge(100) structures. These properties are compared with those in Si(100)/c-SiO₂/Si(100) structures. [1] We also examine the effects of interfacial structure on the tunneling current density. We consider two different interfacial structures such as an abrupt interfacial structure with dangling bonds and a passivated interfacial structure with hydrogen atoms.

[1] E. Ko *et. al.*, Phys. Rev. B 84 033303 (2011).

P1-G8-22 Modeling of Quartz Burner for SiO₂ Deposition using Finite Element Method

유한요소법을 이용한 SiO₂ 증착용 쿼츠버너 모델링

박형빈*, 한운수, 최재호, 김영준

한국세라믹기술원

일반적으로 광섬유 클래드(clad)인 실리카(SiO₂)합성유리를 제조하기 위하여, 사염화규소(SiCl₄)를 원료물질로 하는 화염가수분해증착법(Flame Hydrolysis Deposition)을 사용한다. 하지만, 원료 물질인 SiCl₄는 산화력이 매우 강한 맹독성 물질로써, 공정 중 HCl과 Cl₂ 가스를 발생 시키므로 별도의 처리 설비 구축과 비용이 크게 요구되며, 또한 누출 시 생산 설비의 부식 및 Trouble 발생의 주원인이 되어 장비 노후화를 앞당기는 문제를 야기한다. 한편, 최근

에 차세대 친환경 실리카 합성 원료로 주목받고 있는 D4(OMCTS: Octamethylcyclotetrasiloxane, C₈H₂₄O₄Si₄)는 무색, 무취의 액체로 휘발성이 낮아 가스 흡입의 우려가 없고 인체에 무해하며 실리콘(Si)의 함량비가 SiCl₄에 비해 당량비가 2배 이상 높아 생산효율이 높은 장점을 가지고 있다. 하지만, D4는 인화성 물질로 완전연소 및 반응 가스로 O₂와 함께 혼합가스 상태로 투입되기 때문에 O₂가 먼저 꺼지거나 유량이 급변할 때 역화의 우려가 있으므로 새로운 버너의 설계가 반드시 요구된다. 이를 위해서는 1) 효율적인 버너의 모형 설계와 2) 연료인 메탄/산소 조건에 따른 버너별 화염 유동 해석이 선행되어야 하며, 버너는 형태에 따른 혼합가스의 균일한 분포를 고려하여 설계되어야 하고, 메탄/산소 조건에 따른 길이 및 폭 방향 온도 분포가 고려되어야 한다. 본 연구에서는 D4에서 출발한 실리카합성유리의 효율적인 합성을 위한 새로운 버너 제작에 방향성을 제시하고자 D4와 메탄/산소의 혼합량에 따른 버너 내의 기체유동과 메탄/산소 조건에 따른 화염 유동을 해석하였다.

P1-S1-1 Electric Field-Induced Giant Strain in Bi_{0.47-x}La_xNa_{0.47}Ba_{0.06}TiO₃ Ceramics

Bi_{0.47-x}La_xNa_{0.47}Ba_{0.06}TiO₃ 무연 압전세라믹스의 거대 전계유기 변형특성에 관한 연구

Guo Wang*, Thi Hinh Dinh, Hoang Thien Khoi Nguyen, Chang-Heon Lee, Trang An Duong, 한영수, 이재신

울산대학교

Lead-based piezoelectric ceramics, such as Pb(Zr, Ti)O₃ (PZT), have high electric field-induced strain (EFIS) properties. However, the PZT contained more than 60% of lead, which is a toxic substance. Therefore looking for new piezoelectric materials that have high EFIS and a nontoxic substance is the most important topic. Among some lead-free piezoelectric candidates, the Bi-based lead-free piezoelectric ceramics attract much attention because of their giant strain at high electric field. Bi-based ceramic is believed to be originated from electric field-induced phase transformation between relaxor (R) and ferroelectric (FE) state. According to our previous works, Bi_{0.5}(Na_{0.82}K_{0.18})_{0.5}TiO₃ (BNKT) modified with La is promising candidate due to its low FFIS hysteresis loop with large strain. This work attempted to increase the electric-field-induced strain (EFIS) properties of Bi_{0.47-x}La_xNa_{0.47}Ba_{0.06}TiO₃ (BLNBT) ceramics. Interestingly, the BLNBT showed the giant normalized strain (S_{\max}/E_{\max}) of 613 pm/V under an applied field of 5 kV/mm, respectively.

P1-S1-2

Structure and Dielectric Properties of $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_{3-x}\text{Cl}_x$ Perovskite Single Crystals $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_{3-x}\text{Cl}_x$ 페로브스카이트 단결정의 구조 분석 및 유전 특성우원석^{1*}, 안창원¹, 구태영², 김일원¹¹울산대학교²포항가속기연구소

현재 유/무기 복합 페로브스카이트 물질의 연구가 활발하게 진행되면서 짧은 연구 기간에도 불구하고 효율이 약 21%로 기존의 유기 및 감응태양전지보다 높은 광전 변환 효율을 보이고 있다. 이러한 페로브스카이트 태양전지는 화학적으로 쉽게 합성이 가능하여 제조공정이 간단하고 저비용인 장점이 있기 때문에 차세대 태양전지 소재로 주목 받고 있다. 반면 박막형 페로브스카이트 태양전지는 대기 중 수분에 불안정 하여 습기에 노출되면 몇 시간 안에 분해되는 큰 문제점이 있어 소재의 기본 물성 측정이나 응용 측면에서의 어려움을 가지고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 우리는 페로브스카이트 태양전지를 박막 형태가 아닌 단결정 형태로 제조해보았다. 본 연구에서는 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_{3-x}\text{Cl}_x$ 단결정 페로브스카이트를 용제 휘발 방법을 이용하여 $5 \times 5 \times 0.4 \text{ mm}^3$ 이하의 단결정을 성장시켜 광학 및 전기적 특성을 측정해 보았다. Cl^- 첨가량이 증가 할수록 단결정의 색깔이 주황색에서 투명한색으로 바뀌는 것을 볼 수 있었으며 밴드갭 또한 2.13 eV에서 2.9 eV로 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 조성에 따른 유전을 측정 결과 100 kHz에서 dielectric constant는 140-90 사이의 값을 가졌고, loss 값은 0.15-0.02의 값을 갖는 것을 확인 할 수 있었다.

P1-S1-3

Origin of the Temperature-dependent Dielectric Relaxations in Relaxor PLZT

완화형 강유전 PLZT의 온도에 따른 relaxation 현상 원인 규명

홍창호^{1*}, Jiadong Zhang², 한형수³, 안창원³, 조욱¹¹울산과학기술원 (UNIST)²Technische Universität Darmstadt³울산대학교

The dielectric properties of $\text{Pb}_{0.92}\text{La}_{0.08}(\text{Zr}_{0.65}\text{Ti}_{0.35})_{0.98}\text{O}_3$ (PLZT 8/65/35) were investigated at various temperatures ranging from 0 to 140 °C, where most unique phenomena characterizing PLZT as an relaxor ferroelectric take place. Mixed processes related to the dielectric relaxations are evident in Cole-Cole plots depicted from the real (ϵ') and imaginary part (ϵ'') of the dielectric permittivity. We were able to deconvolute the plots, revealing three distinct processes, namely, slow, intermediate, and fast process, in terms of their characteristic relaxation time. The fast process follows the Debye-type relaxation behavior and have the lowest relaxation time τ of about 10^{-9} s. This process seems quite independent and contribute a little to the total dielectric relaxation. The intermediate process has the relaxation time τ ranging from 10^{-8} to 10^{-6} s, and shows Cole-Davidson-type relaxation behavior. An interesting fact is that the Vogel-Fulcher temperature (T_{VF}) of the intermediate process coincides with the global T_{VF} of PLZT, which implies that the so-called dipolar glass property of PLZT may be the consequence of the intermediate process. Finally, the slow process is featured by a broad range of relaxation time ranging from 10^{-5} to 10^1 s up to 60°C, above which it vanishes. Hence, this process contributes mainly to the dielectric loss. In this paper, we would like to clarify the meaning of each processes and the correlation to relaxor properties.

P1-S1-4 Influence of A-site Deficiencies on the Electric Properties of BNT-BT Lead-free Piezoceramics

BNT-BT 무연압전세라믹스의 A-site 이온 결함이 전기적 특성에 미치는 영향

김태은^{1*}, 이권주¹, 홍창효¹, 조재현¹, 안창원², 조옥¹

¹울산과학기술원 (UNIST)

²울산대학교

Since the regulations on the harmful materials has been effective, piezoceramics research communities have found a lot of potentially important lead-free piezoceramics delivering large strains, so-called incipient piezoceramics. The lead-free incipient piezoceramics are featured by a pinched polarization hysteresis and a consequent large strain with little or no negative strain. Therefore, the lead-free incipient piezoceramics are considered as prospective replacements of lead-based piezoceramics for on/off type large-stroke actuator applications. However, analytical models explaining the origin of the incipient large strain is still missing only with the phenomenological model. Recently, Groszewicz et al. proposed that the birth of relaxor properties resulting in large incipient strains should be closely related to presence of oxygen octahedral tiltings in BNT-BT-based piezoceramics. In this study, we tried to control the degree of oxygen octahedral tiltings by adjusting A-site deficiency levels in some selected compositions out of the $(1-x)\text{Bi}_{1/2}\text{Na}_{1/2}\text{TiO}_3$ - $x\text{BaTiO}_3$ (BNT-BT) system, i.e., $(\text{Bi}_{1/2})_{1-x}\text{Ba}_x[(\text{Na}_{1/2})_{1-x}]_y\text{TiO}_3$ ($x = 0, 6, 9, 13, 40$ and $y = 0, 1, 2, 4$ representing the level of deficiency). The choice of the aforementioned compositions is based on the fact that each composition has anti-phase and/or in-phase tilting system. The quantitative analysis of the correlation between large strain and oxygen octahedral tilting and relevant discussion will be presented in this paper.

P1-S1-5 Influence of A-site Deficiencies on the Electrical Properties of BNT-BKT Lead-free Piezoceramics

BNT-BKT 무연압전세라믹스의 A-site 이온 결핍에 따른 전기적 특성 변화

이권주^{1*}, 김태은¹, 홍창효¹, 김용주¹, 조재현¹, 안창원², 조옥¹

¹울산과학기술원 (UNIST)

²울산대학교

We investigated the effect of A-site deficiencies in $(1-x)\text{Bi}_{1/2}\text{Na}_{1/2}\text{TiO}_3$ - $x\text{Bi}_{1/2}\text{K}_{1/2}\text{TiO}_3$ (BNT-BKT) system to have an insight into the origin of the formation of relaxor ferroelectrics. The compositions were selected on $\text{Bi}_{1/2}\text{Na}_{1/2}\text{TiO}_3$ (BNT), $\text{Bi}_{1/2}(\text{Na}_{0.82}\text{K}_{0.18})_{1/2}\text{TiO}_3$ (BNKT18), $\text{Bi}_{1/2}(\text{Na}_{0.78}\text{K}_{0.22})_{1/2}\text{TiO}_3$ (BNKT22), $\text{Bi}_{1/2}(\text{Na}_{0.75}\text{K}_{0.25})_{1/2}\text{TiO}_3$ (BNKT25) and $\text{Bi}_{1/2}(\text{Na}_{0.45}\text{K}_{0.55})_{1/2}\text{TiO}_3$ (BNKT55), which include rhombohedral (BNT, BNKT15), morphotropic phase boundary (BNKT18, 22) and tetragonal phases (BNKT25, BNKT55). A-site deficiencies in BNT-BKT system were realized by taking a part of A-site cations artificially from the lattice of the $\text{Bi}_{1/2}(\text{Na}_{1-x}\text{K}_x)_{1/2-y}\text{TiO}_3$ (deficiency level $y = 0, 1, 2$, and 4). In pure BNT, with increasing A-site vacancy concentration, the polarization hysteresis loop becomes slimmer with a reduced negative strain, implying that the free energy minimum tips towards the relaxor state. Interestingly, the effect of vacancies was most significant in BNKT22, featured by the development of so-called constricted hysteresis and a large strain with little negative strain at 4 mol% of A-site vacancy concentration. In contrast, this effect seems ineffective at all in BNKT55. In this study, we present a series of experimental works to reveal the underlying mechanism for the role of vacancies on the stability of the long-range ferroelectric order within the context of crystallographic symmetry.

P1-S1-6

Ferroelectric-Relaxor Transition Behavior in Lead-Free $\text{Bi}_{1/2}(\text{Na}_{0.82}\text{K}_{0.18})_{1/2}\text{TiO}_3$ - Based Relaxor Materials**Bi계 무연 압전소재의 강유전-Relaxor 전이 거동에 관한 연구**한형수^{1*}, 이창현¹, 박영성¹, Thi Hinh Dinh¹, 조옥², 이재신¹¹울산대학교²울산과학기술대학교

Recently, a new concept of incipient piezoelectrics based on lead-free relaxor ceramics is considered to be one of the most promising candidates to replace the lead-based materials because of their excellent electrical properties. Such incipient piezoceramics show exceptionally large electromechanical strains of $\sim 0.40\%$. Although lead-free relaxor ceramics are sufficient for electromechanical applications, there are still several problems that should be solved. One is high electric field required for activating large strains and another problem is substantial hysteresis in the large strain. The other is the strong temperature dependence of strain properties, e.g., S_{\max}/E_{\max} , which decreases significantly up to $\sim 150^\circ\text{C}$ for the reported materials. For many applications, higher operating temperature is needed, e.g., in diesel engines, actuators for injection valves operate at $\sim 150^\circ\text{C}$. Thus, the temperature stability of the properties is one of the most important issues for the development of lead-free relaxor ceramics. For this reason, the temperature-dependent phase stability of lead-free relaxor ceramics should be well-understood. Therefore, this study investigated the thermal evolution of an electric-field-induced ferroelectric phase in BNKT-based lead-free relaxor materials by temperature-dependent dielectric, ferroelectric, and strain characterizations in relation to temperature dependent X-ray deflection studies.

P1-S1-7

Dielectric and Piezoelectric Properties of Bismuth Excess 0.60BiFeO_3 - 0.40BaTiO_3 Ceramics이재홍*, 류경현, 이명환, 송태권, 김원정, 김명호
창원대학교

In this work, $0.60\text{Bi}_{1+x}\text{FeO}_3$ - 0.40BaTiO_3 ($x=0, 0.01, 0.03, 0.05, 0.07$) ceramics were prepared by conventional solid state reaction method. The effect of bismuth excess on microstructure, dielectric and piezoelectric properties were investigated. Bismuth was added to compensate the evaporation of Bi^{3+} ions during sintering and this addition was found to be effective in improving the piezoelectric properties of BFBT ceramics. Bismuth excess incorporation increased the piezoelectric properties as well as Curie temperature. The maximum electric field-induced strain of 0.176% at 40kV/cm was obtained for optimum composition ($x=0.03$).

P1-S1-8

Electromechanical Properties of BiFeO_3 - BaTiO_3 - $\text{Bi}(\text{Mg}_{0.5}\text{Zr}_{0.5})\text{O}_3$ PiezoceramicsMALIK RIZWAN AHMED*, 후세인알리, Adnan Maqbool, Fazli Akram, 송태권, 김원정, 김명호
창원대학교

In this work, structural and electromechanical properties of novel lead-free piezoelectric ceramics, $(1-x)(0.67\text{Bi}_{1.05}\text{FeO}_3 - 0.33\text{BaTiO}_3) - x\text{Bi}(\text{Mg}_{0.5}\text{Zr}_{0.5})\text{O}_3$ abbreviated as BF-BT-BMZ ($x = 0.00-0.030$), were synthesized by conventional mixed-oxide route. Slight change was found in crystal structure by the incorporation of BMZ. The dielectric curves, polarization and strain hysteresis loops demonstrated that the incorporation of BMZ content degrade the piezoelectric and ferroelectric responses. However, an enhanced electric field-induced strain of ($S_{\max}/E_{\max} = d_{33}^* \Rightarrow$) 560 pm/V at a relatively low field of 4kV/mm , along with a high Curie temperature $T_C = 420^\circ\text{C}$ was recorded for optimum composition. These results indicates that this system may be suitable for high temperature piezoelectric devices.

P1-S1-9 Dielectric and Electromechanical Properties of LiNbO₃-and LiTaO₃-modified BiFeO₃-BaTiO₃ Lead Free Ceramics

AKRAM FAZLI*, 후세인알리, MALIK RIZWAN AHMED, Adnan Maqbool, 송태권, 김원정, 김명호
창원대학교

Lead free compositions $(1-x) (0.67\text{Bi}_{1.05}\text{FeO}_3 - 0.33\text{BaTiO}_3) - x \text{LiNbO}_3$ (BFBTLN) and $(1-x) (0.675\text{BiFeO}_3 - 0.325\text{BaTiO}_3) - x \text{LiTaO}_3$ (BFBTLT) were synthesized by conventional mixed-oxide route. Slight change in crystal structure was found by the incorporation of both modifiers. The ferroelectric, dielectric, piezoelectric and strain hysteresis loops revealed that the incorporation of LiNbO₃ and LiTaO₃ ABO₃ modifiers degraded the ferroelectric order of the host perovskite pure BFBT system. However, an enhanced electric field-induced strain of $(S_{\text{max}}/E_{\text{max}} = d_{33}^* =) 440 \text{ pm/V}$ and 350 pm/V , along with a high Curie temperature $T_C > 350^\circ\text{C}$ was recorded for optimum compositions of BFBTLN and BFBTLT respectively. These results indicates that these systems may have potential for their use in high temperature piezoelectric applications.

P1-S1-10 Low Field Electrostrain in Lead-free Relaxor/Ferroelectric (RE/FE) Composites

Muhammad Sheeraz*, Abdul Khaliq, 안창원, 김일원
울산대학교

In this study, composites of relaxor $0.72(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3) - 0.28\text{SrTiO}_3$ (BNT-ST) and ferroelectric $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.78}\text{K}_{0.22})_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNKT) seeds (5, 10 and 15 wt.% ratios) were synthesized to develop lead-free material with high actuating performance at low driving field. Perovskite $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.78}\text{K}_{0.22})_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNKT) seeds were fabricated from bismuth layer-structured ferroelectric $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{4.5}\text{Ti}_{15}\text{O}_{15}$ (NBiTi15) precursors using topochemical microstructural conversion (TMC) technique. Electric field induced polarization and strain hysteresis loops indicated that BNT-ST ceramic gradually transformed from ergodic to non-ergodic relaxor state upon the addition of BNKT seeds. The Relaxor/Ferroelectric (RE/FE) composite with 10 wt.% BNKT seeds showed large normalized strain $(S_{\text{max}}/E_{\text{max}} = 651 \text{ pm/V})$ at low electric field of 25 kV/cm implying that the synthesized composite is favorite for lead-free actuator applications under reduced applied fields.

P1-S1-11 Large Strain in Bi_{0.5}(Na_{0.78}K_{0.22})_{0.5}TiO₃-Bi(Mg_{0.5}Ti_{0.5})O₃ based Composite Ceramics under Low Driving Field

Bi_{0.5}(Na_{0.78}K_{0.22})_{0.5}TiO₃-Bi(Mg_{0.5}Ti_{0.5})O₃계 복합 세라믹의 저전계 변형특성

Abdul Khaliq*, 안창원, 이재신, 김일원
울산대학교

The fabricated relaxor/ferroelectric composite showed relaxor and/or ferroelectric phase depending upon the weight content of added $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNT) seeds. $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{4.5}\text{Ti}_{15}\text{O}_{15}$ layer-structured ferroelectrics were processed as precursors and modified to BNT plate-like particles by means of a double molten salt method. The base material $0.96\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.78}\text{K}_{0.22})_{0.5}\text{TiO}_3 - 0.04\text{Bi}(\text{Mg}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ (BNKT-0.04BMT) was synthesized by means of a solid state reaction technique. The 0-3 type composite of BNKT-0.04BMT powder and BNT seeds was chosen because of the compatibility between their perovskite structures. BNT large particles were added in 10, 15 and 20 wt% proportions to the base BNKT-0.04BMT ceramics. The highest content of added BNT seeds (20 wt%) yielded BNKT-0.04BMT that showed ferroelectric behavior. Besides the relaxor to ferroelectric phase transition, a large electric field-induced normalized strain $(S_{\text{max}}/E_{\text{max}} = 560 \text{ pm/V})$ was witnessed at the low driving field of 2.5 kV/mm for the composition having 15 wt% BNT templates. The high normalized strain is proposed to originate from the inhomogeneous external field distribution across the two-phase microstructure developed by relaxor bulk and ferroelectric seeds

무연 압전 복합 세라믹의 저전계 변형 특성

Muhammad Sheeraz*, Abdul Khaliq, 안창원, 김일원
울산대학교

In this study, composites of relaxor $0.72(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3) - 0.28\text{SrTiO}_3$ (BNT-ST) and ferroelectric $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.78}\text{K}_{0.22})_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNKT) seeds (5, 10 and 15 wt.% ratios) were synthesized to develop lead-free material with high actuating performance at low driving field. Perovskite $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.78}\text{K}_{0.22})_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNKT) seeds were fabricated from bismuth layer-structured ferroelectric $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{4.5}\text{Ti}_{15}\text{O}_{15}$ (NBiTi15) precursors using topochemical microstructural conversion (TMC) technique. Electric field induced polarization and strain hysteresis loops indicated that BNT-ST ceramic gradually transformed from ergodic to non-ergodic relaxor state upon the addition of BNKT seeds. The Relaxor/Ferroelectric (RE/FE) composite with 10 wt.% BNKT seeds showed large normalized strain $(S_{\text{max}}/E_{\text{max}} = 651 \text{ pm/V})$ at low electric field of 25 kV/cm implying that the synthesized composite is favorite for lead-free actuator applications under reduced applied fields.

P1-S1-12 High Piezoelectric Performance and High Curie Temperature in Low-Temperature Sintered Lead-Free BiFeO₃-BaTiO₃ Ceramics

저온 소결 BiFeO₃-BaTiO₃ 친환경 압전 세라믹스의 압전 및 상전이 특성

이명환^{1*}, 김다정¹, 박진수¹, 김명호¹, 송태권¹, 최해인¹, 김원정¹, 도달현²

¹장원대학교

²계명대학교

The effects of sintering temperature were investigated in 0.67Bi_{1.05}FeO₃-0.33BaTiO₃ (BF33BT) lead-free piezoelectric ceramics. The BF33BT ceramics were prepared by a solid state reaction method with various sintering temperatures followed by a water-quenching process. X-ray diffraction patterns show single phase perovskite structure without any secondary phases. The perovskite lattice distortions increased as increasing sintering temperature. The largest rhombohedral distortion ($90^\circ-\alpha_R = 0.14^\circ$) and tetragonality ($c_T/a_T = 1.022$) were observed in BF33BT ceramic sintered at 980°C and its T_C was 476°C. This ceramic exhibits the good piezoelectric properties; the piezoelectric charge sensor constant (d_{33}) was 352 pC/N and actuator piezoelectric constants (d_{33}^*) was 270 pm/V. The BF33BT ceramics of the high piezoelectric performance and low sintering temperature show a potential for new eco-friendly lead-free piezoceramics compared to Sb-modified (Na_{0.5}K_{0.5})NbO₃ and Ba(Ti_{0.8}Zr_{0.2})O₃-(Ba_{0.7}Ca_{0.3})TiO₃ ceramics of which sintering temperatures are around 1150°C ~ 1500°C.

P1-S1-13 Piezoelectric and Ferroelectric Properties of MnO- and MnO₂- modified BiFeO₃-BaTiO₃ Bulk Ceramics

받개(Acceptor)와 주개(Donor) 치환을 이용한 친환경 압전재료 BiFeO₃-BaTiO₃ 세라믹스

김다정^{1*}, 이명환¹, 김명호¹, 도달현², 송태권¹

¹장원대학교

²계명대학교

BiFeO₃-BaTiO₃ (BFxBT) solid solution systems are presented as potential lead-free piezoelectric ceramics. The phase diagram of BFxBT material show morphotropic phase boundary (MPB) at $x = 33$ mol% region, where both rhombohedral (BiFeO₃) and tetragonal (BaTiO₃) phases, coexist excellent piezoelectric properties in BF33BT system were expected. However, the high conductivity is due to oxygen vacancies, the coexistence of 3+ and 2+ oxidation states of Fe, and the high volatility of Bi during high temperature sintering. Recently, many researchers have investigated the sintering additives and/or dopants to modify BFxBT system. A small amount of Mn content was effective to improve electrical properties and sintering behavior in Mn-modified BFxBT system. Mn-modified 0.67BiFeO₃-0.33BaTiO₃ (BF33BT) bulk ceramics were prepared via a solid-state reaction process using furnace cooling and water-quenching method. The structure, ferroelectric and piezoelectric properties of ceramics made by quenching process were investigated. Mn-modified BF33BT ceramics by using furnace cooling process observed poor ferroelectric and piezoelectric properties due to defects.

P1-S2-1 Defect Analysis of 4H-SiC Single Crystal 2-inch Wafer via Synchrotron White Beam X-ray Topography

가속기 백색광 X-ray Topography를 이용한 2인치 4H-SiC 단결정의 결함 분석

유영재*, 변대섭, 이명현, 김영희, 정성민

한국세라믹기술원

Silicon carbide (SiC) is steadily replacing conventional semiconductor materials, Silicon (Si) and Gallium Arsenide (GaAs), under certain extreme applications due to its outstanding properties such as high thermal conductivity, high breakdown voltage and high saturated electron drift velocity. However, SiC material has been facing serious issues related to various defects existing in the substrate, such as Micropipes, Treading Screw Dislocations, Treading Edge Dislocations, Basal Plane Dislocations and Low Angle Grain Boundaries. Therefore, Synchrotron White Beam X-ray Topography(WBXRT) is a powerful tool for investigating extended defect in SiC single crystal. In this study, we observed defect structures, their behavior and origins under various 2-inch 4H-SiC wafers to facilitate the defect elimination strategy. Furthermore, UV-Fluorescence (UVF) and Optical filming were conducted to compare with WBXRT images.

하고, 활성화 열처리 공정 후, 니켈 실리사이드를 형성하여 오믹 접합을 만들어 주었다. 그리고 상온에서 Hall effect 측정과 TLM (Transfer Line Method)을 통해 전기적 특성을 확인하였다. 주입 온도를 높일수록 면 저항이 작아졌고, 100°C 이상일 때부터 면 저항 값이 현저히 작아졌다. 300°C 이상일 때는 면 저항 약 1000 Ω/\square 으로 비슷한 경향을 보였다. 상온에서는 300°C 이상일 때보다 면 저항 약 2.7배 큰 결과를 얻었다. 1700°C 1시간 열처리에 의해 활성화 된 전자의 농도는 상온에서 주입 시 약 $7.16 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 로 측정 되었고, 100°C 이상 주입 시에는 $1.7 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 로 약 2.5배 크게 측정되었다. 면 저항과 활성화 된 전자의 농도에 대한 이온주입 온도의 의존성은 이온주입 동안 발생된 결함과 연관되어 있음을 알 수 있었다. 이에 대한 이유는 논문에서 자세히 발표할 예정이다.

P1-S2-3 DC and Reverse Recovery Characteristics of 4H-SiC Superjunction Diode

4H-SiC Superjunction 다이오드의 DC 및 Reverse Recovery 특성

장정훈*, 장예녕, 정재덕, 하민우

명지대학교

와이드 밴드 갭을 가지는 4H-SiC는 높은 항복전압, 낮은 스위칭 손실 및 고온에서의 안정된 동작의 장점을 갖는다. 본 연구의 목적은 SiC PiN 다이오드의 표면 전계를 감소시켜 드리프트 층의 높은 도핑 농도를 유지한 채 항복 전압을 개선할 수 있는 SiC superjunction 다이오드를 수치 해석 시뮬레이션을 이용하여 설계 하였으며, DC와 역방향 회복 특성을 검증하는 것이다. 설계된 SiC superjunction 다이오드의 N pillar와 P pillar의 농도와 두께는 각각 $10^{16} / \text{cm}^3$ 와 12 μm 이며, 두 pillar 너비는 3 μm 이다. 기존 Si 및 SiC PiN 다이오드의 N- 드리프트 층 너비는 6 μm 이고, 나머지 층의 농도와 두께는 위 값들과 동일하다. 기존 Si superjunction, SiC PiN 및 제안된 SiC superjunction 다이오드의 항복 전압은 각각 70, 1880 및 2450 V이었다. 제안된 SiC superjunction diode는 높은 임계 전계와 P pillar와 N pillar의 공핍을 이용하여 수직 방향 전계를 증가시켜 항복 전압을 개선하였다. 설계된 다이오드의 역회복 특성을 연구하기 위하여 mixed mode 회로 시뮬레이션을 진행하였다. 다이오드에 50 A의 순방향 전류가 흐르고 있는 상태에서 -100 V의 역방향 전압이 가해지는 transient 상황을 설정하였다. 동일 항복 전압, 2.5 kV급 Si 및 4H-SiC superjunction 다이오드의 역회복 시간은 각각 1.26 및 0.12 μs 이며, 이 차이는 와이드 밴드 갭으로 인한 짧은 소수 캐리어의 수명 시간 때문이다.

P1-S2-2 Effect of Implantation Temperature on Electrical Properties in 4H-SiC

이온주입온도에 대한 4H-SiC 기판의 전기적 특성 변화 연구

이현수^{1*}, 문정현², 김형우², 석오균², 방욱², 김남균², 박힘찬³

¹경상대학교

²한국전기연구원

³경남대학교

탄화규소의 도펀트는 탄소와 규소의 강한 결합과 낮은 확산계수로 인해 고온 이온주입 공정에 의해 주입되며, 주입온도에 따라 그 영역의 전기적인 특성에 영향을 준다. 질소 이온은 크기가 작아서 기판에 가해지는 충격이 크지 않고, 낮은 이온화 에너지를 가지므로 다른 이온들보다 비교적 저온 주입이 가능할 것으로 보고 되어 있다. 따라서, 본 실험에서는 p-well 영역에 $1 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 로 질소 주입 시, 주입온도에 따라 전기적 특성이 어떻게 변하는지 확인하였다. epi 층을 가지는 N-type 4H-SiC 기판에 500°C에서 알루미늄을 주입한 후, 질소를 상온부터 500°C까지 100°C 간격으로 주입

P1-S2-4

Homoepitaxial Chemical Vapor Deposition of 100 mm 4H-SiC with 10 x 100 mm planetary reactor

CVD법을 사용한 10 x 100 mm Planetary Reactor에
서의 4H-SiC 에피성장서한석^{1*}, 전명철²¹RIST (포항산업과학연구원)²POSCO

우수한 전기적, 열적 특성을 가지고 있는 Wide band gap 소재로 고전력 소자에 적합한 4H SiC는 Si 전력반도체를 대체할 소재로 떠오르고 있다. 4H-SiC 에피는 소자 특성에 알맞은 두께와 도핑 조절을 위해서 일반적으로 고온의 CVD 방법으로 성장된다. 양산을 위한 planetary reactor는 현재 10장의 4인치 기판 혹은 6장의 6인치 기판의 박막성장이 동시에 가능한 설비로서 SiC 소재 및 소자의 상용화에 큰 걸림돌이 되어 왔던 높은 생산 단가를 줄일 수 있도록 하고 있다. Planetary reactor를 활용한 4H-SiC 에피 성장에서 주요 공정 변수인 C/Si ratio, in-situ hydrogen etching, gas flow rate 등의 변수에 따른 두께 및 도핑 균일성 향상 결과와 표면결함 저감에 대한 결과를 고찰하고자 한다.

P1-S2-5

Development of SiC CMP Process using Simulator for Obtaining Defect-free Surface

시뮬레이터를 이용한 실리콘 카바이드(SiC) 화학적 기계
적 연마 공정 개발김장열^{1*}, 전명철²¹포항산업과학연구원²POSCO

In recent years, SiC material has rapidly gained interest as a substrate for manufacturing integrated devices operating at high temperature, high frequency, high power. In most cases, the c-plane (0001) of 4H-SiC substrate is used for device epitaxy. As the quality of substrate wafer surface will play a critical role in electronic integration fabrication, the defects on the substrate surface should be controlled during the wafering process. Otherwise the defects could be replicated into the epilayer. In this study, we will present the results of SiC CMP (Chemical Mechanical Polishing) using simulation model from the perspective of kinematics to reduce mechanical surface damage on the surface. The influence of the crystal orientation of wafer surface on material removal rate and roughness during CMP process will be also discussed.

P1-S2-6

Difference of SiC Nanopowders-incorporated TiZnSnO/ZnSnO Single and Dual-channel TFTs

실리콘 카바이드 나노 입자가 병합된 티타늄-아연-주석-산화막/아연-주석-산화막의 단층 채널과 다층 채널 박막 트랜지스터의 차이점

박성준*, 구상모, 이태섭, 김소망

광운대학교

산화물 반도체는 높은 이동도와 저온 공정이 가능하다는 장점으로 인해 박막 트랜지스터에 적용에 장점을 가지고 있다. 그러나, 산화물 반도체 내의 산소 원자 결합으로 인해 소자 불안정성을 야기시킨다. 이러한 문제점의 해결을 위해 산소 원자 결합 억제 물질인 티타늄을 병합하여 문제점을 개선시킬 수 있다. 하지만 단층 구조를 가진 박막 트랜지스터의 문제점은 채널 저항이 높아 전하 이동도 측면에서 단점을 가지고 있다. 또한, 채널 저항이 높아지면 채널층 아래에 존재하는 절연 물질과의 표면 거칠기에도 영향을 미친다. 이러한 문제점은 채널층과 절연층 사이에 실리콘 카바이드 나노 입자를 첨가 함으로써 개선할 수 있다. 실리콘 카바이드 나노 입자 특성은 채널층 내부 입자의 소결을 야기할 뿐만 아니라 절연층 표면의 산화 저항을 감소시키는 역할을 한다. 또한, 채널층과 절연층 사이의 접착력을 증가시켜 누설 전류를 완화시킨다. 따라서 본 연구에서는 단층 구조의 이동도 개선과 절연층 사이의 특성을 개선시키기 위해 실리콘 카바이드 나노 입자가 병합된 다층 채널 박막 트랜지스터를 제작하였다. 비교 분석을 위해 실리콘 카바이드 나노 입자가 병합된 구조와 병합 되지 않은 단층 채널과 다층 채널 구조를 사용하였다. 전류-전압 특성에서 단층 채널 구조보다 다층 채널 구조의 온-전류값이 게이트 전압 20 V에서 ~1.85배 증가한 것을 확인하였다. 또한, 실리콘 카바이드 나노 입자가 포함된 단층 채널과 다층 채널 구조의 전류-전압 특성에서도 온-전류값이 같은 게이트 전압에서 ~2.11배 증가한 것을 확인하였다. 이는 채널층과 절연층 사이에 병합된 실리콘 카바이드 나노 입자의 특성으로 설명할 수 있다.

P1-S2-7 Fabrication of 1400 V 4H-SiC Trench JBS Diode with Low Leakage Current

낮은 누설전류특성을 갖는 1400V/30A급 트렌치 JBS 다이오드 제작에 관한 연구

원종일*, 박건식, 김상기, 구진근, 유성욱, 노태문, 정진우, 조두형, 박중문

한국전자통신연구원

We have fabricated 1400V/30A class 4H-SiC trench JBS (Junction Barrier Schottky) diode on a 6-inch SiC substrate. Also, we investigated the effect on the reduction of leakage current and the increase of breakdown voltage. The process flow of the trench JBS diode is equal to conventional planar JBS diode except for additional trench etching process. The trenches formed by dry etching, followed by p-type aluminum implantation of each trenches. Therefore, trench etching process is added to process flow of the planar JBS diode without additional mask layer. The trench JBS diode showed lower reverse leakage current than that of the planar JBS diode. And, the forward voltage drop of planar and trench JBS diode is nearly the same.

P1-S2-8 Effect of Forming Aluminium Carbide on Metal-SiC Interface in 4H-SiC Schottky Diodes

4H-SiC Schottky diode의 금속-SiC 계면에서 알루미늄 카바이드 형성이 미치는 영향

김소망*, 구상모, 이태섭, 박성준

광운대학교

탄화규소 전력반도체소자는 실리콘 (Si)을 기반으로 하는 전력 반도체소자에 비해 3배 넓은 밴드갭 (3.26 eV)과 높은 임계 전계 및 우수한 열 전도도의 특성으로 인해 고온 동작이 가능하다. SiC는 Si의 이론적 물성한계를 극복할 수 있는 소재로서, 현재 전기자동차 사업, 바이오, 항공 우주 등 다양한 분야로의 적용이 유리한 물질이다. Schottky barrier diode (SBD)는 빠른 스위칭특성과 공정 단가를 낮추는 장점이 있기 때문에 전력반도체에서 유용하게 사용될 수 있는 장점이 있다. 하지만 높은 누설전류를 갖기 때문에 많은 연구에서 금속과 반도체가 접합을 이루는 계면의 연구가 활발히 이뤄지고 있다. 따라서 본 연구에서는 누설전류의 감소와 전류 밀도의 증가를 위해 계면 사이의 알루미늄 카바이드 (Al_4C_3)형성이 본 소자에 미치는 영향을 분석하였다. Al_4C_3 층을 형성시키기 위해 고온(1000°C)에서 4번의 열처리 공정을 한 결과 형성 과정에

서 SiC의 계면에 존재하는 탄소(C) 결함과 Al이 결합을 하는 것을 확인하였으며 Al-C결합으로 인해 계면사이의 결함이 줄어들었다. 전기적인 특성 분석을 위해 Keithley 4200 반도체파라미터 분석기로 측정을 하였다. 그 결과 Al_4C_3 층이 있는 구조(DEVICE B)에서 누설전류 값이 낮으면서도 전류밀도는 $1.67 A/cm^2$ 으로 기존 구조 (DEVICE A)에 비해 약 7배 높았다. 또한 아레니우스 플롯에서 추출한 DEVICE A, B의 활성화 에너지는 각각 0.585, 0.216 eV로서, 활성화에너지에 해당하는 결함 ($R = 0.58-0.63 eV$)이 줄어들었음을 확인할 수 있었다. 이는 Al_4C_3 층이 형성하는 과정에서 SiC 표면 위에 존재하는 C-face결함과 결함하여 결함이 줄었기 때문이며 따라서 이는 소자 계면에 존재하는 결함을 개선시키기 위한 연구에 기반이 될 수 있을 것이다.

P1-S2-9 Gate Oxide Dependence of NBTI in 4H-SiC MOSFETs

4H-SiC MOSFET의 NBTI에 대한 게이트 산화막 의존성

정세용*, 구상모, 이태섭

광운대학교

본 연구에서는 4H-SiC DMOSFET의 열-산화막과 증착-산화막 차이에 따른 효과를 조사하기 위해 Negative bias temperature instability (NBTI)에 의한 문턱전압이동 현상에 대하여 분석하였다. 탄화 규소(SiC)을 이용한 소자들은 실리콘(Si) 계열의 소자들 보다 더 높은 전력밀도, 작동 온도 그리고 더 빠른 스위칭 속도 등 많은 이점을 갖기 때문에 미래 시장에서 널리 사용될 것으로 기대된다. 특히 SiC는 열산화에 의해 산화막을 성장시킬 수 있는 유일한 와이드 밴드갭 반도체이다. 그러나, 열산화에 의해 형성된 SiC/SiO₂ 계면은 많은 문턱전압이동 같은 성능에 영향을 주는 결함을 포함한다. 게이트 산화막의 장기간 신뢰성은 문턱전압에의 변화로 이어지는 BTI에 의해 결정된다. 고신뢰성 SiC MOSFET 전력 소자를 구현하기 위해, NBTI는 해결해야 할 중요한 문제이다. 열-산화막은 N₂O 분위기에서 1280°C로 열처리하여 50 nm 두께로 성장시켰으며, 증착-산화막은 TEOS를 이용하여 CVD로 55 nm 증착한 후 NO 분위기에서 1250°C로 열처리하여 성장시켰다. NBT 스트레스는 150°C에서 다양한 네거티브 바이어스 ($V_g = -10, -15, -20V$)를 게이트 전극에 인가해 주었다. NBTI에 의해서 DMOSFET의 문턱전압이 감소하는 것으로 관측되었으며, 증착-산화막 소자의 문턱전압 변화가 열-산화막 소자보다 작음을 알 수 있었다. 10000s에서의 $\Delta V_{th} - \Delta V_{th, 1s}$ 는 0.51 V, 0.09 V의 차이를 가진다. 비교적 작은 문턱전압이동 값은 추가 산화물 트랩의 활성화 및 산화물 트랩의 감소를 나타낸다. 결과적으로 열-산화막보다 개선된 NBTI 특성을 갖는 증착-산화막이 더 적은 SiC/SiO₂ 계면 결함을 가지는 것을 알 수 있었다.

P1-S2-10 Observation of Shockley Stacking Faults in 4H-SiC by Photoluminescence Spectroscopy

Photoluminescence spectroscopy를 이용한 쇼클리 적층 결함의 분석

정현진^{1*}, 방옥¹, 나문경¹, 금주연²

¹한국전기연구원

²창원대학교

탄화규소는 우수한 물성으로 인해 차세대 전력용 반도체 소재로 주목 받고 있지만 다양한 결정 결함에 의해 소자 개발에 걸림돌이 되고 있다. Micropipe, polytype inclusion 등 소자에 치명적인 영향을 주는 결함들은 killer defect로 분류된다. 이들 결함 감소를 위한 연구들이 지속적으로 진행되어 최근 4" SiC wafer 내 micropipe 밀도가 0 ea/cm²인 제품이 상용화 되기도 하였다. 그러나 threading dislocations, basal plane dislocation(BPD) 등 미세 결함들은 현재까지도 다수 존재하며, 특히 BPD의 경우 다이오드의 순방향 구동시 Shockley stacking fault(SSF)로 전환되어 특성 저하를 야기시킨다. 이러한 SSF는 외부 에너지에 의해 basal plane을 따라 그 면적이 확장되어 substrate/epitaxy layer의 계면에서부터 wafer 표면에 이르게 된다. 본 연구에서는 n-type 4H-SiC 기판에 epitaxy layer의 두께가 25.4 μm 인 상용 웨이퍼를 분석하였고, photoluminescence spectroscopy를 이용하여 stacking fault의 spectrum과 그것을 취합한 맵핑 이미지를 통한 분석이 진행되었다. Photoluminescence 분석에 사용되는 자외선에 의해 기존 wafer에 존재하지 않던 424 nm의 single SSF가 생성되었고, 재차 측정 시 430 nm, 433 nm의 흔히 보고되지 않는 SF가 생성되었다. 이 새로운 SF의 모양을 따라 측정한 결과 그 면적이 증가하는 것이 확인되어 SSF의 한 종류로 예상할 수 있다. Photoluminescence 분석을 통하여 4H-SiC 내 존재하는 SSF에 대한 생성과 확장, 변환에 대한 다양한 현상을 관찰하였다.

P1-S2-11 Effect of Trench Corner Shape on Breakdown Characteristics of the 4H-SiC Trench MOSFET

트렌치 모서리 형상이 4H-SiC 전계효과 트랜지스터의 항복전압에 미치는 효과

김형우*, 방옥, 석오균, 문정현, 김남균

한국전기연구원

4H-SiC trench MOSFET은 낮은 온-저항과 높은 셀 밀도 및 전류 밀도를 얻을 수 있다는 장점이 있어 전력용 반도체 소자 분야에서 많이 연구되고 있는 소자이다. 하지만 trench 구조의 경우 trench corner 부근에 높은 전계 집중 현상으로 인해 역방향 바이어스 상태에서 gate oxide 파괴에 의한 항복이 일어날 수 있다는 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 trench gate 하단에 p+ shielding 영역을 가지는 구조, deep p+ well 을 가지는 구조와 같은 다양한 구조가 제안된 바 있으나 이러한 구조들은 원치 않는 JFET 영역을 형성함으로써 소자의 온-저항을 감소시킨다는 문제점이 있다. 본 논문에서는 trench gate 구조를 가지는 4H-SiC MOSFET에서 온-저항의 증가없이 항복특성을 향상시키기 위해 trench corner를 rounding 처리한 구조의 전기적 특성에 대해 연구하였다. Trench corner 부근의 높은 전계 집중 현상을 완화하기 위해 trench corner 부가 일정한 반지름을 가지는 원형이 되도록 설계하였으며, simulation을 통해 원형 모서리의 반지름 변화에 따른 항복전압 및 온-저항의 변화를 분석하였다. Trench corner부의 반지름을 0 ~ 0.3 μm 까지 변화시켜가며 simulation을 수행한 결과 소자의 항복전압 및 온-저항은 corner 반지름의 변화에 따라 각각 2880 V ~ 3000 V, 2.047 mohm-cm² ~ 2.145 mohm-cm²가 됨을 확인하였다. 4H-SiC trench MOSFET의 전기적 특성은 trench corner의 반지름 변화에 많은 영향을 받기 때문에 높은 항복전압을 얻기 위해서는 trench corner 반지름의 최적화가 필요하다.

P1-S2-12 Effect of NO Post-Oxidation Annealing for Thermally Thick Oxide grown on 4H-SiC

4H-SiC 위에 성장된 두꺼운 열산화막의 일산화질소 열처리 효과

문정현^{1*}, 양창현², 강예환², 이현수³

¹한국전기연구원

²메이플세미컨덕터(주)

³경상대학교

Thermally nitrided oxide has been widely employed as gate oxide in 4H-SiC based metal-oxide-semiconductor (MOS) high power devices due to its low SiC-SiO₂ interface trap density (D_{it}). Nowadays, it is important to study the impact of nitrogen on the reliability of the thermal SiO₂/SiC interface. In addition, Pyrogenic Re-oxidation was reported to reduce the interface state density of p-type 4H-SiC MOS capacitors. However, they did little discuss on the effects of NO Post-Oxidation Annealing (POA) on Pyrogenic Re-oxidized (PR) SiO₂/SiC interface. In this work, we report the electrical properties on the effect of NO POA at 1175°C for thermally thick oxide grown on SiC. The values of D_{it} near the conduction band edge for oxide samples with nitridation treatments are lower than that of oxide without NO POA. Especially PR-SiO₂ oxide with NO POA for 90 min have the lowest D_{it} . The measured D_{it} (at 0.25 eV, below the 4H-SiC conduction band edge) of PR-SiO₂ with NO POA for 30, 60 and 90 min were 3.92×10^{11} , 2.31×10^{11} and 1.92×10^{11} cm⁻²eV⁻¹, respectively. The reason for this will be explained.

Formation of low-resistance ohmic contacts is one of the most critical issues during device processing for the reliable performance and its wide application. In this paper, the pure Ni and Ni-V were evaluated to form the both types of contacts for enhancement the ohmic contact in SiC devices. To form the ohmic contact, 100 nm-thick Ni-V and pure Ni was deposited on the ion-implanted 4H-SiC surfaces, respectively. Ni-V and pure Ni was wet-etched using spacing ranges from 4 to 100 μ m-thickness for transfer length method (TLM) measurement. The silicide formation reaction between the Ni-V and pure Ni and SiC was induced by rapid thermal annealing (RTA) a range of 950°C to 1050°C for 90 sec at N₂ ambient. The contact resistance of n-type contacts was decreased with RTA temperature both Ni-V and Ni contact. The lower contact resistance was achieved with pure Ni contact. But the sufficiently low contact resistance of n-type Ni-V contact was obtained the 1050°C. Electrical and material evaluation by ohmic contact will be discussed in full manuscript.

P1-S2-14 Design of 150 mm SiC bulk Crystals Growth Reactor Using Numerical Simulation

시뮬레이션을 활용한 150 mm SiC 단결정 성장 반응기 설계

여임규^{1*}, 온태희¹, Kanaparin Ariyawong¹, 전명철²

¹포항산업과학연구원

²POSCO

The increase in competitiveness of 4H-SiC material for commercialize in various power electronic applications has been driven by the continuous development of larger diameter bulk crystals of high quality. As a process characterization, the numerical modeling of the PVT growth reactor has been used as an essential tool assisting the industrial R&D. In this study, we will present the implementation of numerical simulation of the SiC bulk crystals growth process including induction heating, mass transport, and solid mechanics. Major achievements will also be discussed.

P1-S2-13 Characterization of Ni-V Ohmic Contact on Ion-implanted 4H-SiC

4H-SiC상의 이온주입영역에서 Ni-V Ohm 접촉 특성에 관한 연구

김정현^{1*}, 나문경², 김준현¹, 김우택¹, 정은식¹, 양창현¹

¹메이플세미컨덕터(주)

²한국전기연구원

Development of silicon carbide (SiC) power device is of great interest since they outperform silicon-based counterparts, providing lower on-resistance, switching times, and high thermal conductivity.

P1-S6-1

Surface-modified $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ Anode Materials for Lithium-ion Batteries Assisted by In-situ Halogen Gas

할로겐 가스로 표면처리된 리튬이온전지용 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 음극 소재

엄지용*, 한동욱, 유승을

자동차부품연구원

$\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO) has been recognized as one of the most promising candidates for anode materials of lithium-ion batteries owing to its ideal zero-strain property during Li-ion intercalation and de-intercalation process, superior cycling stability, and outstanding safety induced by a high voltage plateau around 1.55 V versus Li^+/Li . Thus, LTO has been developed mostly targeted for large appliances such as electric vehicles and energy storage systems. However, the main obstacles that impede widespread application of LTO are its poor electronic ($10^{-13} \text{ S cm}^{-1}$) and ionic conductivities ($10^{-8} \text{ S cm}^{-1}$). Typical cation doping has become an effective way to improve the electronic conductivity and structural stability of LTO; single or multi cation (Mg, V, Mn, Fe, Cr, Yr, Ru, and etc.) doping on the Li^+ or Ti^{4+} sites in LTO lattice structure has been widely investigated. Meanwhile, the modified the oxygen structure in LTO crystal structure by replacing part of the O^{2-} sites with other anions enhanced the conductivity of LTO as well. In the present work, differing from the previous studies, novel surface-modified $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12-x}\text{X}_x$ ($\text{X} = \text{F}, \text{Cl}$) was obtained via a simple one-step solid-state reaction assisted by in-situ halogen gas. The effects of halogen elements (F, Cl) on the electrochemical properties of LTO will be also discussed.

P1-S6-2

Effects of K-ion doping on Electrochemical Performance of $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ Cathode Materials for Na-ion Batteries

나트륨이온전지용 $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 양극 소재의 칼륨이온 도핑 효과

엄지용*, 한동욱, 유승을

자동차부품연구원

As a class of the sodium ion battery cathode materials, phosphate-based Na-insertion hosts (NaVPO_4F , NaMPO_4 , $\text{Na}_{1.5}\text{VOPO}_4\text{F}_{0.5}$, $\text{Na}_2\text{FePO}_4\text{F}$, $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3$, etc.) with strong polyanion networks have received great attention due to their excellent structural and thermal stabilities. NASICON- $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ is the one of the promising cathode materials for the sodium ion batteries. $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ shows $117.6 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ theoretical capacity at 3.4 V vs. Na/Na^+ in $\text{V}^{4+}/\text{V}^{3+}$ redox couple. It has strong PO_4 polyanion networks which improve the safety of the large scale applications. Unfortunately, $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ shows severe capacity fading at high rate because of the low electrical conductivity and ion diffusivity. In the phosphate-based active materials for Li or Na ion batteries, the addition of conductive materials and the substitution of transition metal or alkali metal with alien ions have been conducted to overcome these problems. Especially the substitution of Li ion with Na ion or K ion for the Li ion batteries shows better electrochemical performances due to the lattice expansion and narrowing the band gap. In this work, NASICON- $\text{Na}_{3-x}\text{K}_x\text{V}_2(\text{PO}_4)_3/\text{C}$ ($x=0, 0.05, 0.10$, and 0.15) are synthesized by a solid state reaction. By the doped K ion which is larger than Na ion ($r_{\text{K}^+} (1.52 \text{ \AA}) > r_{\text{Na}^+} (1.16 \text{ \AA})$), the structure becomes enlarged and it makes Na ion migrate easily. Moreover the doped K ion in the structure even after charging contributes to the structural stability by reducing volume changes during cycling.

P1-S6-3

Electrochemical Property of the Polyaniline Coated CNT/CO₃O₄ based Air Electrode폴리아닐린을 선택적으로 코팅한 CNT/CO₃O₄ 기반 공기전극의 전기화학적 특성

박용준*, 김진영

경기대학교

리튬공기 이차전지는 현재 상용화 되어있는 리튬이온 이차전지보다 높은 에너지 밀도를 제공하기 때문에 현재 촉망 받고 있는 에너지 저장 장치 중 하나이다. 그럼에도 불구하고 리튬공기 이차전지의 상용화를 위해서는 해결해야할 문제점들이 존재한다. 그 중 하나는 공기 전극에 주로 사용되는 카본과 전해질 및 반응생성물인 Li₂O₂ 사이에서 발생하는 부반응이다. 실제로 카본은 반응생성물을 형성하고 저장하기 위한 넓은 반응 면적은 제공하고, 비교적 큰 전자전도도를 가지고 있어 MnO₂와 Co₃O₄ 같은 산화물 촉매의 낮은 전자전도도를 보상한다. 그러나 선행된 연구에 따르면 카본이 전해질을 분해하고, Li₂CO₃와 같은 부반응 생성물의 형성을 촉진한다고 보고되어 있다. 부반응으로부터 형성된 원치 않는 반응생성물들은 충전과정에서 분해하기가 어렵다. 그 결과 사이클이 진행될수록 전극 표면에 반응 생성물이 축적되어 높은 과전압과 제한된 사이클 수명을 가져온다. 이러한 문제들을 해결하기 위한 새로운 접근법으로 폴리아닐린이 선택적으로 코팅된 CNT/Co₃O₄를 공기전극 물질로 제시하고자 한다. 촉매인 Co₃O₄의 활성을 향상시키기 위해 나노 크기로 제작한 Co₃O₄와 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube, CNT)를 복합화하고, 전도성 고분자인 폴리아닐린(PANI)을 나노 크기의 Co₃O₄ 입자 표면을 제외한 CNT 표면에 선택적으로 코팅함으로써 CNT와 전해질 및 Li₂O₂와의 부반응을 억제시키고 동시에 Co₃O₄ 입자의 촉매 활동은 방해하지 않을 수 있었다. 폴리아닐린을 선택적으로 코팅한 CNT/Co₃O₄ 기반의 공기전극은 나노 크기의 Co₃O₄ 촉매 활동과 CNT 표면의 선택적 폴리아닐린 코팅으로 인해 낮은 과전압과 우수한 사이클 특성을 가진 리튬 공기 이차전지 구현이 가능할 것으로 예상된다.

P1-S6-4

Synthesis of Composite Electrode using Spark Plasma Sintering Process for All-solid-state Battery

Spark plasma Sintering 공정을 이용한 전고상전지용 복합양극 합성 및 특성 평가

우성필^{1*}, 이우영¹, 윤영수²¹연세대학교²가천대학교

최근 전자기기의 발전과 함께 전자기기 내 리튬이온전지의 안정성에 대한 문제가 관심을 받고 있다. 리튬이온전지는 액체전해질을 이용한 리튬이온의 이동으로 인하여 발화 및 폭발의 위험성이 있다. 이에 차세대 이차전지를 개발을 위하여 고체전해질을 이용한 전고상전지에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 액체 전해질 사용 시 양극에서의 침윤에 따른 리튬 이온 경로 대비 고체 전해질 사용 시 리튬 이온 경로가 감소하게 되는 문제점이 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 양극 물질에 고체 전해질을 첨가한 복합양극 합성을 통하여 양극에서의 리튬 이온 경로를 증가시켜 전고상전지의 효율을 높이는 연구를 진행하였다. 복합양극으로는 LiCoO₂에 가넷 형태의 LLTO (Li-La-Ta-O) 고체 전해질을 첨가시켜 spark plasma sintering 공정을 이용하여 펠렛 형태로 제작하였다. 제작된 복합양극의 구조 및 전기화학적 특성 평가를 통하여 전고상전지 적용을 위한 복합양극으로서의 가능성을 확인하였다.

P1-S6-5 Thermal Battery with Tape Casting Process

테이프 캐스팅 공정을 이용한 열전지

고재환^{1*}, 김인예¹, 정해원², 윤영수¹

¹가천대학교

²국방과학연구소

Thermal batteries are the primary power sources that are activated by the melting of solid electrolyte into molten salt at high temperature (between 350 and 550°C). Because of their excellent reliability and long shelf life, thermal batteries have been used for military application, such as missiles, ordnance and nuclear weapons. The electrodes of thermal batteries have conventionally manufactured in the foam of pellet with heating press process. But the pellet electrodes are produced in the thickness of more than 500 μm in order to ensure the mechanical strength, the electrolytic salt is added to compensate for the ion conductivity in the electrode. In this study, thin cathode electrode with tape casting method was investigated to improve this problem. Because the state of the slurry is very important in the tape casting process, we focused on the optimization of cathode slurry. Due to high operating temperature of thermal batteries, Si-based polymers that are stable at high temperature were applied to the binder materials of cathode slurry. Thin cathode electrodes of 100 μm thickness were fabricated with the optimized slurry and were applied to thermal battery. The structures of thin cathodes were investigated using field emission scanning electron microscopy. The thermal properties of thin cathodes and binder materials were investigated using thermogravimetric analysis. The thermal batteries were discharged at 500°C while applying a consecutive pulse current profile. The discharge was terminated when the voltage dropped below 1.3V. As a result we fabricated thin cathodes having good mechanical strength. The thin cathodes exhibit a capacity of 1934 Asec/g that excess 1000 Asec/g of pellet type.

P1-S6-6 Synthesis and Evaluation of NASICON-type Solid Electrolyte for All-solid-state Battery

전고상 전지 적용 평가를 위한 NASICON-type 고체전해질 합성 및 특성 평가

신서운*, 윤영수

가천대학교

전고상 전지(All-solid-state battery)는 전지의 각 구성요소들이 고체 재료로 이루어진 이차전지이다. 이는 상용 이차전지의 액체 전해질로부터 발생하는 발화 및 폭발의 위험성을 해결할 수 있다. 전고상 전지는 고온 안정성 및 높은 에너지 밀도 등의 장점이 있지만, 액체전해질에 비해 고체전해질은 낮은 이온전도성을 가지며, 전극과 전해질의 계면에서 발생하는 문제로 전지의 성능이 저하되는 단점이 있다. 이에 다양한 고체전해질의 연구가 진행되고 있으며, 고체전해질을 적용한 전고상 이차전지에 대한 많은 관심이 높아지고 있다. 본 연구에서는 전고상 전지 적용을 위하여 높은 이온전도도 및 구조적으로 안정한 NASICON-type의 고체전해질을 solid-state 방법을 통하여 합성하였다. NASICON-type 고체전해질의 소결온도에 따른 특성을 XRD와 SEM 및 이온전도도 측정을 통해 확인하였다. 또한 NASICON-type의 고체전해질을 중심으로 LiCoO_2 와 Li metal을 각각 양극 및 음극 소재로 사용하여 전고상 전지로서의 적용 가능성을 평가하였다.

P1-S6-7 Fabrication of FeS₂ Cathode using Metal Foam for Thermal Battery

Metal foam을 이용한 열전지용 FeS₂ 양극제작

김인예*, 윤영수

가천대학교

열전지는 양극, 음극 및 전해질이 고체상태로 구성되어 낮은 자가방전으로 장기간 보관이 가능하기 때문에 군용 전원으로 주목을 받고 있다. 열전지 전극은 일반적으로 프레스 공법을 이용하여 펠렛 형태로 성형된다. 펠렛 형태의 전극은 충분한 기계적 강도를 가지기 위해 열전지 작동에 필요 이상의 전극 활물질이 사용되어 열전지 출력 저하가 발생된다. 또 고온에서 작동하는 열전지 특성으로 활물질들의 유동성을 잡아주기 위해 첨가되는 바인더 물질로 인하여 활물질의 낮은 함량으로 작동시간이 저하된다. 이에 본 연구팀은 FeS₂ foam을 이용하여 기계적 강도 증가 및 활물질의 양을 증가시켜 출력 및 작동시간을 개선하였다. FeS₂ foam은 Fe metal foam과 S powder를 Ar 분위기, 500 °C 고온에서 반응하여 합성하였다. FeS₂ powder를 슬러리로 제작하여 합성된 FeS₂ foam에 함침시켜 열전지 양극을 제작하였다. 제작된 FeS₂ foam의 미세구조 및 구조변화는 SEM과 XRD를 이용하여 확인하였다. 열전지의 방전용량을 확인하기 위해 제작된 양극을 half cell로 제작 후 열전지 작동 조건에서 펄스 전류를 인가하여 측정하였으며 방전용량이 1055.30 Asec/g인 것을 확인하였다. 이 결과로 FeS₂ foam을 적용한 양극을 열전지 적용에 대한 가능성을 확인하였다.

포스터 발표 II

2016년 11월 24일(목)

포스터 발표 II

P2-G1-1 Dielectric Characteristics Analysis of Low Loss LTCC according to Various Measurement Method and Frequency

저손실 LTCC소재의 측정방법과 주파수 변화에 따른 유전 특성 분석

홍옥연^{1*}, 윤상옥², 이효중¹, 손석호¹, 홍정배¹

¹알엔투테크놀로지

²강릉원주대학교

현재 이동통신 분야에서 널리 활용되고 있는 유전체 세라믹의 경우, 고 주파수를 활용할 것으로 예상되는 5G 이동통신에 대응하기 위한 저손실, 저유전율의 특성을 갖는 소재가 요구되고 있다. 유전체 세라믹의 유전특성 측정방법은 주파수 대역 별로 다르며, 소자를 제작하는 주체에 따라 다양하게 측정되고 있어, 본 실험에서는 자사에서 제작한 유전율 6 대역의 Borosilicate계 glass를 기반으로 하는 LTCC(저온 동시소성 세라믹) 소재를 사용하여, 동일한 소성조건의 소성체로 다양한 측정방법과 주파수에 따른 유전특성을 비교하였다. 유전율 측정 결과, 유전체 세라믹을 Capacitor로 제작하여 유전율을 역산하는 Capacitance법으로 주파수 1 MHz 대역에서 5.82, Hakki와 Coleman이 제안한 Post Resonator법으로는 공진주파수 15.32 GHz 대역에서 5.70, Impedance Analyzer를 사용한 방법은 주파수 500 MHz 대역에서 5.74, 적층 공정을 사용한 Strip line T-공진기의 공진주파수 2.36 GHz 대역에서는 6.07을 나타내었다. 각 측정방법은 측정주파수가 모두 다르므로 20 GHz까지의 전 대역에서 유전율 측정이 가능한 NRW법으로 주파수에 따른 유전율의 변화를 확인해 보았다.

P2-G1-2 The Characterization of Silicon Carbide of Various Sizes as Thermal Interface Material

열 전달 물질(Thermal Interface Material)인 탄화 규소(Silicon Carbide)의 다양한 사이즈에 의한 방열 재료 특성 변화 연구

이동우*, 주계욱, 장창국, 송선자, 최수연

(주)영일프레이젼

전자기기에서 발생하는 열은 기기의 수명 및 성능 저하의 커다란 요인이 되고 있으며, 열을 효율적으로 방출하는 방열 방법에 대해 많은 연구가 이뤄지고 있다. 방열 방법 중 하나로 열원과 방열판 사이에 방열 컴파운드를 사용함으로써 효과적으로 열을 방출하여 전자 기기의 효율성을 증대시킬 수 있다. 방열 컴파운드는 방열 필러와 수지로 크게 구성되며 그 중 방열 특성을 크게 좌우하는 것은 방열 필러이며, 알루미늄(Aluminum oxide; Al_2O_3), 질화 알루미늄(Aluminum nitride; AlN), 탄화 규소(Silicon carbide; SiC)와 같은 세라믹 계열과 흑연(Graphite), 그래핀(Graphene), 탄소나노튜브(Carbon nanotube)와 같은 탄소 계열 등 다양한 소재가 방열 재료로써 연구가 진행되고 있다. 그 중 탄화 규소는 연마제로 많이 알려져 있지만, α -form (Hexagonal), β -form (Zinc blend) 등 구조에 따라 300 ~ 400 W/mK의 높은 열전도성을 보이며, 기계적 물성 등이 뛰어나 방열 재료의 중요 소재로 각광받고 있다. 본 연구에서는 열 전달 물질로써 탄화 규소의 사이즈 다양성에 따라 방열 컴파운드 특성에 미치는 영향을 연구하였고, 필러 사이즈 변화에 의해 3 ~ 4 W/mk 열적 특성 변화를 확인하였고, 절연 전압 측정 등 방열 컴파운드의 특성 측정을 진행하였다.

P2-G1-3 Electrical Properties of Lithium doped Zn-Sn-O TFTs Fabricated Using Sol-gel Methode

용액공정을 이용하여 제조된 Li 도핑된 Zn-Sn-O 산화물 박막 트랜지스터의 전기적 특성

조인환^{1*}, 최준혁¹, 김진중¹, 박해웅², 전병혁¹

¹한국원자력연구원

²한국 기술교육대학교

ZnO 기반 박막 트랜지스터는 넓은 밴드갭(≥ 3.0 eV)으로 가시광선 영역에서 높은 광 투과도($\geq 85\%$)를 가지며, 비정질에서도 우수한 전기적 특성을 나타내기 때문에 활발한 연구가 수행되어왔다. 박막 트랜지스터의 특성향상 방안으로 도핑 방법이 널리 이용되고 있으며, 본 연구에서는 Li 첨가량에 따른 ZnSnO 박막 트랜지스터의 전기적 특성 변화를 관찰하여 최적의 Li 첨가량을 도출하였다. Zn : Sn의 비율은 1 : 2로 고정하였고, Li의 비율을 0, 1, 3, 5, 7 mol%로 변화하여 0.5 M 농도의 전구체 용액을 제조하였다. 제조된 용액은 SiO₂ (100 nm)/highly doped p-type Si 기판 위에 3000 rpm으로 30초 동안 스핀코팅 방식으로 증착하였으며, hot plate에서 150°C로 10분간 건조 하였다. 이후 대기분위기 500°C에서 1시간 동안 열처리를 진행하였다. 열처리된 시편은 Al 전극을 증착하여 transistor로 제작하였다. 소자의 특성을 측정하기 위하여 semiconductor analyzer를 이용해 Li-ZnSnO 박막의 전기적 특성을 분석하였다. 그 결과 Li 첨가량 증가에 따라 문턱전압(threshold voltage, V_{th})이 양의 방향으로 소폭 이동하였으며 일정 첨가량(Li 7 mol%) 이상에서는 문턱전압이 음의 방향으로 크게 변화하였다. 포화이동도(saturation mobility, μ_{sat})는 Li 1 mol% 첨가시 가장 높은 값을 나타냈으며 이후 점차 감소하는 경향을 보였다. 문턱전압 이하 기울기(subthreshold swing, S.S)의 큰 변화는 관찰되지 않았으나, Li 7 mol% 첨가시 문턱전압의 음의 방향으로 큰 변화와 동시에 나빠지는 경향을 보였다. Li 첨가량에 따른 밴드갭과 페르미 준위(Fermi level E_F), 산소공공(V_O) 비율의 변화를 관찰하기 위하여 x-ray photoelectron spectroscopy와 spectroscopic ellipsometry 분석을 실시하였다.

P2-G1-4 Electrical and Optical Features of Porous Silicon Prepared by Metal Induced Chemical Etching

금속유도 에칭 기법에 의해 제조된 기공성 실리콘의 전기적 및 광학적 특성 분석

김효한*, 윤한솔, 이상혁, 조남희

인하대학교

실리콘 나노결정은 벌크형 실리콘과 다른 전자에너지구조를 지닌다. 기공성 실리콘 표면에서 생성되는 실리콘 나노결정의 크기를 변화시킴으로써 전자에너지구조와 발광효율의 변화를 가져올 수 있다. 금속유도 화학에칭은 에칭과정 중 외부 전기퍼텐셜을 인가하지 않고 에칭용액 내에서 실리콘웨이퍼에 증착된 금속의 촉매 역할에 기인한 양극산화기법이다. 이는 전기화학에칭에 비하여 공정의 편리함, 경제적인 잇점을 지니고 있으며, 따라서 산업화에 대한 많은 연구가 요구되고 있다. 본 연구에서는 금속유도에칭을 실시하였으며, 전기적인 특성 및 활성화 에너지를 조사하고 조건에 따른 에칭거동, 광학적 특성을 분석하였다. 촉매 금속으로는 RF 마그네트론 스퍼터법을 이용하여 백금을 실리콘 웨이퍼 표면에 일정한 배율을 갖도록 증착하였다. 에칭용액 내 H₂O₂의 농도를 1~17%로 조절하였으며, 에칭용액의 온도가 290~310 K로 변화될 때, 이에 따른 에칭거동을 분석하였다. 각 에칭 조건에서 나타나는 전기적인 특성은 소스미터로 관측하였으며, 백금 코팅의 유무에 따라 활성화 에너지는 H₂O₂의 농도가 1% 일 때, 0.17에서 0.50 eV로 변화하였다. 반면 전기화학에칭기법으로 제조한 경우, 온도에 따라 0.24에서 0.34 eV의 분포를 보였다. 제조된 기공성 실리콘의 에칭 형상은 주사전자현미경으로 확인하였으며, 에칭영역에 따른 형광특성의 분포는 공초점레이저현미경으로 관측하였다. 에칭용액 내 H₂O₂의 농도가 1~17%로 변화할 때, 에칭구조가 나노미터에서 마이크로미터 크기로 변화하였으며, 에칭 구조의 변화에 기인한 광학적 특성의 변화가 유도되었다. PL측정 시 방출되는 빛의 파장은 683에서 737 nm로 변화하였으며, 나노결정 실리콘의 크기는 2.5에서 3.5 nm로 변화하였다.

P2-G1-5 Low Temperature Sintering and Thermal-Mechanical Properties of LiF-Bi₂O₃-V₂O₅ Doped MgO Ceramics

LiF-Bi₂O₃-V₂O₅첨가 MgO 세라믹스의 저온소결 및 열적·기계적 물성

김신^{1*}, 김운환², 윤영석¹, 윤상옥¹

¹강릉원주대학교

²(주)대양신소재

MgO는 우수한 기계적, 유전적 특성을 나타내기 때문에 여러 산업분야에서 응용이 기대되는 세라믹스이다. 특히, MgO의 열전도도는 $30 \sim 53.5 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 로서 대표적인 구조세라믹스인 알루미나보다 우수한 값을 나타내는 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 MgO의 저온소결에 효과적인 것으로 보고된 바 있는 LiF 및 Bi₂O₃와 V₂O₅를 첨가한 MgO 세라믹스의 소결거동을 관찰하고 열전도도 및 3점 꺾임강도를 평가하였다. LiF-Bi₂O₃계 및 LiF-V₂O₅계 소결조제가 MgO 세라믹스의 저온소결에 효과적이지 않은 반면, LiF-Bi₂O₃-V₂O₅계 소결조제는 매우 효과적인 결과를 나타내었는데, 2 mol% LiF + 0.1 mol% Bi₂O₃ + 0.3mol% V₂O₅를 첨가한 조성을 850°C에서 소결한 경우 23.3%의 선수축률을 나타내었다. 또한, 이 조성의 상온 열전도도는 $45.9 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 로서 매우 높은 값을 나타내었으며, 3점 꺾임강도는 204 MPa를 나타내었다. 이에 따라서 LiF-Bi₂O₃-V₂O₅첨가 MgO 세라믹스는 고효율 LED용 기관이나 전자부품용 방열기관으로 응용이 가능할 것으로 보인다.

P2-G1-6 Structural and Optical Properties of AlN Grown on Nanopillar/Patterned SiO₂ by Hydride Vapor Phase Epitaxy

HVPE를 이용하여 AlN nanopillar/patterned SiO₂ 위에 성장한 AlN의 특성변화

손호기^{1*}, 이영진¹, 김진호¹, 이미재¹, 황종희¹, 이혜용², 김승환³, 전대우¹

¹한국세라믹기술원

²루미지엔테크

³홍익대학교

Thick AlN layer have prospective material due to its many properties. These properties were wide band-gap, high thermal conductivity and high electrical resistivity [1]. Due to many advantages, high quality thick AlN layer is required to be applied. However, it was difficult that high quality thick AlN was grown because of interrupted by thermal expansion coefficient and lattice mismatch that generated strain and threading dislocation at AlN layer. We study the growth of AlN on an AlN nanopillar structure with a patterned SiO₂ layer employing HVPE. The use of the AlN nanopillar structure with the patterned SiO₂ resulted in improving the properties of the AlN layer. The full width half maximum of corresponding to (002) and (102) reflections of the AlN with the nanopillar structure were decreased from 386 and 576 arcsec to 265 and 318 arcsec, respectively, as compared with that of the as-grown AlN. The laterally overgrown AlN consisted of a continuous well-coalesced layer exhibiting a lower dislocation density than that of the templates used owing to the dislocation blocking and bending effects. In addition, transmittance indicated that the band-gap of the materials was shifted to achieve the theoretical value. Impurities levels related to Al-O complexes as well as Al vacancies were decreased with the nanostructure. Raman spectra examinations indicated that the strain in the AlN layer grown on the nanopillar was relieved.

REFERENCES

1. Hideki Hirayama, Phys. Status Solidi C6, No. S2, S356-S359, (2009).

P2-G1-7 Effect of Additives on Sintering of $\text{Ca}(\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_{3-\delta}$ Ceramics and its Resistivity

첨가제가 $\text{Ca}(\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_{3-\delta}$ 세라믹스의 소결 및 비저항에 미치는 영향

김신^{1*}, 이승훈², 권순호¹, 윤상욱¹

¹강릉원주대학교

²(주)대양신소재

정전기방전(electro-static discharge, ESD)에 의한 분체의 유도성 폭발, 도장 시 화재, 제품의 파괴 등의 피해가 전 산업에 걸쳐서 일어나고 있지만, 피해를 줄이기 위한 대비나 연구는 미흡한 실정이다. 이에 정전기제거용 재료로서 반도체 세라믹재료가 개발되고 있다. 본 연구에서는 전도성 산화물인 CaMnO_3 의 Mn자리에 Ti를 치환고용한 $\text{Ca}(\text{Mn}_{1-x}\text{Ti}_x)\text{O}_{3-\delta}$ 세라믹스를 제조하였다. Ti함량이 높아질수록 소결온도는 1225°C 에서 1350°C 로 높아지는 결과를 나타내었으며, 비저항은 $2.53 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 에서 $9.75 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 으로 높아졌다. 용점이 낮은 화합물을 첨가하여 $\text{Ca}(\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_{3-\delta}$ 세라믹스(비저항: $2.74 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$)의 소결온도의 변화를 관찰하였다. 여러 화합물 중에서 LiF , B_2O_3 , LiVO_3 , $\text{Bi}(\text{Li}_{1/2}\text{V}_{1/2})\text{O}_3$ 가 $\text{Ca}(\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_{3-\delta}$ 세라믹스의 소결온도를 낮추는데 효과적인 것으로 나타났으며, 이들 화합물을 각각 첨가하는 경우에 소결온도가 $150 \sim 200^\circ\text{C}$ 정도 낮아지는 결과를 나타내었다. 또한, 이들 화합물을 첨가한 소결체의 비저항은 $2.82 \times 10^4 \sim 9.00 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 의 값을 나타내어서 정전기 제거용 반도체 세라믹스로 응용이 가능할 것으로 판단된다.

P2-G1-8 Heat Transfer Characterization of F-doped SnO_2 Thin Film Fabricated by Spray Pyrolysis Deposition Method

분무 열분해 증착 방법으로 만들어진 F가 도핑된 SnO_2 박막의 전열특성 평가

이정욱^{1*}, 김보민¹, 하정민¹, 이성민¹, 박성환¹, 류도형²

¹솔라세라믹

²서울과학기술대학교

FTO (fluorined doped tin oxide) 박막은 염료형태양전지의 전극, OLED의 전극, 발열유리의 저항체, Low-E 유리의 적외선 차단코팅으로 널리 활용되고 있다. 본 연구에서는 F가 도핑된 SnO_2 박막을 제조한 뒤 annealing과 dip-coating을 적용한 박막의 전열특성에 대하여 연구를 진행하였다. FTO (fluorined doped tin oxide) 박막에 전극을 소부하여 전압을 인가하면 발열체로써의 성질을 가지게 되는데, FTO박막의 특성별로 sample을 선정해 abnormal, annealing, SiO_2 top cover layer로 sample을 나누어 각 sample의 물

성과 Heating performance를 분석해 보았다. 전극을 소부하여 전압을 인가하였을 때 각 저항대 별 sample의 따라 다른 거동을 나타낸다. 이때 각 sample의 heating performance를 살펴보면 온도가 상승함에 따라 대기 중의 산소와 접촉하여 전류의 거동이 바뀌는 곳을 확인 할 수 있었는데, 이로 인하여 박막표면의 열화가 발생하며 여러 가지 defect들이 형성되는 것을 확인하였고, 이에 주목하여 annealing을 통해 강제 산화시킨 sample과 barrier coating을 통해 발열체와 산소를 차단한 sample들을 비교하였다. annealing은 500°C 에서 진행 되었으며, barrier layer는 산소에 의한 박막의 물성 변화와 박막의 열화를 방지하기 위해 SiO_2 를 발열체 위에 coating 하여 각 sample 별 heating performance를 비교하였다.

P2-G1-9 Morphological Effect of Second Phase on High Temperature Thermal Conductivity and Volume Resistivity of Lime Glass- Y_2O_3 - CaCO_3 - Sm_2O_3 System AlN Ceramics

2차상의 형상이 Lime glass- Y_2O_3 - CaCO_3 - Sm_2O_3 제질화알루미늄 세라믹스의 고온 열전도도 및 체적저항에 미치는 영향

김시연^{1*}, 여동훈¹, 신평순¹, 윤호규²

¹한국세라믹기술원

²고려대학교

질화알루미늄은 반도체 제조장비중에서 세라믹히터를 이루는 가장 핵심적인 소재이다. 이 세라믹 히터가 올바르게 작동하기 위해서는 600°C 이내의 높은 작동 온도에서도 높은 저항특성이 요구된다. 본 연구에서는 AlN에 소결조제인 Y_2O_3 , CaCO_3 를 첨가하고 2차상의 미세구조를 제어하기 위해 Sm_2O_3 를 1-5 wt% 첨가하여 서로 다른 미세구조를 가지는 AlN 복합체를 제작하였다. 고온에서 고저항 특성을 구현하기 위해 모 조성에 lime glass를 첨가하고 1850°C 범위에서 소결하여 이들의 고온 열전도도와 체적저항 등을 비교분석 하였다. 그 결과, 2차상의 미세구조는 Sm_2O_3 함량이 증가함에 따라 고립형태에서 연속적인 형태로 발달 하는 경향성을 보였다. 이때, glass를 첨가한 경우의 밀도가 3.33 g/cm^3 으로 첨가하지 않았을 때보다 2% 높게 측정되었다. 열전도도의 경우는 글라스를 첨가한 경우 100 W/mK 이하로 첨가하지 않았을 때보다 약 60 W/mK 감소하였다. 하지만, 체적저항의 경우는 600°C 에서 $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 으로 2자리 수 이상 크게 증가하였다. 이러한 경향은 glass 함량이 증가함에 따라 2차상의 액상량이 증가하여 포논이 산란되기 때문인 것으로 사료된다.

P2-G1-10 Thermoelectric Transport Properties of Au Nanodot-Embedded Bi₂Te₃ Nanotube Composites

Au Nanodot-Bi₂Te₃ Nanotube 복합체의 열전특성

이은실^{1*}, 김중영¹, 심우영²

¹한국세라믹기술원

²연세대학교

Herein, we report on a scalable synthesis of Au nanodot (Au-ND)/Bi₂Te₃ nanotube (BT-NT) nanocomposites by the bottom-up synthesis of hybrid raw materials and subsequent spark plasma sintering, and their thermoelectric properties were systematically compared with those of Au-doped Bi₂Te₃ compounds. The Au nanodots were included as seeds and co-crystallized in the crystal growth of BT-NTs, which were well-dispersed in the Bi₂Te₃ matrix as nanoinclusions (10–20 nm). The thermoelectric performance (ZT) of the Au-ND/BT-NT nanocomposite was found to be enhanced by ~67%, compared to pristine Bi₂Te₃ due to electron energy filtering and phonon scattering effects in the presence of embedded Au-NDs. The resulting compound showed an enhanced power factor ($23.0 \times 10^{-4} \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-2}$ @ 440 K, 27% improvement) and a reduced lattice thermal conductivity ($0.47 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ @ 440 K, 22% reduction). The peak ZT value of the present compound (0.95 @ 480 K) is larger than that of n-type single crystalline Bi₂(Te, Se)₃, which is one of the highest among the reported values for n-type Bi₂Te₃-based materials synthesized using a soft chemical route.

P2-G1-11 Electrical and Structural Characteristics of (Al, P) Co-doped ZnO Thin Films by RF-magnetron Sputtering

RF-magnetron sputtering법으로 증착한(Al, P) co-doped ZnO 박막의 전기적 및 구조적 특성

김창훈*, 신승학, 이준형, 허영우, 김정주

경북대학교

투명 전도 산화물(Transparent Conducting Oxides:TCOs)로 널리 알려진 ZnO는 wide bandgap(3.37eV)와 large exciton binding energy(60meV)값으로 인해 차세대 투명 전도 산화물, LED와 LD 소재로 각광받고 있다. ZnO는 Brower diagram로 보면 P_{O2}가 낮은 영역에서 주된 defect인 V_O와 Zn_i로 인해 n-type 특성을 나타내고, 이러한 native defect를 제어하는 것이 p-type ZnO를 제작하는 것에서 중요한 요점이 된다. 이 때 buffer layer를 사용하는 것이 많은 연구를 통해 제시되었고, buffer layer가 투명 전도 산화물의 p-type 특성을 향상시키는 것으로 알려져 있다. 또한 ZnO는 P_{O2}가 높은 영역에서는 V_{Zn}이 주된 defect가 되기 때문에 P_{O2}에 관련하여 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 RF-magnetron sputtering을 이용하여 c-plane sapphire기판 위에 다양한 증착온도의 ZnO buffer layer를 증착하고 그 위에 Al:P를 1:2, 1:4at%로 co-doping한 ZnO:(Al, P)를 증착하였다. ZnO buffer layer를 증착온도에 따라 분석하고, ZnO:(Al, P)가 어떤 영향을 받는지 관찰하였다. 이러한 박막을 XRD, phi-scan, pole-figure, Hall effect, AFM, FE-SEM, FE-TEM 그리고 XPS분석을 통해 미세구조와 물성을 관찰하였다. 본 실험을 통해 ZnO buffer layer를 사용하여 결정성을 높이는 것이 p-type 투명 전도 산화물 박막의 특성 향상에 영향을 미치고, P_{O2}가 p-type ZnO 박막에 미치는 영향을 확인할 수 있었다.

P2-G1-12 Research on Physical Property of Thermal Compound Containing Aluminium Oxide and Zinc Oxide with Various Size and Shape

다양한 입경 및 형상의 산화알루미늄(Aluminium Oxide) 및 산화 아연(Zinc Oxide)이 함유된 방열 재료의 특성 연구

이와정*, 주제욱, 장창국, 배범용
(주)영일프레이션

최근 자동차, 전기·전자 분야 등에서 사용되고 있는 전자 기기는 경량화, 박형화, 소형화, 다기능화가 추구하고 있다. 이러한 전자 소자의 고집적화로 발생하는 열은 핵심소자의 기능을 저하시킬 뿐만 아니라, 주변 부품의 오작동, 기판 열화 등의 원인이 되고 있어 방출 열을 제어하는 기술이 적용된 고방열 소재에 대한 많은 관심과 연구가 이루어지고 있다. 고방열소재를 위해 사용되는 필러로는 산화 알루미늄(Aluminium Oxide), 산화 아연(Zinc Oxide), 질화 알루미늄(Aluminium Nitride), 질화 붕소(Boron Nitride), 탄화 규소(Silicon Carbide)와 같은 세라믹 계열과 흑연(Graphite), 그래핀(Graphene), 탄소나노튜브(Carbon nanotube)와 같은 탄소 계열 등 높은 열전도도 특성을 가지고 있는 다양한 소재가 적용되고 있으며, 이를 이용한 많은 연구가 진행되고 있다. 그 중 금속산화물 필러인 산화 알루미늄(~30w/mk) 및 산화 아연(~60w/mk)은 비교적 높은 열전도도를 가지면서 상대적으로 가격이 저렴하고 절연성이 높아 방열그리스, 접착제, 시트 등 다양한 방열재료에 적용되고 있다. 이에 본 연구에서는 산화 알루미늄 및 산화 아연의 입자 크기 및 판상, 구상 등 형상을 다양화 시키고 혼합 적용하여 방열 컴파운드를 제조하였고, 열적, 기계적 특성을 연구하였다. 단일 크기의 필러를 사용하였을 때 보다, 입경, 형상을 적절히 혼합하여 사용할 때 고분자 수지 내 충전율이 높게 되어 더 높은 열전도도(2~3 w/mk)가 발현되는 것을 확인하였고, 절연전압 및 인장강도 등의 기계적 강도가 향상됨을 확인하였다.

P2-G1-13 Formation and Growth of Nano-crystallites in Amorphous SiC Thin Films Post-deposition Annealed by Microwave-assisted Heat-treatments

마이크로파 열처리에 따른 비정질 SiC 박막 내 나노결정 생성 및 성장

이상혁*, 김효한, 윤한솔, 조남익
인하대학교

Silicon carbide (SiC)는 넓은 광학적 밴드갭(~ 2.39eV), 화학적 안정성, 그리고 높은 열전도 등의 유익한 물성을 지니고 있다. 그러나 간접천이형 화합물로서 상온에서 낮은 발광효율을 나타낸다. 최근에 나노기술의 발달과 함께 SiC 박막을 특정한 기판 위에 증착시켜 수 nm 크기의 양자구조를 형성 시키면, 나노결정에 기인한 전자에너지 구조와 이에 상관된 발광특성이 나타난다. 하지만 기존의 가열방식으로 SiC 나노결정 생성시, 높은 온도 및 장시간의 공정 시간이 요구됨에 따라 산업계에서 이 기법을 활용하기에 어려움이 있다. 본 연구는 PECVD 기법을 이용하여 SiH₄ 가스와 H₂ 가스의 분율을 변수로 수소화된 비정질 SiC 박막을 제조하였다. 또한 마이크로파 전기로에서 온도 및 열처리 시간에 따른 박막의 나노구조 및 발광특성을 조사하였다. 나노구조 특성을 분석하기 위해서 XRD(Phillips, X'Pert PRO MRD) 및 TEM(JEOL, JEM2100F)기법을 사용하였다. 실험 조건에 따른 발광 특성의 변화를 확인하기 위해 PL(Dongwoo Optron, RAM Boss)기법을 사용하였으며, 특정한 열처리 조건에서 처리된 SiC 박막은 약 400~700nm에서 발광특성을 보였다. 열처리 온도 증가에 따라서 점진적으로 장파장대로 이동하였다. 마이크로파를 이용한 증착 후 열처리 시 800°C 이상의 온도에서 결정화가 있어났으며, 이는 기존에 발표된 가열식 방법에 비해서 200°C 이상의 낮은 온도이다. 본 연구에서는 마이크로파 열처리 조건에 따른 비정질 SiC 박막 내 나노결정의 생성, 성장 및 발광특성에 대한 상관관계를 고찰하였다.

P2-G1-14 Characteristics of Sb Doped ZnO Thin Films by Pulsed Laser Deposition

Pulsed Laser Deposition법으로 증착한 Sb doped ZnO 박막의 구조적, 전기적 특성

구한솔*, 허영우, 이준형, 김정주

경북대학교

투명 전도 산화물(Transparent Conducting Oxide, TCO) 중 ZnO는 3.37 eV의 넓은 band gap과 60meV의 큰 exciton binding energy로 인해 LED, LD 등의 소재로 각광받고 있다. ZnO와 같은 투명 전도 산화물은 dopant를 제어해서 n-type과 p-type을 모두 제조할 수 있다는 장점이 있다. ZnO의 경우에는 Zn interstitial과 O vacancy 같은 intrinsic defect로 인해 n-type의 특성을 나타낸다. 그렇기 때문에 p-type ZnO 제작에 어려움이 있으며, 다양한 doping 방법으로 intrinsic defect를 제어해 p-type 특성을 향상시키기 위한 연구들이 진행되고 있다. 본 연구에서는 Pulsed Laser Deposition법을 이용하여 c-plane sapphire 기판 위에 Sb doped ZnO 박막(Sb content = 2, 4 at. %)을 기판 온도(500, 550°C)를 달리하여 증착하였다. 산소분압은 200mTorr, 증착시간은 1시간으로 고정하였다. 증착된 박막의 구조적, 전기적 특성은 XRD, SEM, XPS, TEM, Hall measurement로 측정하였다. 모든 박막은 (002) 우선 배향으로 성장하였으며, 전기적으로는 p-type의 물성을 나타내었다. 그 중 500°C에서 증착한 4at% Sb doped ZnO의 박막의 resistivity가 $2.6 \times 10^1 \Omega\text{-cm}$ 로 가장 낮았다. doping된 Sb는 Sb^{5+} 가 Sb^{3+} 보다 더 많이 존재하였으며, 이를 통해 $\text{Sb}_{\text{Zn}}\text{-}2\text{V}_{\text{Zn}}$ complex가 acceptor로 역할을 하여 p-type 박막 형성에 영향을 준 것이라고 판단할 수 있다.

P2-G1-15 Highly Resistive YAG, AlN and $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ Ceramics with High Permittivity for Electrostatic Chuck

정전척에 대한 고저항, 고유전율 특성을 갖는 YAG, AlN, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ 세라믹 소재 개발

최기범^{1*}, 김중영¹, 이은실¹, 이성민¹, 윤대호²

¹한국세라믹기술원

²성균관대학교

ESC(Electrostatic Chuck) is an essential component in semiconductor and display manufacturing equipments. The ceramic part of the ESC should have high permittivity (> 12) and electrical resistance at high applied voltage ($R > E15 \text{ ohm cm}$, $@ > 100 \text{ V/mm}$).

For the development of ceramics having such properties, we prepared and analyzed YAG (Yttrium Aluminium Garnet), $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ and AlN (Aluminium nitride) ceramics with MgO, SiO_2 , TiO_2 and Y_2O_3 as sintering additives. As a result, we could obtain well-sintered ceramics with high dielectric constant and electrical resistance. The electrical resistance of the YAG, AlN, and $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ were measured to be 6.2 E15, 2.5 E15, and 5.1 E15 ohm cm, respectively. The permittivities of the YAG and $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ were measured to be >13 and > 11 , respectively. The electrical resistance of AlN ceramics was increased up to $>E11 \text{ ohm cm}$ at 573K by sintering additives.

P2-G1-16 Photovoltaic Effect in $\text{VO}_2/\text{BiFeO}_3$ Heterostructure

$\text{VO}_2/\text{BiFeO}_3$ 이종접합 구조에서의 광전효과

이준봉*, 최택집, 이호진, 김예원

세종대학교

Semiconducting ferroelectrics, which possess a spontaneous and switchable electric polarization with suitable band-gap, have recently attracted interest for photovoltaic applications. A large electric polarization can promote the desirable separation of photo-excited carriers. However, ferroelectric photovoltaic performances are often limited by poor conduction and unsuitable interface for realizing charge carrier separation. We fabricated $\text{VO}_2/\text{BiFeO}_3$ thin film by pulsed laser deposition. BiFeO_3 is ferroelectric material that has a band-gap ($\sim 2.7 \text{ eV}$) enable to harvest visible-light. VO_2 undergoes a first-order metal-insulator transition (MIT) at a critical temperature ($\sim 340 \text{ K}$). The transition involves drastic change in both electric resistivity and crystal structure. For $\text{VO}_2/\text{BiFeO}_3$ structure, photovoltaic performance is strongly sensitive to the phase transition of VO_2 . At room temperature, semiconducting VO_2 works as hole injection layer to increase photo charge carrier. Above the critical temperature, interfacial strain induced by MIT of VO_2 and photostructure of BiFeO_3 can affect the photovoltaic effect through the couple of strain and polarization. MIT material can provide a key to enhancing photovoltaic effect in oxide heterostructure.

P2-G1-17 Synthesis of Nanoscale Cubic Stabilized-zirconia Powders by Urea Hydrolysis

우레아 가수분해법을 이용한 나노크기 입방정 안정화 지르코니아 분말의 합성

음상철*, 이종국

조선대학교

입방정상 지르코니아는 고온에서 이온전도성이 우수하여 연료 전지, 산소펌프, 산소센서 등에 널리 이용되고 있다. 입방정 지르코니아 소결체를 우수한 고체 전해질로 사용하기 위해서는 우수한 전기전도도 외에도 치밀 소결체를 제작하여야 한다. 이에 따라 나노크기, 단분산 입도분포, 응집 억제 및 높은 표면적을 갖는 고품질의 입방정 안정화 지르코니아 분말을 합성하는 것이 가장 중요하다. 본 연구에서는 우레아 가수분해법을 이용, 이트리아, 가돌리나, 스칸디아를 각각 안정화제로 고용된 나노크기의 입방정 안정화 지르코니아 분말을 합성하였다. 분말 합성 시 분말의 응집을 억제하기 위하여 가수분해 반응조건, 건조방법 및 분쇄방법을 조절하였으며, 합성 조건에 따른 분말의 활성도를 분석하였다. 입방정상 지르코니아 분말을 일축 가압 및 정수압에 의하여 성형한 후, 1450°C에서 2시간 열처리한 결과 치밀한 YSZ, GdSZ, ScSZ 시편이 제작되었다. 제조된 시편의 상분석, 미세구조, 전기전도도 측정을 통하여 고체전해질 물성을 측정한 후, 안정화제 종류에 따른 분말 특성, 소결특성 및 전기적 특성을 조사한 후 비교 분석하였다.

and ethanol. Precursor sols were stirred at 80°C for 7 hrs in air. In order to evaporize organics in sol, prefiring was done at 300°C for 4 hrs in Ar, followed by final annealing at 900 ~ 1200°C for 4 hrs in Ar. The crystal structure, surface morphology, and powder size of the Er-doped CaY_2O_4 phosphors were analyzed by X-ray diffraction (XRD) analysis, scanning electron microscopy (SEM), and transmission electron microscopy (TEM). The emission intensity and life time were evaluated by absolute photoluminescence measurement system. Under 980 nm laser excitation, luminescence spectrum studies showed that the main red peaks and the minor green peaks of upconversion emissions were located at in range of 630~680 nm and 540~570 nm, respectively, corresponding to the transitions of $^4\text{F}_{9/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$ and $^4\text{S}_{3/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$ of Er^{3+} ions.

P2-G1-19 Effect of the Laser Annealing on the AlN Thick Film for Improvement of Thermal Properties

Laser 열처리가 AlN 후막의 열특성 향상에 미치는 영향

김유나^{1*}, 한병동¹, 안철우¹, 최종진¹, 김중우¹, 류정호¹, 윤은하¹, 박동수¹, 황건태¹, 김동용², 윤석영²

¹재료연구소

²부산대학교

최근 전자부품의 경박단소, 다기능화 및 고집적화가 가속화됨에 따라 열 밀도가 급속도로 높아지고 있으며, 이러한 열은 소자의 기능 저하, 수명 단축, 신뢰성 감소 등의 원인이 되므로 열 문제에 대한 대책이 시급하다. 현재 LED 패키지를 비롯한 다양한 발열 제품의 효과적인 열 방출을 위해 각 제품을 구성하는 소재들에 대해 방열 특성을 향상시키는 연구가 이루어지면서, 고열전도도 세라믹인 AlN은 효과적인 열 방출을 위한 방열 기관으로 주목받고 있다. AlN은 일반적으로 열 계면 소재인 TIM을 사용하여 금속 heatsink 위에 부착되게 되는데, TIM은 열전도도가 낮아 열 특성에 방해를 받는다. 본 연구에서는 금속 heatsink로 사용되는 Al 기판 위에 AlN을 직접 증착시켰으며, AlN 코팅층을 형성하기 위한 후막 공정으로는 상온분사코팅의 일종인 GSV(Granule Spray in Vacuum) 공정이 사용되었다. 또한 상온분사코팅은 치밀한 미세조직을 가지는 특징으로 인해 높은 열전도도를 얻는데 한계가 있으므로, laser를 통한 후막만의 열처리를 통해 미세구조를 제어하였다. 그 결과, 열처리를 진행한 후 시편의 열전도도가 증가함을 확인할 수 있었으며, AlN 코팅층의 두께가 증가함에 따라 열처리 효과가 더 크게 나타났다. 또한 TEM을 통해 열처리 전과 후의 미세조직의 변화도 비교 분석하였다.

P2-G1-18 Enhancement of Luminescence Efficiency of Erbium-doped Calcium Yttrium Nanocrystalline Phosphor

Erbium 이 첨가된 Calcium Yttrium 나노 결정 형광체의 발광 효율의 향상

전영선^{1*}, 이영환², 정주현³, 황규석¹

¹남부대학교

²전남과학대학교

³건양대학교

$\text{CaY}_2\text{O}_4:\text{Er}^{3+}$ nanocrystalline phosphor with crystal size of the order of 100~200 nm was prepared by chemical solution process. The rare earth ion, Er^{3+} , and CaY_2O_4 oxide were selected as a dopant and a host material, respectively. The starting materials used for sol fabrication were $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Er}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,

P2-G1-20 Growth and Characterization of (001)-oriented p-type SnO Thin Films using RF-sputtering

RF 스퍼터링을 이용한 (001) 우선배향 SnO 박막성장 및 특성평가

조광민*, 허영우, 이준형, 김정주

경북대학교

산화물 반도체 기반 상보성 금속산화물반도체(CMOS) 실현을 위한 중요한 이슈 중 하나는 p-채널 산화물 박막트랜지스터를 개발하는 것이다. p-type 산화물 반도체는 SnO, CuO(Cu₂O), NiO 등의 보고가 이루어지고 있다. 그중 SnO의 경우 금속 양이온의 s-orbital과 산소 음이온의 p-orbital이 hybridized orbital을 이루고, 이를 통해 valance band의 정공 conduction path를 제공한다. 따라서 일반적인 산화물에 비해 valance band의 분포가 공간적으로 고르게 분포하여 높은 정공 이동도를 기대 할 수 있다. 그러나 SnO는 열적 안정성이 낮고 화학적으로 준 안정상에 해당하므로 단일상을 얻기가 매우 힘들며, Sn-based oxide에서 쉽게 생성되는 Sn metal과 n-type SnO₂ 등의 2차상에 의해 p-type 특성이 저하된다. 최근 몇몇 그룹에서 SnO 박막의 단일상 합성에 관해 보고되었다. 하지만 현재 p-type SnO 박막은 low quality, random 배향, 낮은 박막 밀도 등에 의하여 뛰어난 전기적 특성을 나타내지 못한다. 만약 높은 밀도를 가지는 epitaxial 또는 (001) 우선배향을 가지는 high quality SnO 박막 합성에 성공 할 경우 전기적 특성의 향상을 기대 할 수 있다. 그러나 현재 highquality (001) 우선배향 SnO 박막에 관하여서는 명쾌한 연구 결과가 없다. 본 연구에서는 SnO 박막의 growth behavior를 알아보기 위하여 sputtering시 oxygen partial pressure를 조절 하였으며, 이를 통하여 성공적으로 (001) 우선배향 SnO 박막을 합성하였다. 이를 바탕으로 SnO 박막의 (001) 우선배향이 일어날 수 있는 model을 제시하고자 하였다. 마지막으로, (001) 우선배향 SnO 박막을 이용한 p-type TFT 제작 연구를 진행 하였다.

P2-G1-21 The Large Strain properties of Niobium doped 0.94(Bi_{1/2}Na_{1/2})TiO₃-0.06BaTiO₃ Piezoelectric Ceramics

Nb 첨가된 BNBT 무연압전세라믹의 거대 변형 특성 연구

최병열*, 조욱

울산과학기술대학교

Recently, the large strain of lead-free piezoelectric ceramics has been studied as an important smart material. Nb-doped 0.94(Bi_{1/2}Na_{1/2})O₃-0.06BaTiO₃ (BNT-6BT) ceramics were investigated in terms of the crystal structure, electric field-induced strain (EFIS), dielectric properties and piezoelectric properties. Niobium doping has no remarkable effect on the crystal structure and microstructure. Up to 5 mol% niobium can dissolve into the lattice of BNT-6BT ceramics, and the crystal structure was not changed. However, a significant change is caused in dielectric and piezoelectric properties according to the temperature change. With increasing niobium content, ferroelectric to relaxor phase transition temperature was clearly shifted to lower temperature. Besides, coercive field (E_c) was decreased and piezoelectric constant was increased. This fact shows that niobium occupies B site of a perovskite and behaves as a donor generating A-site cation vacancies. The EFIS was significantly enhanced and reached value of $S_{max}/E_{max} = 750$ pm/V. The BNT-6BT ceramics will be interesting for applications in the smart devices using lead-free piezoelectric ceramics.

P2-G1-22 Development of Photosensitive Silver Paste for a Fine Pattern of less than 20 μ m

20 μ m이하의 미세패턴 구현을 위한 감광성 은 페이스트 소재 개발

박시영*, 박성대, 양현승

전자부품연구원

전자제품에 사용되는 세라믹 적층 부품은 지속적으로 고용량화, 소형화가 진행되어 왔으며, 특히 스마트폰에 다량 사용되면서 이에 대한 요구가 더욱 심화되고 있다. 노이즈 방지 부품인 Common Mode Filter의 경우, 전극 선폭이 20 ~ 30 μ m의 미세한 수준으로 양산이 진행되고 있으며, 최근에는 20 μ m 이하의 선폭까지 양산에서 요구되고 있는 상황이다. 이에 본 연구에서는 바인더의 산가, 수산기 함량, 분자량에 따른 변수 조절을 통한 해상도 및 잔사 여부에 대한 이론적인 접근과 선폭 15 μ m 구현을 위한 감광성 유기소재의 조합을 소개한다.

P2-G1-23 Surface Treatment Inorganic Material for Fabrication Inorganic-organic Hybrid Photo-curing Prism Sheet

표면처리한 무기물을 사용한 무기-유기 하이브리드 광경화 프리즘 시트 제작

김태훈*, 이민영, 양현승, 박성대

전자부품연구원

디스플레이의 프리즘 시트는 디스플레이 BLU(Back light unit)의 휘도를 향상하는 목적으로 사용된다. 이 프리즘 시트의 주재료는 고굴절률을 갖는 광경화형 아크릴레이트 레진이며, 수지 단독으로 구현하기 어려운 높은 굴절률을 구현하기 위해 고굴절 유기 아크릴레이트에 고굴절의 무기 나노입자를 혼합하여 높은 굴절률의 유기-무기 복합재료를 얻고자 한다. 이를 위해 633 nm에서 2.15의 굴절률을 갖는 ZrO_2 에 고굴절 유기 아크릴레이트를 혼합하여 유기-무기 복합재료를 제조하고자 한다. 하지만 ZrO_2 자체만으로는 유기 아크릴레이트와 균일 혼합이 어렵다. 이를 해결하기 위해 무기물인 ZrO_2 에 표면처리를 하여 유기 아크릴레이트와 결합을 용이하게 하고자 한다. 또한 이렇게 제조한 무유기 하이브리드 용액을 사용하여 프리즘 시트를 제작하고 그 특성을 보고자 한다.

스팅 모듈에 캔틸레버 형태의 압전 에너지 하베스터 8개를 동시에 장착할 때, 캔틸레버를 모듈에 고정시켜주는 가이드 링을 일체형과 개별형으로 변화를 주었다. 일체형으로 디자인하여 캔틸레버에 동일한 응력을 인가하였을 때와 개별형으로 디자인하여 각 캔틸레버에 최적의 응력을 가했을 때 압전 에너지 하베스팅 모듈의 발전 효율에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

P2-G1-25 Phase Transitions and Temperature Dependence of Piezoelectric Properties in BiFeO₃-BaTiO₃ Ceramics

BiFeO₃-BaTiO₃ 세라믹스의 상전이 및 압전 특성의 온도 의존성

김대수^{1*}, 천재일¹, 김빛찬¹, 한승호², 강형원², 김정석¹

¹호서대학교

²전자부품연구원

최근 국제적으로 환경문제에 관심이 커지면서 기존의 연계 압전 재료를 무연계 압전 재료로 대체하기 위한 노력이 이루어지고 있다. (Bi, Na)TiO₃, (Na, K)NbO₃, 비스무스 화합물 등의 많은 무연계 압전 재료가 연구되어져 왔으며, 그 중 BiFeO₃-BaTiO₃ (BF-BT) 세라믹스는 능면체 (Rhombohedral) 구조와 의사입방체 (Pseudo-Cubic) 구조의 상 경계 조성(~0.3BT)에서 좋은 강유전성과 압전 특성을 갖는 것으로 알려져 있다. BF-BT의 압전 특성은 400°C 이상까지 유지된다고 보고되어 왔으며, 이러한 고온 안정성으로 인하여 BF-BT는 자동차 엔진의 연료 분사기 같은 고온에서 작동되는 고온용 압전 디바이스에 적용될 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 BF-BT의 압전 특성이 사라지는 온도에 대한 많은 연구 결과들이 서로 잘 일치하지 않고 있으며, 온도에 따른 유전특성의 변화도 아직까지 논란이 되고 있다. 이번 연구에서는 상 경계 근처 조성(x~0.3)의 (1-x)BF-xBT 화합물을 일반적인 세라믹스 제조 공정으로 제조하여 X-선 회절분석과 주사 전자 현미경을 사용하여 결정구조와 미세구조를 분석하였고 임피던스 측정기를 사용하여 상온에서 주파수 의존 유전상수와 유전손실을 측정하였다. 소결 시편을 120 °C에서 3~6kV/mm 전기장을 20분간 인가하여 분극시킨 후 공진법으로 전기 기계 결합계수(kp)와 압전 상수(d33)를 측정하였다. 상온부터 700도까지 온도변화에 따른 유전율과 전기기계결합 계수의 변화를 관찰하였다. BF-BT의 압전 특성의 온도 의존성을 결정구조의 변화를 고려하여 논의하고자 한다.

P2-G1-24 A Study on the Optimization of Piezoelectric Energy Harvesting Module

압전 에너지 하베스팅 모듈의 최적화

조유리*, 강형원, 한승호, 김대수

전자부품연구원

에너지 부족 문제가 대두되면서 주변에 버려지는 에너지를 재활용하려는 에너지 하베스팅 기술이 많은 관심을 받고 있다. 여러 가지 주변 에너지 중에서 진동을 이용한 압전 에너지 하베스팅은 지속적이고 안정적인 전력 수확이 가능하고, 이를 이용하여 USN(Ubiquitous Sensor Network)구동에 필요한 충분한 에너지를 공급할 수 있다는 측면에서 응용가능성이 높은 것으로 알려져 있다. 압전 에너지 하베스터의 발전 효율은 하베스터의 폭, 길이, 무게 추 등의 구조와 연관이 깊다는 연구결과가 보고되고 있다. 그러나 여러 개의 압전 에너지 하베스터가 장착된 모듈에서는 구조적인 변수뿐만 아니라 모듈의 디자인에 따라라도 동일한 환경에서 발전 성능의 향상을 도모할 수 있다. 본 연구에서는 에너지 하베

P2-G1-26 Fabrication of Photocurable Inorganic/Organic Composites for 3D Printing Application

3D 프린팅용 다기능성 유무기 복합소재의 개발

원준성^{1*}, 조용수¹, 이우성², 박성대², 양현승²

¹연세대학교

²전자부품연구원

최근 3D 프린팅 기술을 이용하여 다양한 형태의 착용형 제품을 생산하려는 시도가 활발히 진행되면서 3D 프린팅용 소재도 주목을 받고 있다. 특히, 여러 3D 프린팅 소재 중에서도 광경화형 고분자 소재는 우수한 성형성 때문에 많이 쓰이고 있지만, 기존의 광경화형 고분자 소재는 내열성, 표면경도, 찢김강도, 다양한 전자기적 기능 등이 부족하다는 단점이 있다. 본 연구에서는 광경화형 우레탄 소재에 전도성 패턴 형성 및 내열성 강화 등을 위해서 다기능성 세라믹 필러를 첨가하였고, 이를 3D 프린팅용 유무기 복합체 소재로 활용하였다. 특히, 3D 프린팅용 유무기 복합체의 물성 극대화를 위해서 세라믹 필러의 분산성을 향상시키고자 하였다. 이를 위해서 세라믹 필러의 표면을 우레탄 소재와 친한 화학적 작용기로 표면개질하였다. 분산성이 향상된 세라믹 필러가 포함된 유무기 복합소재에서의 물성 향상 효과를 확인하기 위해서 유무기 복합체의 경화 특성 및 내열성 변화를 Photo DSC 및 TGA를 이용하여 평가하였다. 또한, 세라믹 필러를 도금활성입자로 활용함으로써, 3D 프린트된 유무기 복합체 조형물 표면에 도금과정을 통해서 전자제품에 응용가능성이 있는 전도성 패턴을 구현하였다.

were dependent on the ceramic content. NiTa₂O₆/PS composites showed the good dielectric properties (higher K and lower $\tan\delta$) among Ni-based ceramics/PS composites due to the higher K of NiTa₂O₆ and relative density of the composites. Several types of theoretical models were employed to predict effective K values for the composites and the predicted values were compared with experimental data. The relationships between the temperature coefficient of resonant frequency (TCF) and the crystalline fraction of the composites were also discussed.

P2-G1-28 Microwave Dielectric Properties of MgTa₂O₆, MgNb₂O₆, MgTiO₃/Polypropylene Composites

MgTa₂O₆, MgNb₂O₆, MgTiO₃/Polypropylene 복합체의 마이크로파 유전특성

전창준^{1*}, 김용수², 조정호¹

¹한국세라믹기술원

²경기대학교

The microwave dielectric properties of MgTa₂O₆, MgNb₂O₆ and MgTiO₃ (Mg-based) ceramics/polypropylene composites were investigated. The composites showed a good frequency stability on the dielectric permittivity (ϵ) and dielectric loss ($\tan\delta$) at a frequency range of 10⁷ Hz to 10⁹ Hz. The ϵ of the composites increased while the resonant frequency decreased with increasing ceramic content. The effective medium theory (EMT) model was employed to predict the effective dielectric permittivity of the composites and the predicted values were compared with experimental data. The resonant frequencies of the composites were in good agreement with theoretical values modified by the porosity of the composites. The frequency dispersion behaviour of the complex dielectric permittivity and temperature coefficients of resonant frequency (TCF) of the composites were also discussed.

P2-G1-27 Dielectric Properties of NiTa₂O₆, NiTiO₃, NiMoO₄/Polystyrene Composites at Microwave Frequencies

NiTa₂O₆, NiTiO₃, NiMoO₄/Polystyrene 복합체의 마이크로파 유전특성

전창준^{1*}, 김용수², 조정호¹

¹한국세라믹기술원

²경기대학교

Dependence of microwave dielectric properties on NiTa₂O₆, NiTiO₃ and NiMoO₄ (Ni-based) ceramic fillers of polystyrene (PS)-matrix composites was investigated. The composites showed a good frequency stability on the dielectric constant (K) and dielectric loss ($\tan\delta$) at microwave frequencies. The K and $\tan\delta$ of the composites

P2-G1-29 Microwave Dielectric Properties of Layered Ceramics/PTFE Composites

적층된 세라믹스/PTFE 복합체의 마이크로파 유전특성

전창준^{1*}, 김용수², 조정호¹

¹한국세라믹기술원

²경기대학교

The microwave dielectric properties of MgTa_2O_6 and MgMoO_4 /polytetrafluoroethylene (PTFE) composites with multilayer structures were investigated. For the 0-3 type composites, the dielectric constants (K), dielectric losses ($\tan\delta$), and temperature coefficients of resonant frequency (TCF) were dependent on the type and amount of ceramics. The $\tan\delta$ of the multilayered 2-2 type composites with 0.2 ceramic volume fraction was affected by the strain differences between different layers. The $\tan\delta$ of the mixed 0-3 type composites (with MgTa_2O_6 and MgMoO_4) was higher than that of the multilayered 2-2 type composites. This result is due to the porosity caused by the inhomogeneous dispersion of variously sized ceramic particles. Several theoretical models were employed to predict the effective K of the composites and were compared with experimental data.

P2-G1-30 Soft Magnetic Composites with Low Core Loss via Ceramic Layer Coating

양형우*, 이우성

전자부품연구원

Recent developments in powder metallurgy and more specifically in insulating ceramic layer coated powders have made iron (Fe) powder cores suitable for AC applications such as high-speed motors, compressors and other rotating devices. To obtain composites with good magnetic properties, the amount of ceramic materials should then be kept as low as possible while maintaining low core losses. Here, we have developed a superior Fe based soft magnetic composite (SMC) with low core losses. To reduce the eddy current loss, the conventional phosphate coating and additional ceramic materials were coated on the surface of iron powders and fabricated laminating cores which enabled stress relieving annealing at 400°C. Basic material characteristics and Magnetic properties of ceramic layer coated SMCs were examined by XRD, Raman spectra, and B-H analyzer. The core loss at 1 kHz for $B_m = 1$ T was 130W/kg, which was lower than conventional SMCs. These results show that our ceramic coating has enough heat resistance and adhesiveness to powder surface to obtain SMC with low core loss.

P2-G1-31 Study on Magnetic Properties of Mn-Zn Ferrite Thin Film Highly Permeability in High Frequency by Spin-spray Deposition

Spin-spray 합성법을 이용한 고주파수 대역 고투자율 특성의 Mn-Zn ferrite 박막 합성 및 자기적 특성에 대한 연구

남경진^{1*}, 양형우², 이우성², 남산¹

¹고려대학교

²전자부품연구원

Mn-Zn 페라이트는 전자 통신 분야에서 전원을 공급하기 위한 소자로서 응용되고 있으며, 높은 투자율과 낮은 손실의 특성을 가지고 있다. 그러나 현재 널리 사용되고 있는 벌크 형태의 페라이트는 스넬그 한계선 때문에 고주파수 대역에서 고투자율의 특성구현에 제약이 발생한다. 본 연구는 Spin-spray 합성법을 이용해 Polyimide 기판 위에 고주파수 대역에서 고투자율 특성의 Mn-Zn 페라이트 박막을 합성했다. Spin-spray 합성법은 100°C 이하의 낮은 온도에서 Mn-Zn 페라이트 합성이 가능하고, 열처리 등의 후속공정이 없는 특징을 가진다. Spin-spray 방법으로 합성한 Mn-Zn 페라이트 박막은 주상구조를 가지며, 고투자율 특성을 나타낸다. XRD, SEM등의 분석을 통해 스핀넬상의 균일한 박막이 주상구조 형태로 성장하였음을 확인하였고, Impedance analyzer를 이용하여 자기적 특성이 MHz 대역의 고주파수에서 $\mu' = 400$ 이상의 투자율 특성을 보였다. 이 연구를 통해 고효율의 전력변환 부품으로 응용이 가능할 것으로 기대된다.

P2-G1-32 Graphene based Composites using the Monomers as a Reducing Agent Application

전도성 고분자를 이용한 그래핀 복합체 합성 및 활용

서창욱^{1*}, 양우석², 김도훈¹, 최수연²

¹성균관대학교

²전자부품연구원

Graphene, a unique atom-thick two-dimensional structure of sp² carbon, has been the focus of significant interest in both academic and industrial fields because of its electronic, mechanical, and optical properties. With these intrinsic physicochemical advantages, graphene is an attractive material for a variety of applications such as energy storage, sensors, catalysis and biomedical scaffolds. Similar to graphene, graphene oxide (GO) obtained by exfoliation of graphite oxide, has a layer structure with oxygen functional groups on their basal planes and edges. Prior to its application, chemical reduction or thermal treatment of GO is required to improve its electrical performance, known as reduced graphene oxide (rGO). In this study, GO are readily reduced by monomer of conducting polymers(CPs) above room temperature in an aqueous acid medium, with CPs simultaneously undergoing oxidative polymerization to produce the rGO-CPs composites.

적이다. 따라서 본 연구에서는 산화 그래핀의 형상 및 크기를 빠르고 정확하게 측정하기 위하여 광학 현미경, 히팅 스테이지, 수증기 챔버로 측정 시스템을 구축하였다. 구축된 시스템을 이용하여 항온항습 조건에서 그래핀을 유지할 수 있으며, 광학기법을 통하여 산화된 그래핀의 그래핀 바운더리 영상을 획득할 수 있다. 획득된 영상을 영상처리하여 구리 그래핀의 결합을 가시화할 수 있으며, 이를 활용한 실시간 그래핀 검사 공정을 개발 중에 있다. 또한 그래핀의 결합을 치유할 수 있는 원자층 증착 기술을 검사 공정에 적용하여 그래핀의 검사와 결합치유를 동시에 진행하는 공정을 제안하고자 한다.

P2-G1-34 A Numerical Study on the Heat and Fluid Flow in the Module to Visualize Nano Thin-Film Defects

나노박막 결함 가시화 모듈 개발을 위한 내부 열유동 수치 해석 연구

정명희^{1*}, 박승현¹, 홍경표¹, 류태영², 김경훈², 최재봉², 김형근¹

¹전자부품연구원

²성균관대학교

탄소원자들로 구성된 저차원의 나노물질들 중 그래핀은 전기적, 기계적, 화학적 특성이 매우 안정적이고 우수한 전도성 물질로써 다양한 전자 디바이스 등에 이용될 수 있어 크게 주목 받고 있다. 특히 그래핀을 박막화시킨 그래핀 박막은 웨이퍼 기반이나 금속 기반을 통하여 대면적 합성이 이루어지고 있고, 전자소자 또는 전자기기로의 응용을 위해서는 합성된 그래핀 박막을 원하는 위치로 옮기는 이송 과정이 필수 공정이다. 그러나 그래핀 박막 이송 과정 후 지지박막의 잔류물들이 그래핀에 존재할 수 있으며, 이와 같은 잔류물들은 그래핀의 성능 저하를 유발시키는 단점이 있다. 따라서 그래핀을 응용부품에 적용하기 위해서는 그래핀 품질을 평가하는 것이 중요하며, 현재까지 SEM(scanning electron microscope) 또는 AFM(atomic force microscope) 등의 장비를 사용하여 미소 영역에 대해 품질을 측정하는 방법이 있다. 그러나 대면적에 대한 평가방법은 아직 없으며, 본 연구에서는 선택적 동박 산화를 통한 그래핀 박막 결함의 가시화 모듈을 개발하기 위하여 상용 CFD 코드를 이용해 모듈 내부의 열유동 해석을 수행 하였다. 열유동 해석 결과로 내부 유선 및 속도분포와 온도분포를 확인함으로써 그래핀 박막 결함 가시화 모듈의 성능 향상을 위한 개선방안을 제시 하였다.

P2-G1-33 A Study on the Graphene Defect Visualization by using Optical Method under Constant Temperature and Humidity Conditions

광학기법을 이용한 항온항습 조건에서의 그래핀 결함 가시화 연구

홍경표^{1*}, 박승현¹, 정명희¹, 류태영², 최재봉², 김경훈², 김형근¹

¹전자부품연구원

²성균관대학교

벌집구조의 탄소원자로 이루어진 그래핀은 기계적, 전기적, 열적 특성이 매우 뛰어난 물질로 다양한 분야에서 활발하게 연구가 진행되고 있다. 이러한 뛰어난 특성을 지닌 그래핀의 상업화를 위해서는 대면적, 대량생산 뿐 아니라 정밀하고 신속한 측정이 필수

P2-G1-35 Electrical Properties of Ni-Mn-Cu-O Thin Films Prepared by Metal Organic Decomposition

금속유기분해로 제조한 Ni-Mn-Cu-O 박막의 전기적 특성

전창준*, 정영훈, 윤지선, 박운익, 백중후, 홍연우, 조정호
한국세라믹기술원

The electrical properties of $[(\text{Ni}_{0.2}\text{Mn}_{0.8})_{1-x}\text{Cu}_x]\text{O}_4$ ($0.25 \leq x \leq 0.4$, NMC) thin films were investigated as a function of Cu content. The NMC thin films were fabricated by the metal organic decomposition. A single phase of cubic spinel structure was confirmed for the all films annealed at 450°C for 15 h. The annealed NMC films showed a negative temperature coefficient of resistance (NTCR) characteristics. The resistivity and TCR at room temperature of the annealed NMC films were dependent on the Cu content. These results could be explained by the microstructure and electron hopping mechanism. Typically, the resistivity of 19.8 $\Omega\cdot\text{cm}$ and the TCR of -2.61 %/°C at room temperature were obtained for the films with $x = 0.3$ annealed at 450°C for 15 h, which could be applicable to IR absorbing materials of microbolometer.

P2-G1-36 Effect of Plasma Treatment on Electrical Properties of Spinel Thin Films for Microbolometer Application

마이크로볼로미터 용을 위한 스피넬 박막의 전기적 특성에 미치는 플라즈마 처리의 영향

전창준*, 정영훈, 윤지선, 박운익, 백중후, 홍연우, 조정호
한국세라믹기술원

The electrical properties of $\text{Ni}_{0.63}\text{Mn}_{1.47}\text{Cu}_{0.9}\text{O}_4$ thin films prepared by the metal organic decomposition were investigated. The annealing temperature of the thin films was effectively reduced to 400°C by the plasma surface treatment. A single phase of cubic spinel structure was detected for the annealed films. The annealed films treated by O_2 plasma showed the lower values of resistivity and temperature coefficient of resistance (TCR) than the annealed films treated by H_2 plasma. These results could be attributed to the grain size and ratio of Mn^{3+} and Mn^{4+} . This would be enable integration of the functional material on standard complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) read-out circuitry, which typically tolerates temperatures $\leq 450^\circ\text{C}$ for uncooled microbolometer applications.

P2-G1-37 The Mechanical Property Improvement using Preparation of Flexible Silica Aerogel

유연 실리카 에어로겔 형성을 통한 기계적 특성 향상

이규연*, 정혜누리, 박형호
연세대학교

Silica aerogel is a porous material. It has low thermal conductivity due to small pores in the material. Because of low thermal conductivity, it has a large potential of thermal insulating material for electric devices. However, silica aerogel has poor mechanical strength. It can be easily broken with low level strength of shock. Due to poor mechanical strength, silica aerogel's application is limited despite of excellent property. In this study, the poor mechanical strength of silica aerogel is improved through defect structure. The methyl groups in the precursor induced less polymerization of silica matrix. And the less polymerization make flexible structure of silica. By improving of mechanical property of silica aerogel, the application of silica aerogel is extended. This useful properties can be applied inside of electric devices for preventing of thermal transfer.

P2-G1-38 Thermoelectric Properties of ZnO Thin Films with Au Nanoparticles Incorporated Mesoporous Structure

Au 나노입자 첨가 및 역마이셀 메조포러스 구조 적용에 따른 ZnO 박막의 열전특성 연구

조유성*, 홍민희, 박형호
연세대학교

To enhance the thermoelectric properties, high electrical conductivity and low thermal conductivity are essential. In this work, to increase the electrical conductivity, Au nanoparticles (NPs) were adopted in mesoporous ZnO structure by using evaporation-induced self-assembly (EISA) process. And, reverse micelle structured surfactant and co-solvent system were applied to distribute Au NPs in pore structure. An interaction between PEO chain in surfactant and hydrophilic ligand of Au precursor improved a distribution of Au NPs in co-solvent system. The electrical conductivity of Au NPs incorporated mesoporous ZnO thin films was increased due to the surface plasmon effect of Au NPs. Mesoporous ZnO composite thin film containing 1 at. % Au NPs has 5 times higher electrical conductivity when compared with pristine mesoporous ZnO thin film.

P2-G1-39 Synthesis and Physical Properties of TPOS-based Silica Aerogels Prepared by Two Step Sol-gel Process

2단계 졸겔법으로 만들어진 TPOS 기반 실리카 에어로겔의 물성 분석 및 합성

이규연*, Vinayak, 정혜누리, 한우제, 박형호

연세대학교

Poly-4-vinylphenol (PVPh) has been considered as a dielectric and the highest mobility in development of organic thin film transistor (OTFT). Although high mobility, OTFT with PVPh as the dielectric exhibits a leakage current behavior that leads to raise up the threshold voltage according to the gate-source voltage. The synthesis of nanocomposite can be used to combine the desirable high dielectric constant of nanoparticles with low leakage current density of polymers. The varying content of PbO nanoparticle within the PVPh polymer matrix was synthesized, and the effects of this variation upon the properties of resulting nanocomposite films were studied, including the properties of surface morphology, surface bonding state, and dielectric characteristic. The addition of PbO nanoparticles was found to suppress the absorption of moisture on the surface of nanocomposite, although it increased surface roughness, owing to the agglomeration and particulation of PVPh arising from an anchoring effect of the nanoparticles.

high dielectric constant of nanoparticles with low leakage current density of polymers. The varying content of PbO nanoparticle within the PVPh polymer matrix was synthesized, and the effects of this variation upon the properties of resulting nanocomposite films were studied, including the properties of surface morphology, surface bonding state, and dielectric characteristic. The addition of PbO nanoparticles was found to suppress the absorption of moisture on the surface of nanocomposite, although it increased surface roughness, owing to the agglomeration and particulation of PVPh arising from an anchoring effect of the nanoparticles.

P2-G1-41 The Investigation about Electronic and Field Emission Properties of doped Single-wall Carbon Nanotubes

도핑된 단일벽 탄소나노튜브의 전기적 성질과 전계 방출 성질 연구

나하운*, Yue Wang, 박형호

연세대학교

Carbon nanotubes have been considered as one of the most promising materials to prepare the next-generation electronic devices due to its unique one-dimensional tubular structure, novel physical and chemical properties. However, before putting carbon nanotubes into practical application, its physical and chemical properties often need be modified to make it have the desired properties. Here, the field emission properties of alkali metal K doped (5, 5) capped single-walled carbon nanotubes (CNTs), and the structure, stability, and electronic properties of ultra-thin BC₂N nanotubes with different configurations have been investigated using first-principles theory. The research results shown the emission performance of (5, 5) capped CNTs doped with K can be enhanced due to the significantly decreased work function and band gap, and the increased HOMO and LUMO at its cap and LDOS near Fermi level. The original structures of BC₂N nanotubes were destroyed when it has parallel and helicoidally arranged modes of CNT and BNNT segments. The stability of BC₂N nanotubes is sensitive to both the number of B-N bonds and the arrangement modes of CNT and BNNT segments. The electronic properties (conductor or semiconductor) of BC₂N nanotubes, as well as the value of its band gap, can be tuned by varying the configurations of CNT and BNNT segments and the chirality of tube.

P2-G1-40 Synthesis and Characterization of PbO-Poly(4-vinylphenol) Polymer Nanocomposite

산화납-폴리비닐페놀 나노복합체의 합성 및 특성 분석

이규연*, 한우제, 강경문, 박형호

연세대학교

Poly-4-vinylphenol (PVPh) has been considered as a dielectric and the highest mobility in development of organic thin film transistor (OTFT). Although high mobility, OTFT with PVPh as the dielectric exhibits a leakage current behavior that leads to raise up the threshold voltage according to the gate-source voltage. The synthesis of nanocomposite can be used to combine the desirable

P2-G1-42 Nonequilibrium Doping Approach for Enhanced Piezoelectric and Imprint Behavior of PZT Thin Films without Post-poling Process

후 폴링 공정 없이 비평형 도핑방법을 이용한 PZT 압전 박막의 압전 특성과 imprint 특성 향상 연구

한찬수*, 박규식, 척홍제, 조아라, 김승원, 조용수
연세대학교

Enhanced piezoelectric and imprint behaviors of heavily Nb-doped Pb(Zr, Ti)O₃ thin films have been investigated in the extensive range of Nb content up to 14 mol% beyond the typical solid solubility limit of Nb for potential mobile sensor and energy harvesting applications. The positive effects by unusual nonequilibrium doping of Nb was realized by utilizing in-situ sputtering process that does not require subsequent annealing and poling procedure. Phase pure perovskite structure was obtained for the PZTN films even with doping up to 12 mol%. The piezoelectric properties as well as the hysteresis loop behaviors are all dependant on the sputtering condition and the type of electrodes. For the 12 mol% Nb-doping sample deposited on Ir/TiW/SiO₂/Si substrates at a temperature of 660 °C without an additional annealing and poling step, the maximum effective transverse piezoelectric coefficient of 11.86 C/m² with the largest polarization shift of 3.97 kV/cm was obtained. Enhanced those piezoelectric and imprint behaviors are explained on the basis of piezoresponse force microscopy (PFM) data associated with ferroelectric domains.

P2-G1-43 Impedance Behavior of Carbon Conducting Networks in Insulating Rubber Matrix

절연고무매트릭스에서 카본전도네트워크의 임피던스 양상

TRAN THI HUYEN TRAN^{1*}, Chang-Seok Ryu²,
Young Jun Seo², Sun Jung Kim², Do-Il Kim²,
Gon Seo², 이종숙¹

¹전남대학교

²Mirae SI Co. Ltd

Percolating carbon conduction network is not only a long-time pursued scientific topic but also becomes more and more technologically important. Yet no established diagnostic tool is available. A simple two-wire transmission line (TL) model with

symmetric boundary condition is suggested as working equivalent circuit model for the percolating carbon network in the insulating matrix such as polymer materials [Shin et al., Polymer, 54 (2013) 999]. In this work we characterized various rubber-carbon composites. Dielectric relaxation behavior with conductivity proportional to ~ 0.6 was universally observed. With a high amount of carbon content two impedance components are distinguished where the low frequency component for percolation tends to switch on with a lower AC level but switch off with a higher AC level. There are also large sample-by-sample and temporal fluctuations in percolating behavior.

P2-G1-44 Growth of Single Crystals of Lead-Free Piezoelectric Materials by Solid State Crystal Growth and their Characterization

J.G. Fisher^{1*}, Eugenie Uwiragiye¹, SUN HENGYANG¹,
Umer Farooq¹, 문수현¹, 이종숙¹, 한형수², 조옥²

¹전남대학교

²울산과학기술대학교

Ceramics based on (K_{0.5}Na_{0.5})NbO₃ and (Na_{0.5}Bi_{0.5})TiO₃ are leading candidates to replace lead-based piezoceramics such as Pb(Zr, Ti)O₃. Recent advances in merging the rhombohedral-orthorhombic and orthorhombic-tetragonal phase transitions of (K_{0.5}Na_{0.5})NbO₃ have resulted in materials with properties comparable to PZT, while (Na_{0.5}Bi_{0.5})TiO₃-based ceramics show large electric-field induced strains. To improve the piezoelectrical properties yet further, single crystals can be used. In this work, the solid state crystal growth technique is used to grow single crystals of (0.97-x)K_{0.48}Na_{0.52}NbO₃-Bi_{0.5}(Na_{0.7}K_{0.2}Li_{0.1})_{0.5}ZrO₃-x(Bi_{0.5}Na_{0.5})TiO₃ and 0.96(Na_{0.5}Bi_{0.5})TiO₃-0.04CaTiO₃. This technique uses conventional ceramic processing equipment and is suitable for growth of single crystals of complex composition. Ceramic powders are prepared by the mixed oxide method. Seed crystals of KTaO₃ and SrTiO₃ are embedded in pellets of the powder and sintered. Single crystals of the ceramic powder composition grow onto the seed crystals. The microstructure of the single crystals and surrounding ceramic matrix is examined using scanning electron microscopy. The structure of the single crystals and the surrounding ceramic matrix is studied using micro-Raman scattering. The dielectric, ferroelectric and piezoelectric properties are also measured.

P2-G2-1 Design and Synthesis of Hollow Nanostructures for Li Ion Batteries

커켄달 확산 원리로 제조된 나노 중공 구조 용접 분말의 합성 및 전기화학 특성 연구

박진성^{1*}, 조중상², 강운찬¹

¹고려대학교

²충북대학교

The development of high energy lithium ion batteries is necessary for application in portable electronics and electronic vehicles. Hollow nanostructures with large specific area can accommodate volume change caused by lithiation and delithiation when applied as anode materials for lithium ion batteries. However, hollow structured materials exhibit low energy density due to small packing density. To overcome the problem, we synthesized hollow aggregate powders consisting of nanosized hollow particles. Transition metal oxide-polymer composite powder synthesized by spray pyrolysis process went through two-step heat treatment. Nano metal particles obtained by the first heat treatment in reducing atmosphere was then oxidized to form hollow aggregate powder constituted of hollow nanoscale transition metal oxide particles. The synthesized powder was then applied as anode materials for lithium ion battery and its electrochemical performance was studied.

P2-G2-2 Control of Optical Bandgap in doped Bismuth Titanates by Oxygen Reduction

비스무스계 산화물의 산소 함량 변화를 통한 광특성 변화 연구

박정용^{1*}, 김상모¹, 한준영¹, 안현지², 이상한²

¹가천대학교

²광주과학기술원

The wide bandgap of complex oxide are one of major obstacles that limits the use of these materials as the photovoltaic cells. To tune the bandgap of complex oxides, we investigate effects of chemical /oxygen vacancy doping on the $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ based oxides synthesized by solid reaction method. Structural, optical and

electrical properties of synthesized powers were determined by using x-ray diffraction, scanning electron microscopy and ultraviolet-visible spectroscopy, resistant measurement. We observed that both doping, chemical doping and oxygen doping could be effect on the tunability of bandgap. However, we found that the reduction of bandgap from oxygen vacancy doping was much more significant with chemical doped sample than without chemical doping. As a result, 2 stage doping combining chemical and oxygen vacacany doping to La doped bismuth titanate, we could narrow down the bandgap of La doped bismuth titanate from 2.75eV to 1.2 eV without symmetry breaking.

P2-G2-3 Electrochemical Properties of Porous Metal Oxide Nanofibers Prepared by Electrospinning

전기방사 공정을 통해 합성된 다공성 금속 산화물 나노 섬유의 전기화학적 특성

김정연*, 강운찬

고려대학교

리튬이차전지의 고용량, 고출력 특성에 맞춰 리튬 이차전지용 음극 소재에 관한 연구가 기존의 탄소 재료 이외의 소재에 대해서 활발히 이루어 지고 있다. 니켈 산화물, 코발트 산화물, 철 산화물 등의 금속산화물의 연구가 활발히 이루어지고 있는데, 금속산화물 들은 흑연계 재료의 용량의 세배가 되는 고용량 특성을 가지고 있다. 현재 넓은 표면적과 짧은 확산거리의 특성을 가지고 있는 여러 나노크기의 재료들이 리튬이온전지에 성공적으로 적용되고 있으며, 그 중 나노 튜브, 나노 로드, 나노 와이어와 같은 1D 나노재료는 특이한 전기적특성을 갖는다. 특히, 중공체의 구조를 갖고 비 표면적이 넓은 구조 즉, fiber-in-tube, tube-in-tube 등은 리튬이온이 차전지에 많은 주목을 받고 있다. 이와 같은 형태의 재료를 합성 하기 위해서 template method, Kirkendall effect, multisite dissolution process와 같은 방법이 적용되고 있는데, 그 중 전기방사공정은 간단하고 다양한 fiber 형태의 재료를 합성 할 수 있는 공정으로서 공정 조건 제어를 통해 nanofiber, nanotube, nanobelt등의 구조를 합성 할 수 있다. 음극 활물질로 사용될 수 있는 몇몇의 금속산화물은 리튬과의 conversion 반응을 통해 매우 높은 가역용량을 갖는다. 그 중 산화철은 이론적 용량이 높고 가격이 낮고 친환경 적이어서 리튬이온전지의 음극활물질로서 주목받고 있는 물질이다. 본 연구에서는 다양한 구조를 갖는 fiber 형태의 산화철을 합성하였고, 구조 형성 메커니즘을 규명하였다.

P2-G2-4 Reduced Graphene Oxide Quantum Dots Sensitized TiO₂ Photo-electrode for Hydrogen Evolution via Solar Water Splitting

태양광 물 분해 수소 제조용 환원 그래핀 산화물 양자점/이산화티타늄 광전극

김현*, 양비룡
금오공과대학교

The environment over the world has been continuously contaminated because of green house gases such a byproduct of fossil fuel. CO₂ gas by combustion of fossil fuels exists either in atmosphere or in sea water. The temperature of earth may be more increased when the solubility of CO₂ gas in sea water has been saturated. Therefore alternative carbon free energy is significantly required for future. The hydrogen energy is promising candidate for carbon free energy. It has high energy density without carbon products after generating of energy. Conventional hydrogen evolution methods are steam reforming with metal catalysts and electrolysis of water. However, Hydrogen evolution process from reforming produces CO₂ gas. Also CO₂ gas is produced by electrical power generation for the electrolysis. Resulting of these problems has led that new evolution method using solar energy for hydrogen. Photo-catalytic water splitting for hydrogen evolution technique has been much attracted from early 1970 to until now. For this technique photo-catalyst used should have a narrow band gap for absorption of ultraviolet/visible/infrared region and photo-electrochemical stability to be an efficient system. The band gap of quantum dots can be tuned by changing sizes. But reported quantum dot materials are usually chalcogenide compounds that have undergone photo-corrosion. In this study, We have studied stable reduced graphene oxide quantum dots sensitized TiO₂ photo-electrode for hydrogen evolution via water splitting.

P2-G2-5 Surface Coating of LiCoO₂ with Li₂SO₄ for All-solid-state Lithium Ion Batteries using Li₂S-P₂S₅ Glass-ceramics

Li₂SO₄ 양극 활물질 코팅을 통한 Li₂S-P₂S₅ 고체 전해질을 사용하는 전고체전지 성능 향상

조문주*, 노성우, 박찬휘, 신동욱
한양대학교

In recent years, All-solid-state batteries using solid electrolytes have been attracted much attention as high safety batteries against conventional batteries using liquid-based electrolytes. Despite its safety, all-solid-state batteries generally suffers from large resistance because of interfacial resistance caused by direct contact between oxide cathode and sulfide electrolytes materials. Therefore, various lithium metal oxide materials were suggested as surface coating materials. On the other hand, lithium metal oxide materials have also sulfide oxide interface between coating and electrolyte materials. In this study, surface of LiCoO₂ were coated by Li₂SO₄ to reduce interfacial resistance between cathode and electrolyte interface. Different amounts of Li₂SO₄ were coated on surface of LiCoO₂ particles via solution method. Surface of LiCoO₂ were examined by SEM and The practical compositions between LiCoO₂ and Li₂SO₄ were analyzed by ICP-AES technique. Electrochemical behavior and cycle performance of all-solid-state cell using Li₂SO₄ coated LiCoO₂ were examined by impedance spectroscopy and cell tester.

P2-G2-6 Synthesis of Spherical Shape MnS-C Composite Powders and their Electrochemical Properties

구형 형상의 망가니즈 황화물 탄소 복합체 분말 합성 및 전기화학적 특성

전경민*, 강운찬
고려대학교

금속 황화물은 리튬이온 이차전지의 음극 활물질로 많은 연구가 진행되고 있다. 금속 황화물의 합성법은 매우 다양한데 그 중 분무 건조법은 구형의 금속 산화물, 또는 금속 산화물-탄소 복합체의 대량 합성에 용이하다. 그러나 금속 산화물의 황화 처리는 낮은 온도의 공정 때문에 단일 단계로 진행은 불가하다. 텍스트린의 분무 공정에서의 구조적, 전기화학적 특성에의 효과는 잘 알려져 있다. 본 연구에서는 분무 건조법으로 구형의 망가니즈 염-텍스트린 복합체를 합성하여 후 열처리를 통해 구형 형상의 망가니즈 황화물-탄소 복합체를 제조하며 같은 공정으로 합성한 망가니즈 산화물-탄소 복합체와 전기화학적 특성을 비교 분석하였다.

P2-G2-7 Electrochemical Properties of Metal Oxide-carbon Composite Powders with Yolk-shell Structure for Lithium Ion Batteries

난황 구조를 가지는 금속 산화물-탄소 복합체의 리튬 이온 전지 특성

주현석*, 강운찬

고려대학교

난황구조는 중공구조에 의한 구조적 안정성과 넓은 비표면적에 의한 높은 반응성으로 이차 전지, 가스 센서, 촉매 등 다양한 분야에서 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 최근 고용량의 리튬이온 이차전지 음극 활물질로 다양한 금속산화물이 주목받고 있는데 충방전에 의한 부피팽창에 의해 그 수명 특성의 한계에 부딪혀, 이를 완화 시켜 줄 수 있는 난황구조체 연구가 주목받고 있다. 일반적인 난황구조체 합성은 특유의 복잡한 구조로 인해 다단계 공정이 요구되어 분말합성에 어려움이 있다. 비정질 탄소, 그래핀, 탄소 나노튜브 등의 탄소 소재는 높은 전기 전도성을 가지고 있어 산화물-탄소 복합체에 적용 시 높은 율특성과 장주기 수명특성을 향상시킨다. 본 연구에서는 난황구조를 갖는 금속 산화물-탄소 복합체를 초음파 분무열분해법을 이용하여 단일공정으로 합성하였으며 이를 리튬이온 이차전지에 적용시켜 난황 구조의 뛰어난 장주기 수명 특성과 금속 산화물-탄소 복합체의 전기전도성으로 율특성을 향상시켰다.

하다. 특히, 1000°C 이상의 고온에서도 견디는 내열성 및 우수한 열적 안정성은 장점이라 할 수 있지만 물질에 기능을 부여하기 위한 구조의 변화나 표면개질 등에서 상당히 높은 에너지가 필요하기 때문에 뛰어난 장점임에도 불구하고 사용상의 한계를 가진다. 이에, 본 연구에서는 상대적으로 낮은 온도에서 전이금속 전구체의 산화반응을 이용하여 h-BN 표면을 etching하여 porous 형태의 표면을 형성하였다. 합침법을 통해 전구체 물질인 Co, Cu, Zn 성분들을 각각의 h-BN flakes에 담지 후, 전구체의 산화반응을 이용하기 위해 350°C에서 2시간의 열처리를 통해 표면을 etching하였다. 열처리과정에서의 산화반응 후, h-BN의 표면형상, 결정구조 및 비표면적 등의 물리적·화학적 분석을 하였다. AFM 분석으로 h-BN의 표면에 porous 형태로 etching된 형상을 보았고, 결정구조분석을 통해 각 전구체들이 산화물형태로 h-BN과 함께 존재하는 것을 알 수 있었으며, 기존 h-BN에 비해 산화반응 후 etching된 표면에 의해서 비표면적이 증가하는 것을 확인하였다.

P2-G2-9 Printing Technology of Planar Remote Phosphor Layers for White Light Emitting Diodes

백색 발광 다이오드를 위한 평판 리모트 형광체 층의 프린팅 기술

이태현*, 장진우, 김준식, 김유리, 이재운, 조용수

연세대학교

Planar remote phosphor in glass matrix for white light emitting diodes is considered as a promising method due to strong thermal stability. Here, we present yellow $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ silicate phosphor embedded glass thick films onto nanoscale textured glass substrate for high luminous efficacy as a nonconventional remote-phosphor layer. The planar remote phosphor layer was achieved by using the simple screen printing process of a paste consisting of yellow phosphor and a low softening point glass. By controlling the film thickness and location of the phosphor layer, a high luminous efficacy of $\sim 32 \text{ lm/W}$ at 200 mA was achieved at the optimal low temperature of 410 °C. A nanoscale textured substrate was prepared by a simple scrubbing process using sand papers. The enhanced luminous efficacy up to $\sim 16\%$ by controlling surface roughness of the substrate ($\sim 151 \text{ nm}$) was obtained, which resulted from the reduction of total internal reflection of rays at the glass-air interface. This work successfully demonstrates the potential of phosphor embedded glass thick film screen-printed onto nanoscale textured glass substrate for white light emitting diodes.

P2-G2-8 Etched Surface of Hexagonal Boron Nitride Using Transition Metal by Oxidation

전이금속 산화반응을 이용한 Hexagonal Boron Nitride 표면 etching

이민우^{1*}, 이희수², 정보라¹, 예보라¹, 한승윤¹, 김도현³, 김홍대¹

¹한국생산기술연구원

²부산대학교

³고려대학교

Hexagonal Boron Nitride(h-BN)는 B-N의 1:1 결합구조로 흑연과 유사한 육각 층상구조를 가져 매우 단단한 결합을 한다. 또한 6.0 eV에 가까운 높은 밴드갭 에너지를 가져 절연성을 띄는 h-BN은 밴드갭이 zero로 전도체인 흑연과 전기적 성질을 제외하고는 물리적 성질이나 뛰어난 내열성, 내화학성 등과 같은 특성들이 유사

P2-G2-10 Liquid-phase Sintering of Lanthanum Orthoniobate Proton Conducting Ceramics

J.G. Fisher*, Dieu Nguyen, 장서익, 김영관, 신경필, 양여현, 문수현, Pham Thuy Linh, 이종숙
전남대학교

Fuel cells based on proton conducting ceramic electrolytes have been receiving increasing attention as an alternative to ZrO_2 -based solid oxide fuel cells. Acceptor-doped BaZrO_3 has been extensively studied as a candidate proton conducting electrolyte for use in proton conducting solid oxide fuel cells. However, sintering Y-doped BaZrO_3 requires very high temperatures ($\sim 1600^\circ\text{C}$) and long times (up to 24 h) in order to reach high density. Rare earth orthoniobates such as acceptor-doped LaNbO_4 are also proton conducting. The sintering temperature of LaNbO_4 ($\sim 1500^\circ\text{C}$) is lower than that of BaZrO_3 but is still quite high. Lowering the sintering temperature would reduce production costs as well as allowing the co-firing of the electrolyte with the electrodes. CuO has been found to be an effective liquid-phase sintering aid for many ceramics. The purpose of this work is to study in detail the effect of CuO addition on the sintering behaviour and protonic conductivity of acceptor-doped LaNbO_4 . Powders of $\text{La}_{0.99}\text{Ca}_{0.01}\text{NbO}_{4-d}$ are prepared by the mixed oxide method. Powders with and without 1 mol % addition of CuO are sintered in the temperature range 950 - 1500°C for 5 hours. Sample density is measured by the Archimedes method. Samples with high density are examined using X-ray Diffraction and Scanning Electron Microscopy. The conductivity behaviour of samples with high density is studied using impedance spectroscopy.

P2-G2-11 Synthesis of Poly Carbosilane co-doped (Al, Hf) and Study on High Performance SiC Fibers Manufacture

(Al, Hf)이 복합 도핑된 폴리카보실란의 합성 및 이를 이용한 고성능 SiC섬유 제조에 관한 연구

배성근*, 신동근, 이운주, 이현명, 조광연, 김영희
한국세라믹기술원

본 연구에서는 SiC섬유의 전구체인 폴리카보실란에 각각 1.0 wt% 이하, 2.0 wt% 이상의 알루미늄과 하프늄을 복합도핑 하였다. 합성된 원료는 250 - 300°C 에서 용융 방사하여 섬유로 제조

한 후, 이를 산화 안정화를 거쳐 1800°C 이상 에서 열처리를 하여 SiC섬유를 제조 하였다. SEM, XRD, EDX분석을 통하여 알루미늄과 하프늄의 첨가량 및 방사 특성에 따른 섬유의 미세구조를 관찰 하였고, 소결 조건에 따른 섬유의 치밀화 거동 및 기계적 특성을 평가하였다. 1800 - 2000°C 에서 제조된 SiC섬유는 완전한 치밀화가 이루어 지지는 않았으나, SiC의 결정크기가 $100 \sim 200 \text{ nm}$ 였으며, 30 nm 의 결정크기를 갖는 HfC가 2차상으로 SiC 결정입계와 내부에 균질하게 분포하였다.

P2-G2-12 Tin Phosphide Compound as Alloy-based Anode Materials for Sodium-ion Batteries: A Facile Solvothermal Transformation and Na Storage Properties

소듐이온전지의 합금계 음극소재 주석-인 화합물 : 간단한 용매열 합성법과 소듐 저장 특성

신현섭^{1*}, 정규남², 김한성¹, 이종원²

¹연세대학교

²한국에너지기술연구원

Sodium (Na)-ion batteries (SIBs) have attracted considerable attention as a promising alternative to lithium (Li)-ion batteries (LIBs) owing to the low-cost and abundance of the Na source. Recently, there have been considerable studies on electrode materials for use in anodes of SIBs with a high specific capacity and cyclability. For the commercial success of SIB system, anode materials having a great performance should be proposed due to the anode materials present more of a challenge since commercial graphite has very low Na storage capacity. In particular, Sn and P-based materials have been examined as promising anode materials, and that have considerable potential to meet the required performance of SIBs. Here, we report Sn-P-based compounds synthesised *via* a facile solvothermal process and their electrochemical behavior as SIB anodes. The temperature and time period used for solvothermal condition play a crucial role in determining the phase and composition of the Sn-P compound and thus its electrochemical performance. The Sn-P compound synthesized under an optimised condition ($T = 200^\circ\text{C}$ and $t = 40 \text{ h}$) shows a high reversible capacity and excellent cycling stability as a result of its controlled phase and composition. We demonstrated that the solvothermal route provides an effective approach to synthesising Sn-P anodes with controlled phases and compositions, and its feasibility for use as SIB anodes.

P2-G2-13 Perovskite Solar Cells with Crater like Porous TiO_2 Layer Fabricated by Sol-gel Reaction

페로브스카이트 태양전지 성능 향상 위한 다공성 티타늄 이산화물 박막 연구

마선일*, 권혁찬, 이은송, 황혜원, 문주호

연세대학교

Organic-inorganic hybrid perovskite solar cell has attracted much attention due to their superb photovoltaic performance, high light absorptivity, and solution processability. Since the first reported on the 9.7% efficient solid-state perovskite solar cell in 2012, there have been extensive studies to develop high efficiency. As a result, the reported solar cell efficiency has reached over 20% with mesoporous layer of TiO_2 in 5 years. However, compared with simple planar structure, the fabrication method of mesoscopic structure necessarily involved the pre-synthesis for TiO_2 nanoparticles. This time consuming and tedious pre-synthesis step disturbs the commercialization of perovskite solar cell. Here, we investigate novel fabrication method of TiO_2 porous layer with combustion sol-gel chemistry. The combustion reaction accompanies gaseous by-product, which enables us to generate crater like TiO_2 porous layer without pre-synthesis step for TiO_2 nanoparticle. Crater like TiO_2 porous layer has the larger surface area compared with planar compact layer, so interfacial resistance and electron extraction property was significantly improved. Introducing crater like TiO_2 porous layer, we achieve high power conversion efficiency of 13% comparable to conventional mesoscopic structure solar cell. Scanning electron microscopy (SEM), Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) was used to certificate porosity of crater like TiO_2 layer and to discern charge transfer characteristic.

P2-G2-14 Solution-Processed Flexible Perovskite Solar Cells with Indium-free Transparent Electrode based on Silver Nanowire Networks

온나노와이어 기반의 인듐프리 투명전극과 유연성 태양전지에의 적용

이은송*, 권혁찬, 황혜원, 마선일, 문주호

연세대학교

Indium tin oxide (ITO) is the most widely used transparent electrode for the bottom electrode in perovskite solar cells. However, indium is rare metal which is improper to mass production and commercialization. Moreover, conventional method for ITO electrode resorts to vacuum based deposition which results in cost rise and complexity. ITO electrode could be fabricated by solution processes, but the solution derived ITO exhibits high resistance which makes it difficult to be applied in the practical usage. Here, we introduce the solution-processed transparent composite electrode consisted of solution-processed silver nanowire and metal oxides. As a metal oxide layer, we adopt aluminum-doped zinc oxide (AZO) instead of ITO. These multi-layered composite electrodes need to be i) annealed at low temperature because silver nanowire could be damaged at above 200°C and ii) protected from diffusion of halogen ions in the perovskite precursor which leads to the degradation of silver nanowire, and iii) maintaining high conductivity as well as transmittance. By optimizing the density of silver nanowire and the thickness of upper AZO layer, we were able to protect the silver nanowires from the halogen ions diffusion during the fabrication of perovskite solar cells. Using these all-solution-processed transparent composite electrodes, we successfully demonstrate flexible perovskite solar cells. Power conversion efficiency as well as bending test is evaluated.

P2-G2-15 Effects of Mg doping on Electrochemical Properties of ZnO Nanocrystals

마그네슘 도핑 농도에 따른 산화아연 나노크리스탈의 특성변화를 이용한 이차전지의 특성 연구

김영준*, 박병남
홍익대학교

나노구조를 이용한 리튬 이온 배터리는 리튬 이온의 확산거리와 전자의 이동거리를 줄임으로써 전극의 전기화학적 특성을 효과적으로 개선시킬 수 있다. 하지만, 나노물질이 갖는 높은 부피 대비 표면 비율 때문에 전하의 트랩, 결함으로 인한 전기적 성질등의 저하를 무시할 수 없다. 산화아연 나노크리스탈은 마그네슘 도핑농도가 증가할 수록 크기가 작아지고 전기적 저항이 증가하는 성질을 갖는다. 이를 이용하여 마그네슘 도핑농도에 따른 전기화학적 특성을 비교함으로써 나노물질의 크기와 전기 전도도간의 상관관계에 대하여 연구하였다.

flexible perovskite solar cells using a CuNW networks (50 ohm/sq with 85% at the wavelength of 550 nm) as a bottom electrode exhibited a power conversion efficiency (PCE) of ~12%, comparable to conventional ITO electrode based perovskite solar cells (PCE of ~13%). The initial photovoltaic performance nearly maintained after 1000 bending cycles for a bending radius of 15 mm, demonstrating the substantial potential of the ultra-low-cost CuNW bottom electrodes for efficient and flexible perovskite solar cells.

P2-G2-17 Investigating Charge Carrier Dynamics of Nano-structured $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Cl}_x$ Perovskite Absorber

$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Cl}_x$ 페로브스카이트 흡수층의 나노구조화에 따른 전하 캐리어 역학 분석

권혁찬*, 황혜원, 이은송, 마선일, 문주호
연세대학교

Organolead halide perovskite have demonstrated huge potential as next generation solar cells" absorber with low cost and efficient performances due to solution processability and excellent photovoltaic characteristics. Several nanostructures such as planar, mesoporous metal oxides, or 1-D nanorod array have been studied to enhance efficiencies of the solar cells, and various analysis techniques revealed different charge carrier behaviors in nanostructures of electron transport materials. However, studies depending on nanostructures of perovskite layer itself have been rarely performed. Recently, we successfully fabricated vertically aligned one dimensional (1-D) nanostructured perovskite ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Cl}_x$) solar cells using anodized aluminum oxide (AAO) layers as scaffolds, and achieved over 15% of power conversion efficiency. To investigate the charge carrier dynamics at different nanostructured absorber layers, time resolved photoluminescence measurement which is powerful tool for investigating behavior of photo-carrier in nanosecond scale was used. We observed that vertically aligned perovskite nanorods allow better charge extraction through vertically restricted photo-carrier moving path to the counter electrode. Our studies could provide insights of photo-carrier dynamics depending on the nanostructured absorber layer, enabling us to choose efficient nanostructures for enhanced photovoltaic device performances or other applications.

P2-G2-16 Copper Nanowire Composites for Transparent Bottom Electrodes of Perovskite Solar Cells

구리나노와이어 하부전극을 적용한 저비용 페로브스카이트 태양전지 제조

황혜원*, 문주호, 권혁찬, 마선일, 이은송
연세대학교

Organometallic trihalide perovskites have attracted much attention as promising materials for solar energy conversion systems, due to their low-cost, easy processability, and high photovoltaic performance. As a bottom electrode in flexible perovskite solar cells, indium tin oxide (ITO) is the most commonly used. However, ITO has high cost and brittle nature which limit its application to the inexpensive flexible devices. Here, we demonstrate for the first time the feasibility of copper nanowire (CuNW) for application in bottom electrodes of flexible perovskite solar cells. Indium-free aluminum doped zinc oxide (AZO) and zinc oxide (ZnO) with the varying thicknesses were employed as a passivation layer for CuNW networks to improve a thermal/chemical resistance against both copper oxide and copper iodide formation, and as an adhesion layer between nanowires and substrate. In addition, the AZO and ZnO layers could effectively work as an electron transport layer. The

P2-G2-18 Properties of SiC Fibers Zeolite Grown Uniformly on the Surface
표면에 제올라이트가 균일하게 성장된 SiC 섬유유의 특성평가

이현명*, 이윤주, 김영희, 권우택, 김수룡, 신동근
한국세라믹기술원

제올라이트는 나노기공 채널을 가지고 있으며, 기공 표면에는 이온교환능력이 있어 대표적인 고체산촉매제, 분자체로 알려져 있다. 이때, 촉매가 고온의 강한 산성 분위기 등 극한 조건에서 안정적으로 성장하기 위해서는 SiC 등의 지지체가 필요하다. 본 연구에서는 수열합성반응을 이용해 SiC 섬유 표면에 MFI-type의 채널형 제올라이트인 ZSM-5를 균일하게 성장시켰으며, 이때 SiC 표면을 산화처리하여 제올라이트 입자와 SiC 섬유 간의 견고한 결합을 유도하였다. 제올라이트 성장 전후에 따라 상온 강도의 변화를 확인하였으며, SEM, TEM 분석 등을 통해 촉매 복합화 전후 SiC 섬유의 화학적 손상 여부와 제올라이트 입자와 섬유의 구조적 특징을 확인함으로써 상기 방법에 의하여 안정한 촉매 복합체를 얻을 수 있음을 확인하였다. 뿐만 아니라, 상기 촉매 복합체의 산성도와 내산화 특성을 평가하여 산업적 용도에서의 적합 여부를 확인하였다.

P2-G2-19 Effect of the Mg-addition Process on the Electrochemical Performance of $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.155}\text{Mg}_{0.015}\text{O}_2$
 $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.155}\text{Mg}_{0.015}\text{O}_2$ 의 Mg 첨가 공정에 따른 전기화학적 특성 변화

양재형*, 이강현, 김수빈, 김용선
인하대학교

Cathode materials with a layered structure like LiCoO_2 and LiNiO_2 are widely used for Lithium-ion batteries. Many researchers have investigated the effect of impurity substitution in the layer-structured cathode materials, that is, the properties of $\text{Li}(\text{Ni}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mg}_y)\text{O}_2$ ($M = \text{Mn, Mg, Al etc.}$) have been actively examined in order to improve structural stability, capacity, and cycling performance. It was known that the substitution of Mg improves the electrochemical features by preventing structural collapse, owing to the similar ionic radius of Mg^{2+} ion with Li^+ ion. In this study, the effect of magnesium substitution on the morphological and electrochemical features of $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.155}\text{Mg}_{0.015}\text{O}_2$ was investigated, especially focusing on the effect of the introduction process of Mg. Two types of samples were prepared by different synthetic procedure of Mg addition: (i) Mg was introduced during the wet process, i.e., during the co-precipitation of the transition metal precursor, and (ii) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ powder was mixed with lithium hydroxide and nickel-cobalt precursor just before the calcination. Two samples showed similar particle shapes and charge/discharge capacity. However, the sample with the addition of Mg during co-precipitation showed superior cycle-ability and less amount of gas generation during high-temperature storage test. These results indicate that the substitution of magnesium during the co-precipitation is desirable for the enhancement of the electrochemical performance of $\text{LiNi}_{0.83}\text{Co}_{0.155}\text{Mg}_{0.015}\text{O}_2$.

P2-G2-20 Effects of Sintering Temperature and Lithium Contents on the Interfacial Microstructure and Lithium Ion Conduction in $\text{Li}_{0.29}\text{La}_{0.57}\text{TiO}_3$ Solid Electrolyte for All-solid-state Lithium Battery

전고체 리튬전지용 $\text{Li}_{0.29}\text{La}_{0.57}\text{TiO}_3$ 고체전해질의 열처리 조건 및 리튬조성에 따른 미세구조 및 리튬이온전도 특성 분석

권우주^{1*}, 신현섭¹, 정규남¹, 박민식², 김성현³, 이종원¹

¹한국에너지기술연구원

²경희대학교

³고려대학교

고체전해질 기반 전고체 리튬이차전지는 가연성 유기 액체전해질을 사용하는 기존 리튬이온전지 대비 우수한 안전성을 보유하여 전기자동차용 이차전지로 주목받고 있다. 리튬이온전도성 고체전해질 후보 소재 중 페로브스카이트 구조의 $\text{Li}_{3-x}\text{La}_{2/3-x}\text{TiO}_3$ (LLTO) 소재는 기계적 강도 및 대기 중 화학적 안정성이 우수하여 전해질 제작이 용이한 장점이 있다. 일반적으로 LLTO 소재는 1×10^{-3} S/cm 수준의 높은 bulk (grain 내부) 전도도를 보이지만, 매우 높은 계면저항으로 인하여 total 전도도가 저하되는 문제가 있다. 본 연구에서는 LLTO 전해질 소재의 열처리 조건 및 리튬 조성에 따른 미세구조 및 리튬이온전도 특성 변화를 분석하였다. 졸-겔 기법을 이용하여 고순도의 LLTO 나노 분말을 합성한 후, 다양한 온도에서 열처리를 수행하여 치밀한 전해질을 제조하였다. LLTO 전해질의 전기화학 임피던스 분석 결과, 열처리 온도가 증가함에 따라 리튬이온전도도가 급격히 증가함을 알 수 있었으며, 투과전자현미경(TEM)을 이용한 미세구조 분석을 통하여, 고온에서 열처리된 경우, grain boundary 뿐만 아니라 90° domain boundary 밀도가 감소함을 확인하였다. 또한, 높은 열처리 온도로 인한 리튬 결핍의 보상을 통하여 추가적인 리튬이온전도 특성이 개선됨을 확인하였다. 전기화학 임피던스 및 TEM 결과의 심층 분석을 통해 LLTO 전해질에서의 리튬이온전도 메커니즘을 규명하고, 미세구조, 리튬조성 및 이온전도도 간의 상관관계를 도출하였다.

P2-G2-21 Bi_2O_3 -added $\text{Li}_{1.4}\text{Al}_{0.4}\text{Ti}_{1.6}(\text{PO}_4)_3$ with Enhanced Li-ion Conductivity as a Solid Electrolyte for All-Solid-State-Battery

Bi_2O_3 첨가된 전고체전지용 $\text{Li}_{1.4}\text{Al}_{0.4}\text{Ti}_{1.6}(\text{PO}_4)_3$ 고체전해질의 리튬이온전도 특성 향상 연구

이상돈^{1*}, 정규남², 송승환¹, 이종원²

¹충남대학교

²한국에너지기술연구원

무기계 고체전해질 기반 전고체 리튬이차전지는 가연성 유기 액체전해질을 사용하는 기존 리튬이온전지 대비 우수한 안전성을 보유하여 차세대 이차전지로 주목받고 있다. 무기계 고체전해질 소재 중 NASICON 구조의 $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ti}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ (LATP)는 기계적 강도 및 대기 중 수분과의 화학적인 안정성이 뛰어나며 우수한 bulk 이온전도 특성을 나타내 최근 많은 연구가 진행되고 있다. 하지만 높은 계면 저항으로 인한, 낮은 이온전도도를 개선하기 위하여, 높은 온도의 소결공정이 필요하게 되며, 이는 전고체전지를 구성하는 부품 및 소재의 열화를 유발할 가능성이 있어, 고체전해질의 이온전도 특성을 개선시키는 연구와 더불어 열처리 온도를 낮추는 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 졸-겔법을 통하여 NASICON 구조의 $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ti}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ (LATP)분말을 합성하고, 소결 공정 시 Bi_2O_3 를 첨가하여 고체전해질을 제조하였다. 미세구조 및 결정구조를 SEM, XRD, TEM 등을 이용하여 분석하였고, 리튬 이온전도특성에 미치는 영향에 대하여 알아보았다. 특히, Bi_2O_3 가 1 wt% 첨가된 LATP 고체전해질의 이온전도도는 약 9×10^{-4} S/cm에 달해, 우수한 특성을 나타냈으며, 해당 고체전해질을 전고체전지에 적용하여 고체전해질의 전기화학 특성을 분석하였다.

P2-G2-22 Mechanical and Thermal Properties of h-BN/epoxy Composites Dependent on the Surface Treatment of h-BN

h-BN 표면처리에 따른 h-BN/에폭시 복합재의 기계적 및 열적 특성연구

조성운*

내일테크놀로지(주)

육방정질화붕소(h-BN)는 뛰어난 화학적 안정성, 내열성과 열전도성, 및 전기절연성을 가지고 있어, 이를 복합화한 고분자 복합재는 다양한 산업에 활용될 수 있다. 특히, h-BN의 전기절연성 및 열전도성을 동시에 이용하기 위한 h-BN/에폭시 복합재는 접착제, 필름, 시트, 플레이트, 및 봉지재 등 여러 형태로 전자소자/기기에서 사용되고 있다. h-BN의 고분자 복합재는 입자의 디스크 형상에 기인하여 분산성이 매우 나쁘고, 고분자 수지와의 접착성도 낮은 단점이 있다. 특히, h-BN을 에폭시에 분산한 경우에도 입자 분산 및 수지 내 접착의 정도에 따라 에폭시복합재의 물성과 열전도성에 영향이 매우 큰 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 h-BN을 실란 계열의 화합물로 표면처리하여 에폭시 내 분산성과 접착성을 향상하였고, 이에 따라 h-BN/에폭시 복합재의 기계적 및 열전도 특성을 관찰하였다. 트리메톡시(Trimethoxy)와 헥사데실(Hexadecyl)로 구성된 헥사데실트리메톡시실란(Hexadecyltrimethoxy silane)을 초음파를 이용하여 적당한 조건에서 h-BN 표면처리하였고, 결과적으로 h-BN의 에폭시 수지 내 분산성과 젖음성을 동시에 증가시켜 h-BN/에폭시 복합재의 기계적 및 열적 특성을 향상하였다.

P2-G2-23 The Study of SiC Coating on Carbon Fiber Using PCS for Improving Oxidation Resistant

탄소 섬유 복합체의 내산화 특성 향상을 위해 Polycarbosilane을 이용한 SiC 코팅 특성 연구

안수빈^{1*}, 방정원¹, 김수룡¹, 김영희¹, 김중곤², 권우택¹

¹한국세라믹기술원

²(주)코카브

본 연구에서는 단열재로 사용되는 탄소섬유 복합체의 내산화 특성 향상을 위해 SiC를 코팅하였다. 코팅막은 Polycarbosilane에 함침한 탄소섬유를 저온의 공기 중에서 1차 열처리를 한 후에 고온의 아르곤 분위기에서 열처리하여 섬유 표면에 SiC를 형성시켰다. 열처리 온도에 따른 SiC 코팅막의 내산화 특성을 확인하기 위해 1200°C에서 1800°C로 온도를 변화시키면서 코팅막의 표면 형

태와 결정성을 SEM과 XRD를 통해 확인하였다. 열처리 온도에 따라 코팅막의 표면 형태가 달라졌으며, 결정성에도 큰 차이가 나타났다. 내산화 특성 향상 정도를 확인하기 위해 700°C 공기 분위기에서 내산화 특성 평가를 진행한 결과 SiC 코팅을 했을 때 산화 손실이 크게 줄어드는 것을 확인하였다. 특히 1600°C에서 SiC 코팅막을 형성한 탄소 섬유 복합체의 경우 코팅을 하지 않은 복합체에 비해 1/5 수준의 산화 손실이 나타났으며, 열전전도 측정을 진행한 결과 코팅 후에도 큰 변화가 없어 단일 특성이 잘 유지되는 것을 확인하였다.

P2-G2-24 Sodium-ion Storage Performance of Multi Component Selenide Nanofibers

다성분 셀렌화합물의 소듐이온 이차전지 전기화학특성 연구

홍영준*, 강운찬

고려대학교

지구온난화에 기후변동성까지 배가되면서 장기적 위협으로 인식되던 기후변화가 현실적 위협으로 나타나 세계적인 불안감 확산되며, 이산화탄소 배출을 감소시킬 수 있는 차세대 에너지에 대한 관심 증대에 따라 피크 전력 저감, 신재생에너지 변동관리를 해결하기 위한 전력저장 기술이 부각되며 이차전지 분야는 모바일 IT 기기 전원용인 소형에서 전기자동차(EV), 에너지 저장 장치(EES, Energy Storage System) 등 중대형으로 급속히 재편, 시장의다변화를 거치고 있다. 이에 따라 높은 에너지 밀도의 차세대 리튬 이차전지의 수요가 증가하며 대형 에너지 저장 장치로의 적용이 주목받고 있으나 리튬 자원의 매장량 부족으로 경제성 문제가 대형화 전지 양산에 제약이 되고 있다. 리튬 자원의 한계에 따라 발생되는 고가화 문제를 해결하기 위해 6번째로 많은 매장량의 소듐을 이용한 소듐 이차전지가 혁신 에너지 저장 기술로 부각되어 최근 국제적으로 연구 개발이 이루어 지고 있다. 하지만 리튬이온과 비교하여 큰 이온반경을 가지는 소듐 이온은 느린 확산속도로 고출력 전지 구현이 어려우며, 소듐 이온의 반복적인 삽입, 탈리 과정에서 전극 내부에 강한 응력이 발생되어 음극활물질의 붕괴 및 극판과의 박리를 야기해 전지 수명을 단축시키게 된다. 본 연구에서는 충방전 시 소듐 이온의 큰 이온 반경에 의해 삽입 탈리 과정에서 발생하는 전극 붕괴 및 박리 현상 효과적으로 억제시키기 위해 전기방사 공정을 이용해 섬유 구조의 철-코발트 셀렌화물을 합성하여 평가 하였다. 제조된 철-코발트 셀렌화물 섬유구조 음극 활물질의 전기화학 특성은 0.3 A g⁻¹의 전류밀도에서 안정된 장주기 수명특성을 보였으며, 5.0 A g⁻¹의 고출력 전류밀도에서 안정된 전기화학 특성을 나타냈다.

P2-G2-25 Study of Vacuum-assisted Multi-coating Process with Polycarbosilane for Silicon Carbide Foams

실리콘카바이드폼 제작을 위한 폴리카보실란을 도입한 진공멀티코팅공정에 대한 연구

방정원^{1*}, 권우택¹, 김영희¹, 이현재², 김수룡¹

¹한국세라믹기술원

²엔바이온

In general replica method, silicon carbide (SiC) foams have some porous surface and structures, because of emission of CO and other gases on foam structures in heat-treatment process (over 1, 400°C). These porous structures were the major causes of low mechanical property of SiC foam. We designed the vacuum-assisted multi-coating process with polycarbosilane (PCS) to overcome these root defects of SiC foam fabricated by replica method. PCS was the most representative polymer derived ceramic material to fabricate SiC foam due to soluble characteristic in organic solvents. After heat-treatment process, porous surface and structures of heat-treated foam were re-coated with PCS solution by vacuum-assisted capillary force. In this process, the capillary force worked for preceramic material to fill nanoscale porous surface and structures of these foams. We studied the effects of vacuum-assisted multi-coating process for SiC foams through various engineering approaches. Furthermore, we demonstrated that the mechanical properties of the SiC foams were improved dramatically by the multi-coating process.

P2-G2-26 Influence of Glass Frit to the Oxidizing Behaviour of Polymer-derived Ceramic Coating for Carbon Steel

글래스 프리트의 탄소강 위에 세라믹 전구체 코팅의 산화 거동에 대한 영향

Nguyen Minh Dat^{1*}, 김수룡², 김영희², 권우택²

¹Gyeongsang National University

²한국세라믹기술원

In this study, glass frit was combined with some active and passive fillers and then mixed with polysiloxane to coat onto medium-carbon steel under ambient air by dip coating method. The cross-linking process was started at low temperature and the pyrolysis was then carried out at high temperature in ambient air. The aim of this study is to investigate the influence of type and amount of the different glass frits on the oxidation properties of coating. The resultant coating investigated by TGA, SEM/EDS, XRD, adhesion test and oxidation test shows that it acted as an excellent film to prevent steel from being oxidized at elevated temperature.

P2-G2-27 Thermal Expansion of Filled Skutterudites

Rattler가 충전된 CoSb₃계 열전재료의 열팽창계수

송민석^{1*}, 서원선¹, 김일호², 이순일¹

¹한국세라믹기술원

²한국교통대학교

중·고온용 열전 소재로 우수한 특성을 나타내는 CoSb₃계의 열팽창에 대한 연구를 진행하였다. 중·고온용으로 사용되기 때문에 사용 온도에서의 소재의 열적특성은 모듈의 신뢰성과 직결된다. 열전모듈 제작 및 사용 시에 소재와 전극 및 확산방지막간의 열팽창계수의 차이로 인한 고온에서의 열피로가 가중되어 크랙이 생성되거나, 소재간에 단락이 생겨 모듈의 성능이 저하된다. 이에 본 연구에서는 rattler가 충전된 n형과 p형 CoSb₃계의 열전특성과 열팽창계수를 비교하였다. 특성 분석을 위해 전기전도도(Electrical conductivity), 제벡계수(Seebeck coefficient), 열전도도(Thermal conductivity), 열팽창계수(Thermal expansion coefficient) 분석을 하였다. n형에 비해 p형의 열팽창계수가 높았으며, p형의 경우 Fe의 함량 변화가 열팽창계수 변화의 요인으로 작용하였다. 또한 rattler에 의해서도 열팽창계수가 변함을 알 수 있었다.

P2-G2-28 A study of Improved Performance of Mg doped Layered $\text{Na}[\text{Mg}_x\text{Ni}_{1-x/3}\text{Fe}_{1-x/3}\text{Mn}_{1-x/3}]\text{O}_2$ Cathode Materials in Rechargeable Sodium Battery

Mg이 도핑된 소듐이차전지용 층상형 $\text{Na}[\text{Mg}_x\text{Ni}_{1-x/3}\text{Fe}_{1-x/3}\text{Mn}_{1-x/3}]\text{O}_2$ 양극 소재의 성능 향상 연구

최재용^{1*}, 한규승¹, 정규남², 이종원²

¹충남대학교

²한국에너지기술연구원

대용량 에너지저장 시스템(ESS)은 에너지의 효율적 이용 및 전력 수급 해결을 위한 핵심 기술이다. 최근 리튬이온전지가 ESS 분야로 영역을 확대하고 있으나, 가격, 리튬자원 수급 측면에서 개선이 필요한 실정이다. 저가의 풍부한 소듐 자원을 활용하는 소듐이온전지(Sodium-ion battery)는 ESS 분야에서 리튬이온전지를 비롯한 기존의 이차전지를 대체하고 ESS의 저가격화를 실현할 수 있는 유망 기술로 관심이 집중되고 있다. 소듐이온전지의 양극재료는 층상형 구조가 다른 결정구조들에 비해서 전기화학적 성능과 안정성 측면에서 우수한 특성을 보이고 있으며, 전이금속 중 고가의 코발트(Co) 소재를 대체할 수 있는 Ni, Fe, Mn 등의 원소를 사용하는 양극소재 관련 연구가 활발히 진행 중에 있다. 본 연구에서는 소듐이차전지용 층상형 양극재료 $\text{Na}_{1.0}[\text{Ni}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}]\text{O}_2$ 의 충방전 성능을 개선하고자, Mg이 도핑된 $\text{Na}[\text{Mg}_x\text{Ni}_{1-x/3}\text{Fe}_{1-x/3}\text{Mn}_{1-x/3}]\text{O}_2$ 를 합성하고, 전기화학적 성능을 평가하였다. XRD, SEM, ICP 등을 통하여 Mg이 도핑된 $\text{Na}[\text{Mg}_x\text{Ni}_{1-x/3}\text{Fe}_{1-x/3}\text{Mn}_{1-x/3}]\text{O}_2$ 의 구조 및 물성 등을 분석하였으며, GITT, Ac-impedance, 충방전 평가 등의 전기화학 분석을 통하여 Mg 도핑이 양극소재의 충방전 수명에 미치는 영향에 대하여 분석하였다.

P2-G2-29 Synthesis of Si-SiO_x-C Composite using Spray Pyrolysis Process

분무열분해 공정을 통한 Si-SiO_x-C 복합체 제조

왕성은^{1*}, 이승중², 최장욱², 정대수¹

¹한국세라믹기술원

²한국과학기술원

휴대용 IT 장치와 친환경적인 교통수단(EVx)의 발전으로 많은 양의 리튬 이온을 저장할 수 있는 고용량 리튬 이차전지용 전극 소재 연구의 필요성이 대두되고 있다. 실리콘은 리튬 이온과의 합금 반응으로 4, 200 mAh/g의 높은 이론 용량을 가지고 있으나 리튬 삽입 및 탈리 시 300%의 부피변화를 발생시켜 반복 사용에 따른 기계적 파괴, 집전체의 단락 발생, 불안정한 고체 전해질 계면(SEI) 생성 등의 문제점을 일으켜 심각한 용량 저하를 일으킨다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 SiO_x와 같은 다양한 실리콘 나노 구조체가 개발되어 비교적 안정적인 사이클과 높은 용량 특성을 보였으나 대부분의 실리콘 나노 구조체 합성은 CVD 등의 고가 공정을 통해 합성되기 때문에 상용화에 많은 어려움이 있다. 본 연구에서는 SiO_x 복합체를 제조하기 위해 비교적 쉽게 대량생산이 가능한 분무 열분해 공정을 바탕으로 첨가제 함량을 조절하여 실리콘 나노 도메인과 SiO_x 매트릭스를 동시에 형성시키면서 나노 도메인 사이즈와 Si-O 비율을 정교하게 제어하고자 하였다. 또한 복합체 제조 과정에서 탄소 전구체 물질을 첨가하여 표면에 균일하게 탄소층을 코팅하여 전기전도도를 향상시켰다. 합성된 Si-SiO_x-C 복합체의 특성을 분석하기 위해 XRD, SEM, HRTEM, BET 등을 측정하였고 coin 타입의 half cell을 제조하여 전기화학적 테스트를 실시하였다. 그 결과 최종 샘플의 200번 째 사이클에서 가역용량은 1034.3 mAh/g, CE는 99.88%였고 최종적으로 고용량, 장수명 실리콘계 음극 활물질로써 경쟁력을 가질 수 있음을 보였다.

P2-G2-30 Electrochemical Performance of α -Fe₂O₃/Natural Graphite Composite as Anode Active Materials for Lithium Ion Batteries

리튬이온전지 음극 활물질용 α -Fe₂O₃/natural graphite composite의 전기화학적 성능평가

박윤태*, 박재우, 이상훈, 이기태
전북대학교

Natural graphite (NG) has been attracted as a promising anode material for lithium ion batteries due to its appropriate charge/discharge profile, high reversible capacity and low cost. However, high irreversible capacity and low capacity retention at first cycle have influenced on its practical use. Despite its low-cost advantage, the material cost should be reduced further in order to be used for electric vehicles (EVs) and energy storage systems (ESS). Hematite (α -Fe₂O₃) has the most thermodynamically stable phase under ambient conditions, and shows the highest theoretical capacity (1007 mAh/g) as anode material. Hematite is capable of insertion/de-insertion more than 6 Li⁺ per formula unit, leading to a significantly larger reversible capacity than graphite. However, the hematite suffers from critical capacity degradation and deprived rate capability due to the volume change. In the present work, the hematite was used as an additive agent. This composite will have effect on the SEI formation of natural graphite and improve the rate capability of natural graphite. Although the irreversible capacity during the charge-discharge reactions increased with increasing the Fe content, the cycle retention of the 05Fe, 10Fe, and NG are comparable. Therefore, it may be possible to use unrefined natural graphite as an anode active material for lithium-ion rechargeable batteries.

P2-G2-31 Amorphous Cobalt Phyllosilicate with Layered Crystalline Motifs as Water Oxidation Catalyst

비정질 코발트 층상 규산염을 이용한 수소 생산용 물 분해 촉매

김주성*, 박인철
서울대학교

The development of an efficient and cost-effective oxygen evolution reaction (OER) catalyst is important for the practical realization of a water-splitting system. To explore new catalysts, a clear understanding of the relationship between the structure and catalytic properties should be established, which currently remains elusive. Herein, we introduce an amorphous cobalt phyllosilicate (ACP) with layered crystalline motif prepared by a simple room-temperature precipitation as a new efficient OER catalyst; this material exhibits a remarkably low overpotential (η) among cobalt-based catalysts as well as long-term stability. A structural investigation based on X-ray absorption spectroscopy reveals that the silicate layer maintains its structure after electrolysis. In addition, density functional theory calculations indicate that the layered crystalline motif in the ACP, which is similar to that in CoOOH, is responsible for the OER mechanism; however, the local environment of the active site is significantly modulated by the silicate group, leading to a substantial reduction in the OER η . This work proposes that a new material group of phyllosilicates could be efficient OER catalysts and that tuning of the catalytic activity by controlling the redox-inert groups can pave an explored avenue toward the design of novel high-performance catalysts.

P2-G2-32 Development of Anode-supported Thin Film Solid Oxide Fuel Cells Operating at Low Temperature

저온 작동을 위한 연료극 지지형 박막 고체산화물 연료전지 공정에 관한 연구

강성민^{1*}, 김유성², 배중면¹, 차석원²

¹KAIST (한국과학기술원)

²서울대학교

고체산화물 연료전지(SOFC)의 작동 온도를 낮추는 연구는 최근 10여년 동안 SOFC 관련 연구 중에서 가장 중요하게 다루어지는 주제 중 하나이다. SOFC의 작동 온도를 낮추기 위한 방법으로는 크게 두 가지로 나누어지는데, 낮은 온도에서도 높은 이온전도도를 보이는 전해질 소재를 개발하는 것과 전해질의 두께를 얇게 제작하는 것이다. 전자의 방법은 신소재를 연구하는 사람들이 지속적으로 개발하고 있으나 전극과의 반응성 혹은 내구성의 문제로 현재까지는 지난 세기에 개발된 yttria-stabilized zirconia (YSZ)가 가장 대중적으로 사용되고 있는 형편이다. 후자의 방법은 양질의 박막 제작 공정이 마련된다면 비교적 손쉽게 저온에서 작동하는 SOFC를 개발할 수 있다. 본 연구에서는 연료극 기판에 reactive sputtering을 이용하여 박막 전해질을 증착하여 박막 SOFC를 제작하는 공정을 개발하고 성능을 측정하였다. Sputtering은 반도체 및 코팅 분야에서 이미 성숙된 기술로서 대면적 박막을 증착하기에도 적합하여 SOFC 전해질 코팅에 성공적으로 도입된다면 박막 SOFC의 상용화도 가능할 것이라고 판단된다. 전해질 박막의 지지체로서의 연료극 기판은 경제적이고 상용화에 가장 근접해있는 tape casting 기법을 사용하여 제작되었으며, 치밀한 박막 전해질을 코팅하기 위하여 anode functional layer를 tape 표면에 코팅하였다. 증착된 전해질은 YSZ와 buffer layer인 $\text{Gd}_{0.8}\text{Ce}_{0.2}\text{O}_2$ (GDC)를 합하여 약 1 마이크로미터 수준이다. 저온활성도가 높은 공기극 소재인 $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_3$ -GDC composite를 이용하여 단전지를 제작하였다. 섭씨 700도에서 $600\text{mW}/\text{cm}^2$ 가 넘는 최대전력밀도가 측정되었다.

P2-G2-33 Study on Porous GDC Scaffold Electrode and Catalyst Infiltration for Solid Oxide Fuel Cell Anode

고체산화물 연료전지 연료극 적용을 위한 다공성 GDC 전극과 촉매 함침에 대한 연구

이재석*, 이권호, 배중면

KAIST (한국과학기술원)

고체산화물 연료전지(Solid Oxide Fuel Cell, SOFC)의 연료극은 일반적으로 산화물과 촉매가 혼합된 상태로 제작되지만 다공성 scaffold 구조의 전극을 먼저 제작하고 이후에 촉매를 함침하게 되면 비교적 낮은 촉매 함침량으로도 성능이 구현되고 녹는점이 낮은 촉매도 활용할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 SOFC 연료극의 성능 특성을 분석하기 위해 YSZ에 비해 이온전도도가 높은 GDC를 활용하여 다공성 scaffold 구조의 전극을 제조하고 SOFC 연료극 촉매로써 가장 활발히 사용되는 Ni를 함침하여 함침량에 따른 분극특성을 관찰하였다. 전극의 특성만을 보기 위해 치밀한 YSZ 전해질 기판 양면에 스크린프린팅 기법으로 다공성 GDC 전극을 구성하여 반전지를 제조하였으며 Ni Nitrate Solution을 제작하여 제조한 전극에 촉매를 함침하였다. 촉매 함침량에 따른 분극특성을 분석하기 위해서 SEM을 통해 전극 이미지를 촬영하였고 반전지에 대한 EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy) 분석을 실시하였다. 촉매 함침량이 증가함에 따라 음저항이 감소하였으나 특정량 이상의 촉매를 함침할 경우 전극에서 기계적 결함이 발생하는 것을 확인하였다.

P2-G3-1 Effect of Zirconia/Alumina Ratio on the Material Properties of ATZ Composite

지르코니아와 알루미나 함량에 따른 ATZ composite 소재 물성 분석

김상호*, 한석현, 이재하, 조형환
강원테크노파크

근년 지르코니아(Zirconia)보다 내열충격성이 좋은 소재를 만들고자 하는 연구가 각지에서 진행되고 있다. 지르코니아는 엔지니어링 세라믹스 중 상온에서 가장 우수한 기계적 강도를 보유하고 있다. 하지만 지르코니아는 물리적 특성은 우수하지만 내열충격성에 취약한 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 내열충격성이 우수한 ATZ (Alumina Toughend zirconia) composite가 연구되고 있다. ATZ는 지르코니아 보다 물리적 특성은 떨어지지만 내열충격성이 좋은 소재로 지르코니아의 단점을 극복하기할 수 있는 소재로 전망되고 있다. 본 연구에서는 내열충격성이 우수한 ATZ composite를 사용하여 알루미나의 함량을 변화시켜 그 조성과의 특성을 평가하였다. ATZ composite 개발을 위해 지르코니아와 알루미나의 분포 균일화 확보를 위해, 스프레이 드라이어 공정을 중심으로 실험을 실시 하였다. 지르코니아와 알루미나의 함량을 4:6, 3:7, 2:8, 1:9의 비율로 4개의 sample를 구성하였으며, 각각의 조성을 스프레이 드라이어로 구형화 공정을 진행하고 구형화가 완료된 파우더를 이용하여 각 sample의 특성을 분석하였다. FE-SEM으로 분말의 표면과 크기를 분석하였으며, Highest thermal expansion measurement, Thermal conductivity measurement를 사용하여 열팽창계수와 열전도도를 측정하였다. 알루미나 함량이 증가함에 따라 ATZ composite의 열팽창계수는 낮아지고 열전도도는 상승하는 결과를 확인할 수 있었으며, 이에 따라 알루미나 함량이 내열충격성 향상에 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다.

P2-G3-2 Relationship of Acoustic Signal and Milling Efficiency during Ball Milling Operation

볼밀공정 중의 음향신호와 볼밀효율의 연관성

김수현*, 강지수, 조경식, 이영훈
금오공과대학교

세라믹 현장에서 볼밀공정의 최적 분쇄효율은 공정단가 절감에 상당한 영향을 미친다. 최적 회전수는 볼의 낙하 충격력과 볼 사이의 전단력의 합이 최대 분쇄에너지를 갖는 상태의 회전수를 의

미한다. 최적 분쇄효율을 구하기 위해서는 분쇄공정에서 원료 및 공정인자의 다양한 변수에 따라 달라지는 분쇄물의 입자크기를 차후에 입도분석 데이터와 비교하는 것이 필요하다. 본 연구는 다양한 볼밀공정 변수에 따라 발생하는 음향신호와 분쇄입자 크기 관련성을 분석하여 최적 효율의 분쇄조건을 공정현장에서 바로 인지·적용 할 수 있도록 의도하였다. 알루미나 분말을 출발원료로 볼의 크기, 회전수 및 공정시간을 공정변수로 볼밀 분쇄를 진행하여 인자별 분쇄물의 형상과 크기변화를 확인하였다. 또한 각각의 공정변수에 따라 발생한 소리를 센서로 감지하였고 Fast Fourier Transform(FFT)하여 잡음을 제거하고 필요한 음향신호를 주파수의 형태로 얻었다. 각각의 볼밀 공정변수에 따른 분쇄물의 입자크기와 음향신호를 비교하여 관련성이 있음을 확인하였다.

P2-G3-3 Microstructure of Ni-Cu Nanopowders Synthesized by a PVA(Polyvinyl alcohol) Solution Route

PVA(Polyvinyl alcohol) 유기를 합성법으로 제조한 Ni-Cu 나노분말의 미세조직 분석

한영민^{1*}, 정충환¹, 이상진², 장진성¹

¹한국원자력연구원

²국립목포대학교

기능성 소재의 물리화학적 특성을 제어하기 위한 소재의 미립화 연구가 진행 중에 있다. 기존의 복합재료(금속-세라믹스) 연구에는 주로 기계적합금화(MA) 방법으로 분말을 제조 하였으나, 불순물 혼입, 분말의 크기제어, 불균질한 미세조직등 여러 단점들이 지적되어 왔다. 물리적합금화 방식이 아닌 화학적인 방법의 하나인 폴리머(PVA)를 이용한 용액합성방법은 공정의 단순화, 분말의 균질화, 미립화를 비교적 용이하게 제조 할 수 있는 방법이다. 다양한 폴리머 중 PVA(Polyvinyl alcohol)를 사용한 용액합성법은 Polymer carrier로서 PVA가 증류수에서 균질하게 분산되어 network structure를 구성하게 되고 금속 양이온들이 균질하게 hydrogen bonding에 의해 entrapment되어, 양이온간의 접촉을 막음으로써 분리 및 침전을 방지할 수 있는 방법이다. 본 연구에서는 PVA 유기물 합성법을 통하여 Ni, Cu가 주요 성분인 내부식성이 우수한 Ni-Cu 합금분말을 제조하였다. 폴리머와 금속염과의 관계를 알아보기 위하여 PVA 첨가량, 분율, 열처리 온도 및 분위기에 따른 제조 합금분말의 특성을 관찰하였다.

P2-G3-4 Effect of Non-oxide Additives on Mechanical Properties of Hot-pressed Si_3N_4

열간가압 질화규소 소결체의 기계적 특성에 미치는 비산화물 첨가제의 영향

도환수*, 김경훈, 박주석, 김경자

한국세라믹기술원

This work presents results of studies on the mechanical properties of sintered silicon nitride (Si_3N_4) to investigate the effects of non-oxide additives. Hot-press sintering was employed to prepare Si_3N_4 specimens from α -phase silicon nitride powder. β -phase Si_3N_4 was sintered with 0 ~ 2 wt% non-oxide additives at 1900 °C for 5 hr in nitrogen with 5 wt% MgO , 2 wt% Y_2O_3 as sintering aids. The flexural strength, fracture toughness and Vickers hardness of sintered Si_3N_4 were 960 MPa, 9.1 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ and 19.5 GPa, respectively.

P2-G3-5 Fabrication of Anti-reflection Thin Film by Screen Printing Method

스크린 프린팅법을 이용한 반사방지 코팅막 제조

최창식*, 이미재, 이영진, 전대우, 김진호

한국세라믹기술원

반사 방지(anti-reflection, AR) 코팅막은 태양전지, LED, 광 검출기 등의 광전자소자와 디스플레이의 효율과 투과도를 향상시키기 위해 적용되고 있다. 현재 적용되고 있는 반사방지 필름은 고가의 건식법을 이용하여 코팅하고 있으나, 이러한 방법은 생산단가와 박막의 내구성 및 신뢰성에 문제점을 가지고 있으며 대면적으로 제작하기 위해서는 wet process와 같은 공정을 이용하여 제작하는 것이 필요하다. Wet process를 이용한 반사 방지막 제조법에는 스프인코팅, 딥코팅, 스크린 프린팅법이 있다. 다양한 습식코팅 공정법 중 하나인 스크린 프린팅법은 코팅공정이 간단하며 대면적 반사방지 코팅유리를 제조하는데 적합하다. 본 연구에서는 스크린 프린팅법을 이용하여 3 mm 판유리 위에 반사방지 코팅막을 제조하고 그 특성을 평가했다. 코팅액은 유기 실란과 점도를 높이기 위한 유기화합물을 사용하여 제조하였으며 스크린 프린팅법을 이용하여 유리기판 위에 프린팅 후 일정 조건하에서 건조하여 코팅막을 제조한 후, 투과율과 반사율 분석을 진행하였다. 분석결과 막 두께는 약 100 nm로 확인되었으며 투과율은 가시광영역인 550 nm에서 92 ~ 93% 이상이며 반사율은 2~3% 이하였으며 이 때 굴절률은 1.5이하로 측정되었다.

P2-G3-6 Fabrication of TiC for Substitution of WC based Hard Material

WC계 초경 소재 대체용 TiC 제조

권한중*, 서창열, 김원백

한국지질자원연구원

초경 소재로 널리 사용되고 있는 WC는 전 세계적으로 대부분의 W를 중국에서 생산하고 있는 실정으로 수급이 안정적이지 못하다는 단점을 갖고 있다. 즉, 중국에서 W의 수출을 금지하게 되면 국내 초경 소재 제조 업체는 원료 수급의 어려움을 겪을 수 있다는 의미이다. 따라서 지난 50년동안 상대적으로 수급이 원활한 Ti계 소재로 W계 소재를 대체하고자 하는 많은 연구가 전 세계적으로 진행되어 왔다. 하지만 W에 대한 Ti로의 대체 연구는 성공적이지 못했는데 이는 Ti계 소재의 특성이 W계 소재의 특성에 비해 열세에 있었기 때문이다. 본 연구에서는 WC의 대체재로 개발되어 온 TiC의 특성을 향상시켜 TiC가 지닌 특성적인 한계를 극복하는 것을 목적으로 하였다. 구체적으로 TiC에 타 전이원소를 고용시켜 강화하는 방법을 사용하였으며 고용된 형태의 TiC는 특성이 기존 TiC에 비해 향상되는 것이 확인되었다.

P2-G3-7 Fabrication of High Refraction ZrO_2 /PSS Thin Film by a Layer-by-layer Self-assembly Method

LBL법을 이용한 고굴절률 ZrO_2 박막 제조

최창식^{1*}, 이지선^{1, 2}, 이미재¹, 이영진¹, 전대우¹, 김진호¹

¹한국세라믹기술원

²인하대학교

High refractive index ZrO_2 /PSS thin film was fabricated on a substrate by layer-by-layer self-assembly method. The surface morphology and thickness fabricated ZrO_2 /PSS thin film were measured as a function of the number of $(\text{ZrO}_2/\text{PSS})_n$. As the number of $(\text{ZrO}_2/\text{PSS})_n$ increased from $n=5$ to $n=20$, RMS roughness was decreased from 29.01 nm to 8.368 nm. ZrO_2 thin films exhibited high transmittance of 85% or more. Especially 15 bilayers thin exhibited the high transmittance among the samples. The transmittance of the fabricated $(\text{ZrO}_2/\text{PSS})_{15}$ thin film was ca. 90.8 % in the visible range. The refractive index of the glass substrate coated by $(\text{ZrO}_2/\text{PSS})_{15}$ thin film with a thickness of 160 nm increased from ca. 1.52 to 1.74 at 632 nm wavelength.

P2-G3-8 Bi-, Tri Mixed Particle Effect on Forming and Sintering for Alumina Slip Casting

이중, 삼중 혼합분말이 슬립캐스팅 알루미나의 성형과 소결에 미치는 영향

민재홍*, 조경식
금오공과대학교

구조 세라믹스 제조의 일반적인 목표는 미세한 분말로 출발하여 높은 성형밀도를 가지고, 소결을 통하여 고밀도와 균질한 미세구조의 소결체를 만드는 것이다. 석고 몰드 주입 성형은 고밀도와 균질한 미세구조를 이루는 방법으로 많이 활용되지만 일방향으로 일어나는 모세관력으로 인해 캐스팅 두께에 따라 밀도구배가 일어나고, 건조과정에서 성형체 내부에 응력이 발생할 수 있다. 이러한 응력은 소결과정에서 굽힘 및 균열 초래로 심화되어 소결체에 악영향을 미치게 된다. 본 연구는 조대한 분말충진시 1차 및 2차 충전 빈공간에 해당되는 미세한 분말을 첨가한 혼합분말을 출발로 슬립캐스팅하여 성형성과 소결성을 높이고자 하였다. 실험은 상용 알루미나 분말과 그 분쇄물로 평균 입자크기가 다른 분말을 혼합 사용하였는데, 1.35 μm 크기의 조대한 분말만의 원료, 여기에 0.58 μm 의 중간크기분말을 혼합한 이중 혼합원료 그리고 0.31 μm 의 미세크기분말까지 혼합한 삼중 혼합원료로 3가지 다른 출발원료로 하였다. 각각의 원료를 고형 주입성형하고 습도 분위기에서 건조하여 비교하고 1650°C에서 소결하여 비교하였다. 이중혼합이나 삼중혼합 원료가 성형밀도 및 소결밀도가 향상되었으며 미세구조의 미세한 변화를 확인하였다.

control of the restoration. But the resin composite material has short life duration(in the mouth) because has low mechanical strength and low wear resistance. Therefore, various process have been researched in order that solve the problem of the materials and implement the similar physical properties as natural teeth. In this study, hybrid blocks were prepared by the process of impregnating the resin into the ceramic support Zirconia, ceramic support, have excellent aesthetick, biocompatible and high mechanical properties. 3Y-ZrO₂ ceramics, containing the pore former (Polymethylmethacrylate, PMMA), were sintered at 1200°C, air atmosphere, and then were fabricated by infiltration process(thermal polymerization) of the resin. To characterize the zirconia-resin hybrid block, bulk density, 3-point beding strength, wear resistance, BET, elastic modulus, x-ray diffraction(XRD), and scanning electron microscope(SEM) analysis were employed.

P2-G3-10 Characterization of (La_{1-x}Gd_x)₂-yZr_{2+y}O_{7+0.5y}/YSZ TBCs Deposited by Suspension Plasma Spray

서스펜션 플라즈마 용사로 증착된 (La_{1-x}Gd_x)₂-yZr_{2+y}O_{7+0.5y}/YSZ 코팅층의 특성평가

이소율^{1*}, 이성민¹, 김형태¹, 오윤석¹, 남산², 김성원¹

¹한국세라믹기술원

²고려대학교

열차폐코팅(Thermal barrier coatings, TBCs)은 화력발전용, 항공기 및 선박 등의 가스터빈엔진에 사용되는 초합금(super alloy)소재의 부품을 고온의 가스로부터 보호하기 위해 적용되고 있다. 또한 열차폐코팅이 적용되면 초합금소재의 온도를 낮추어 가스터빈 엔진의 작동온도(turbine inlet temperature, TIT)를 높일 수 있어 에너지효율을 향상시키게 된다. 산업적으로 널리 쓰이는 열차폐코팅 소재인 YSZ는 낮은 열전도도를 가지며 코팅증착시에 t' 상이 형성되어 1200°C까지 상변화가 없고 안정적이므로 열차폐코팅의 소재로써 적합하다. 그러나 1200°C 이상의 고온에 장기적으로 노출되면 상변화가 발생하며 그에 따른 부피변화로 응력이 발생하여 코팅층 열화의 원인이 된다. 이러한 한계를 극복하기 위해 보다 높은 온도에서 상안정성을 갖고, 고융점과 저열전도도 등의 열차폐코팅 소재의 요구조건을 만족하는 희토류 지르코네이트에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 7.5 wt. % Y₂O₃-ZrO₂와 (La_{1-x}Gd_x)₂-yZr_{2+y}O_{7+0.5y} system에서 4가지 조성의 서스펜션을 각각 제조하고 동일한 조건 아래에서 서스펜션 플라즈마 용사(Suspension plasma spray, SPS)로 조성의 기울기가 있는 층이 생성되도록 2층 세라믹 열차폐코팅을 제조하였다. 제조한 코팅층에 대하여 상형성 거동, 미세구조 및 열전도도 등을 고찰하였다.

P2-G3-9 Processing and Properties of the Ceramic-resin Hybrid block for Dental CAD/CAM

치과 CAD/CAM용 세라믹-레진 하이브리드 블록의 제조 공정과 물성

조용현^{1*}, 소성민¹, 김세훈¹, 박주석¹, 이병하²

¹한국세라믹기술원

²명지대학교

Recently CAD/CAM technology has been highlighted by using the excellent aesthetics of the material compared to conventional PFM. CAD/CAM materials, as crown material, can be classified as polycrystalline ceramic, glass ceramic and resin composite material. Ceramic material is excellent in mechanical strength, chemical stability, and aesthetics. But ceramic is brittleness material and it is difficult to control the shrinkage ratio during sintering. The other hand good workability of the resin composite material is easy to fine

P2-G3-11 Steam Oxidation Behavior of Metallic Micro-cell UO_2 Nuclear Fuel Pellet

금속 미소 셀 UO_2 핵연료 소결체의 수증기 산화 거동

김동주*, 김건식, 김종현, 오장수, 김동석, 양재호, 구양현
한국원자력연구원

후쿠시마 원전 사고 이후, 경수로 핵연료는 우수한 성능뿐 아니라 사고저항성이 요구되는 방향으로 핵연료 연구 개발의 흐름이 변화하고 있다. 전 세계의 원자력 선진국들은 사고저항성 핵연료 (Accident Tolerant Fuel) 개념을 제시하고 이에 대한 연구 개발을 경쟁적으로 진행하고 있다. 한국원자력연구원은 고유의 사고저항성 핵연료를 개발 중이며, 금속 미소 셀 (metallic micro-cell) UO_2 핵연료 소결체는 사고저항성 핵연료 소결체로 제안하는 고유 개념 중 하나이다. 금속 미소 셀 UO_2 핵연료 소결체는 기존의 UO_2 소결체 내에 금속 물질을 효율적으로 배치함으로써, 핵연료 소결체의 열전도도를 크게 향상시키는 개념이다. 이로 인하여 핵연료의 온도는 저감되어 정상 운전 시 운전 여유도를 확보하고, 사고 시 사고 전개를 크게 지연시키는 효과를 갖는다. 본 연구에서는 금속 미소 셀 UO_2 핵연료 소결체 개발의 일환으로, 수증기 분위기 산화 시험을 수행하였다. 그 결과, 기존 UO_2 소결체에 비하여, 소결체 구조 건전성 측면에서 우수한 결과를 보이는 것으로 관찰 되었으며, 이는 금속 미소 셀 UO_2 핵연료 소결체의 사고 시 거동 해석에 활용 될 것이다.

중에 있다. 따라서 본 연구에서는 코팅의 열차폐 성능에 미치는 코팅층의 조성, 구조, 두께에 따른 영향을 열차폐 코팅 시험편의 표면과 밑면 온도의 차이를 측정하여 고찰하였다. 이를 위해 기존에 열차폐 코팅으로 적용되고 있는 얇은 코팅 및 두꺼운 코팅과 차세대 열차폐 코팅으로 연구 중인 Gd, Yb, La가 첨가된 열차폐 코팅에 대하여 열차폐 성능 평가를 수행하였다. 얇은 열차폐 코팅층에서도 세라믹 탑 층의 두께가 증가됨에 따라 열차폐 성능은 향상되었으며, 탑 코팅의 두께가 두꺼워짐에 따라 열차폐 성능은 비례적으로 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 한편, 희토류 원소인 Yb 및 Gd가 첨가된 Yb-Gd-YSZ 분말로 형성한 이중층 구조의 열차폐 코팅에서는 일반 순도의 8YSZ 분말 보다 고 순도 8YSZ 분말을 사용하여 완충층을 형성하였을 때 향상된 열차폐 성능을 나타내었다. $\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ 와 8YSZ를 혼합하여 형성된 열차폐 코팅에서는 계면의 수가 늘어남에 따라, 즉 다층화 구조에서 열차폐 성능이 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 그러나, 다층화 구조에서는 계면에서의 응력집중 및 인위적인 공정결함으로 낮은 열적 내구성을 나타냄에 따라 계면의 안정성 확보를 위한 추가적인 공정제어가 필요할 것으로 사료된다.

P2-G3-13 Synthesis and Densification of High Purity ZrC Powder - Effect of Residual Carbon

고순도 ZrC 계 분말 합성 및 소결 특성 - 잔류탄소의 영향

이세훈*, 유레이, FENG LUN
재료연구소

열탄화 환원법으로 고순도 ZrC 분말을 합성하였으며, 그 소결특성을 조사하였다. 특히 열탄화환원법으로 제조되는 탄화물에 흔히 형성되는 잔류탄소 함량을 조절해 주는 공정을 개발하였다. 이를 통하여 잔류 탄소의 함량을 조절하여 준 ZrC 분말의 형상 및 특성을 분석하였다. 잔류탄소는 탄소원으로 첨가된 페놀레진의 열분해 온도 및 승온 속도 등의 영향을 받았으며, 사용된 tube 로의 leak 영향도 나타났다. 최적 조건으로 제조된 분말의 경우 기존 공정으로 제조된 분말에 비하여 탄소원의 함량을 11% 감소시킨 경우에도 잔류 산화물이 존재하지 않는 고순도의 HfC 분말을 합성할 수 있었다. 소결 시 분말에 잔류 탄소가 함유된 경우 치밀화가 뚜렷히 억제됨을 알 수 있었으며, 소결체의 미세구조 상에서 잔류탄소들이 응집체를 형성 한 반면 최적의 조건으로 제조된 ZrC의 경우 치밀화 거동이 뚜렷히 개선되었으며, 1750°C, 40 MPa 의 조건으로 소결한 후 상대밀도 99.8%의 치밀한 소결체를 얻을 수 있었다. 또한 미세구조 관찰 시 잔류탄소의 존재를 거의 확인할 수 없었으며, 이로 부터 최적의 조건으로 제조된 ZrC의 경우 잔류탄소가 거의 존재하지 않는 고순도의 분말임을 확인할 수 있었다.

P2-G3-12 Thermal Barrier performance of Thermal Barrier Coatings with Design Factors

열차폐 코팅층 설계 인자에 따른 열차폐 성능 고찰

전수혁*, 이승수, 정성훈, 여관림, 정연길
창원대학교

가스터빈 고온부품은 고온의 화염에서 노출될 경우, 모재의 온도 수용성 한계로 인해 다양한 열화현상들을 경험하게 되며 이러한 열화를 방지하기 위하여 열차폐 코팅 (Thermal Barrier Coatings, TBCs)이 적용되고 있다. 최근 가스터빈의 터빈 입구온도가 점차 증가하는 추세이며, 이에 따른 기존에 사용되는 YSZ 소재는 적용한계를 직면하고 있으며, 이러한 한계를 극복하기 위하여 희토류 소재인 Yb, Gd, La 등이 첨가된 저 열전도성 열차폐 코팅이 연구

P2-G4-1 아이오딘 도핑 PCS섬유의 저압 불용화

서정민*, 조광연, KHISHIGBAYARKHOSERDENE
한국세라믹기술원

SiC섬유 제작과정 중 불용화 과정에서 섬유의 표면은 산소가 수반된 가교결합이 일어나는데 이로 인해 섬유는 가열하거나 용매처리를 하여도 녹지 않게 되며, 이를 불용화(Infusibilization) 또는 안정화(Curing)라고 한다. 열 산화방식은 비교적 반응시간이 오래 걸리고 화학적 방식은 아이오딘을 주로 이용하여 사용하는데 이는 산화력이 있고 독성 물질로 노출 시 피부와 눈에 심한 손상을 일으키고 장기간 또는 반복적으로 노출 시 장기에 손상을 일으킬 수 있는 위험 물질이다. 이를 극복하기 위해 아이오딘 사용을 최소화할 필요가 있다. 본 연구에서는 폴리카보실란에 아이오딘을 합성한 후 아이오딘 도핑 PCS 섬유를 제조하였으며, 그리고 안정화 반응시간을 단축하기 위하여 화학적 가교방법을 택하고 사용되는 아이오딘의 양을 조절하여 안정화 후 기능기 변화를 관찰하였으며, 이러한 방법으로한 SiC섬유의 제작 가능성 여부를 확인하고자 하였다. PCS와 일정비율의 Iodine을 Toluene으로 용해시킨 후 진공건조를 통하여 PCS와 Iodine을 도핑하였다. 도핑된 PCS를 용융방사하여 10wt%의 아이오딘을 추가로 첨가하여 저압(1.6 torr) 상태에서 180°C 24시간 불용화를 실시 하였고 1300°C에서 열처리를 하여 SiC 섬유 제작하였다. FT-IR, GPC, TGA, SEM-EDS를 사용하여 특성변화를 관찰 하였다. 인장강도를 혼합 조건에 따라 최대 1.15GPa 까지 얻을 수 있었으며 이것은 Tyranno SA 섬유와 비교하여 인장강도 39%정도의 성능을 보여준다.

P2-G4-2 마이크로파 대응 SiC 쉬트 제조 및 발열 특성 평가

서정민*, 조광연, KHISHIGBAYARKHOSERDENE
한국세라믹기술원

SiC 섬유는 고온에서 안정적으로 우수한 물성을 보이기 때문에 현재에도 지속적으로 새로운 물성의 개선이 시도되고 있다. 마이크로파에 의한 가열은 분자운동에 의한 내부 발열을 주체로 하기 때문에 특별한 열매체가 필요 없으며 매우 빠르게 피가열체 내부에 침투 하여 열에너지로 변환 하기 때문에 열전도에 요하는 시간이 불필요하다. 본 연구에서는 SiC fiber 이전에 불용화 단계에서 sheet 형태로 성형과 동시에 열처리를 하여 SiC sheet를 만들고 제작된 sheet에 microwave를 조사하여 열화상 카메라를 통한 최고 발열온도를 측정 하였다. TGA분석을 통해 탄화 수율을 측정하였고 SEM을 통해 발열 전후 표면 변화를 관찰 하였으며 SEM-EDS 분석으로 산소 침투 여부를 관찰하였다. SiC sheet 발열은 불용화 시 할로겐 농도에 의존하며 측정시 최대 온도는 1107°C이고 최대 온도 까지의 승온속도는 1분 이내 었다.

P2-G4-3 Electrophoretic Deposition on ZnO Layer according to ligands on Quantum Dot Surface**양자점 리간드 농도에 따른 전기영동 CdSe@ZnS LED 성능**

조성은*
홍익대학교

The ligands-dependent formation of electrophoretically deposited CdSe@ZnS QD film on ZnO layer was investigated. QD surface was passivated by the ligands to stabilize the dangling bond. However, when electrophoretically deposited film was formed, surface traps on the QD were required to be affected by the electric field. The addition of Acetonitrile(ACN) partially removed passivating ligands surrounding the QD surface. The trade-off between charge transport and charge transfer at interface was occurred. Increasing the trap states reduced the charge transport and enhanced film quality increased the charge transfer. Field effect transistor(FET) was performed to determine the trap-states on QD interfaced via threshold voltage shift.

P2-G4-4 Fabrication of TiO₂/SiO₂ Core/Shell Nanocomposites for UV Protection by Coating SiO₂**SiO₂ 코팅을 통한 자외선 차단용 TiO₂/SiO₂ core/shell 나노복합체 제조**

이덕희*, 신동윤, 박재량
고등기술연구원

환경오염에 따른 오존층이 점차 파괴되면서 자외선 조사량이 증가하고 우리가 커지면서 피부를 자외선으로부터 보호하기 위한 자외선 차단제 연구가 급증하고 있다. 자외선 차단제는 유기계와 무기계로 나누어지며 안전성이 높고 넓은 파장 영역의 자외선 차단이 가능한 무기계 자외선 차단제가 많이 이용되고 있다. 대표적인 무기계 자외선 차단제 소재인 TiO₂는 굴절률이 높고 광학적 성질이 우수하여 화장품 분야에서 폭넓게 사용되고 있으나 햇빛에 노출 시 광촉매 반응으로 인해 피부 트러블 및 인체에 좋지 않은 영향을 미치기 때문에 TiO₂ 표면에 Al₂O₃를 코팅하고 SiO₂, stearic acid 등 다양한 성분을 추가하여 원료로 사용하고 있다. 그러나 장시간 반응 시 자외선 차단 능력이 급격히 떨어지는 단점이 있다. 본 연구에서는 졸-겔법을 통해 상용 TiO₂ 나노 분말에 SiO₂를 직접 코팅하여 광촉매 반응이 절감된 TiO₂/SiO₂ core/shell 나노복합체를 제조하였다. SiO₂ 코팅을 위해 전구체 종류, 촉매, 온도, pH 변화 등 다양한 변수에 따라 TiO₂/SiO₂를 제조하였으며 XRD, UV-Vis, whiteness, XRF, TEM 등을 이용해 특성을 평가하였다.

P2-G4-5 Controlled Chemical Synthesis of bi- to few-layer MoS₂ QDs Thin Films
이중-다중층 MoS₂ 양자점 박막의 화학적 합성법.

VIKRAMAN DHANASEKARAN^{1*}, Sajjad Hussain²,
Jongwan Jung², 박희준¹

¹아주대학교

²Sejong University

Transition-metal dichalcogenides (TMDCs) have attracted significant attention due to their immense potential for use in various applications. Especially, molybdenum disulfide (MoS₂) has recently attracted much attention, because of their better electrocatalytic, electrical and optical properties relative to bulk MoS₂. We report wafer scale uniformity, simple and low cost preparation route for thin MoS₂ atomic layers onto SiO₂ and ITO-coated glass substrates by chemical bath deposition (CBD). The prepared films were subjected to post-heat treatment under sulfur environment at 450°C for their crystallinity improvement. The layer thickness variation was demonstrated by their characteristic peak observation of A_{1g} and E_{1_{2g}} mode in Raman scattering analysis. TEM and AFM analyses confirmed the number of layer and film thickness of bi- to few-layer MoS₂ films. UV-vis and PL spectra proved their enormous optical behavior. The primitive lattice hexagonal structure of MoS₂ with the preferential orientation of (002) lattice plane was confirmed by XRD analysis. For FETs performance, the mobility value of ~0.21 cm²/Vs and current on/off ratio on the order of ~10⁵ were obtained for tri-layer MoS₂, and the mobility increased up to ~1.06 cm²/Vs for few-layer MoS₂. Furthermore, the feasibility of MoS₂ atomic layers formation onto ITO, which can be extended to the electrochemical cell towards the detection of hydrazine oxidation, was investigated.

P2-G4-6 The Emission Wavelength of InP/ZnS Quantum Dots Synthesized with Precursor Ratio
전구체 비율에 따른 InP/ZnS 양자점의 발광특성

서한옥^{1*}, 박지영¹, 정다운¹, 임경묵¹, 현승균², 김범성¹

¹한국생산기술연구원

²인하대학교

반도체 나노입자중에 양자 구속 효과를 가진 양자점은 크기에 따라 가시광선에서 자외선 영역까지 발광 파장 조절이 가능한 특징을 활용하여 의학, 광학, 전자소자 분야에 활발한 연구가 진행되고 있다. InP 양자점은 전범위의 가시광선을 발광하는 대표적 비카드뮴계 양자점으로 많은 연구가 진행되어왔다. 하지만 InP는 공유결합성이 이온결합성보다 크고 표면 결합으로 인해 코어 효율이 상대적으로 낮아 이를 극복하기 위해 코어/셸 구조로 합성한다. 본 실험에서는 배치타입으로 실험을 진행하였으며 In의 전구체로 InCl₃를 사용하였고 셸 전구체로는 Zinc stearate 와 Trioctylphosphine-Sulfur를 사용하여 InP/ZnS(코어/셸)를 합성하였다. In전구체를 보다 유독성이 낮은 Tris (diethylamino) phosphine로 합성 후 셸을 코팅하였다. InCl₃ : ZnCl₂ 의 비율을 1:0, 1:1, 1:2, 1:3, 1:5로 조절하여 코어 합성 후 연속적으로 셸을 씌우는 실험을 진행하였다. 자외선 가시광선 분광 광도계와 광루미네센스로 광학 특성을 분석하였다. 실험 결과 ZnCl₂의 첨가비율이 증가함에 따라 발광파장이 559 nm에서 608 nm로 증가하는 경향의 발광특성을 가짐을 알 수 있었다. 이는 InP 합성시 첨가 되는 ZnCl₂가 반응속도가 낮은 InP 합성을 촉진시키고 크기를 균일하게 하는 효과를 가지는 것으로 판단된다[1]. InP 합성시 ZnCl₂ 함량의 조절만으로 비교적 넓은 영역의 가시광선을 발광하는 InP/ZnS 양자점을 합성할 수 있음을 알 수 있었다.

Reference [1] E. Ryu , S. Kim , E. Jang , S. Jun , H. Jang , B. Kim , S. W. Kim , Chem.Mater. 2009 , 21 , 573 .

P2-G4-7 Interfacial Aggregation of Nanosized Boron Nitride Nanoplatelets and Thermal Conductivity of Thermally Conductive Ceramic-polymer Composites

나노크기 판상형 질화붕소의 계면 응집 및 열전도성 세라믹-고분자 복합체의 열전도 특성

김영국*, 이정국, 백연경, 정재용
재료연구소

We report increase of thermal conduction of Al_2O_3 -based silicone polymer composites by induced clustering of thermally conductive BN nanoplatelets. Initially, polymer composite containing various amount of spherical Al_2O_3 fillers up to 70 vol% are prepared and measured thermal diffusivity (TDz) along through-plane direction are 0.7 mm²/s at best. This value of TDz is only 5% of known TDs for bulk polycrystalline Al_2O_3 . The main cause of the low thermal transport properties is assumed to be discrete distribution of thermally conductive fillers. Then, small amount of nanocrystalline platelets are incorporated to enhance the connectivity between fillers. Al_2O_3 containing composite shows TDz of enhanced to 1.0 mm²/s after subsequent addition of BN nanoplatelets by 6 vol%. From Raman spectroscopic measurement, interfacial aggregation of BN nanoplatelets are confirmed. Further addition of BN nanoplatelets results in abrupt increase in TDz upto 1.5 mm²/s which is almost twice as high as pristine Al_2O_3 -containing polymer composite. Here, the clustering of thermally conductive ceramic fillers is shown to be induced by spatial confinement in the gaps between macroscopic Al_2O_3 spheres, which can be attributed to be main cause of rapid improvement of thermal diffusivity in the composites.

P2-G4-8 Enhanced of Yellowness of α -FeOOH Nanorods using Morphology and Core-Shell System

형상 및 코어셸 시스템을 이용한 α -FeOOH의 황색도 향상 연구

윤지연^{1*}, 유리², 김유진²
¹인하대학교
²한국세라믹기술원

Fe based pigments have attracted attention due to their depending on the oxidation number and the color in various forms as α -Fe₂O₃ (red), Fe₃O₄ (black), α -FeOOH (yellow), β -FeOOH (yellow-red), γ -FeOOH (brown). Colors of pigments can be controlled by adjusting certain experimental parameters. Especially, color of nano size pigments were tuned by controlling of their size and morphology. The length of the α -FeOOH rods depended on the concentration of raw materials, such as alkali solution. In this work, we studied the morphology and coloration of α -FeOOH nanorods prepared via a hydrolysis method using Fe(NO₃)₃ and alkali solution. Also, high quality yellow coloration was obtained after silica coating of the α -FeOOH core-shell structure. Details of the coloration and phase structure of α -FeOOH were characterized by UV-vis, CIE Lab color parameter measurements, SEM (scanning electron microscopy) and XRD (powder X-ray diffraction).

P2-G4-9 Study of Whiteness of Chlorine Method Rutile TiO_2 by Ceramic Coating

세라믹 코팅을 통한 염소법 루타일형 TiO_2 의 백색도 연구

유리^{1*}, 윤지연², 김유진¹

¹한국세라믹기술원

²인하대학교

Titanium dioxide (TiO_2) is used as a white pigment for architecture, cosmetic, and paint because it efficiently scatters visible light, there by imparting whiteness, brightness and opacity. A great deal of effort has been devoted to improving efficiency of white pigments such as using chlorine method. To retain and enhance the whiteness and reflectivity of white pigment, we adopted core-shell system. Especially, various shell approaches have been developed for light harvesting in white pigments with introducing light-scattering materials with the silica (SiO_2), aluminum oxide (Al_2O_3) and zirconium dioxide (ZrO_2) as shell materials. Control of the shell thickness and whiteness of the TiO_2 pigment was important factor for high quality outdoor white pigments and their shell thickness was achieved by regulating the reaction time, concentration and shell materials. Details of the coloration and phase structure of TiO_2 pigment were characterized by UV-vis, CIE Lab color parameter measurements, TEM (transmission electron microscopy) and XRD (powder X-ray diffraction).

efficiency of CIGS solar cell with 0.25 mol% Na improved from 7.45 to 8.21%, which corresponds to an improvement of ~10.2% compared to 0 mol% Na sample, which resulted from improved open circuit voltage (V_{oc}) and fill factor. The incorporation of Na induced the reduction of the donor-like In_{Cu} defects that increase in net hole density and thus V_{oc} . The higher grain boundary potential was obtained with increased content of Na, which positively affected the efficiency of the solar cell. This work demonstrates a possibility of the incorporation of Na into the nontoxic precursor solution of CIGS to improve the photovoltaic characteristics.

P2-G4-11 Synthesis and Characterization of Cd-free InP Quantum dot

Cd-free 양자점 개발을 위한 InP 양자점 합성 및 특성평가

강이승*, 홍명환, 주소영, 안혜란, 김태형, 이찬기

고등기술연구원

양자점 형광체는 최근 삼성에서 양자점 소재의 뛰어난 색 재현성을 이용한 UHD 급 TV 개발에 성공하면서 디스플레이용 양자점 기술 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 뿐만 아니라 실리콘을 대체하여 보다 넓은 영역의 광흡수가 가능한 고효율 차세대 태양전지 재료 및 세포 이미징과 약물전달 등에 응용 가능한 바이오 소자로서도 주목받고 있다. 기존에는 주로 CdSe 조성을 이용하여 연구가 진행되었으나, Cd의 경우 인체에 해로운 물질로써 유럽에서는 RoHS 규제 대상으로 선정되어 있다. 이에 따라 현재는 ZnSe, CuInS, InGaP 등 새로운 양자점 조성 개발에 대한 필요성이 절실히 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 Cd-free 형광체 재료로써 InP 양자점을 합성하고 발광 특성 및 Quantum yield를 평가하였다. InP 양자점의 안정성 향상 및 Quantum yield 증대를 위해 ZnS 등을 이용한 core/shell 구조를 합성하였고 최적의 합성 비율을 달성하기 위해 전구체의 투입 비율, 농도 및 반응 온도 등 공정 변수에 따른 특성 변화 추이를 관찰하였다. 합성한 양자점은 투과전자 현미경(Transmission electron microscopy), UV-visible Spectroscopy, Photoluminescence 등을 이용하여 평가하였다.

P2-G4-10 Na-dissolved Solution Approach for CIGS Absorber-based Thin Films Solar Cells

CIGS 기반 박막 태양전지를 위한 전구체 용액의 Na 첨가 연구

장진우*, 척익진, 이승민, 조용수

연세대학교

A nontoxic solution spin-coating method has been regarded as a promising solution to the typical co-evaporation approach for preparing $\text{CuIn}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{Se}_2$ (CIGS) absorber films. We present improved photovoltaic and grain boundary characteristics of CIGS thin films spin-coated by Na-dissolved nontoxic precursor solution. The extensive range of 0.05 to 0.5 mol% Na incorporated intentionally into CIGS precursor solution. The conversion

P2-G4-12 Fabrication and Characterization of CuS/SiO₂ for Energy-efficient Window Glass

창유리 코팅용 CuS 소재의 에너지 효율 향상을 위한 SiO₂ 코팅 및 특성 평가

안혜란*, 강이승, 김태형, 홍명환, 주소영, 이찬기

IAE고등기술연구원

창유리용 코팅소재에는 높은 가시광 투과, 자외선/적외선 및 태양 복사열 차단 특성을 지닌 소재를 이용하며, 그들의 종류에는 유기계 염료, 인듐주석산화물(ITO) 및 안티몬주석산화물(ATO) 등이 있다. 하지만 고가의 원소를 포함하고 있는 만큼 비싼 가격과 원료 수급의 불안정으로 이에 대한 대체 물질 개발이 시급하다. 이에 본 연구에서는 가격경쟁력과 성능에서 우수한 CuS 소재를 대체 물질로 선정하였다. 하지만 CuS 소재의 경우 높은 광축매 효과를 가지고 있어 창유리용 코팅소재로 사용할 시 고분자 기지를 분해할 수 있다. 따라서 CuS 표면에 SiO₂ 코팅을 통해 광축매 효과를 절감시키고자 하였으며 이를 위해 전구체인 TEOS의 농도, 합성 시간 및 pH 등의 변수 조절을 통해 최적의 SiO₂ 코팅 조건을 확립하였다. 이렇게 진행된 CuS/SiO₂의 특성은 투과전자현미경(transmission electron microscopy), X-선 형광분석기(x-ray fluorescence)을 통해 규명하였고, 이들의 광축매 효과를 통한 특성 평가는 solar simulator와 UV-Visble spectroscopy를 통해 평가하였다. 그 결과 CuS의 광축매 효과를 절감시켜 고분자 분해를 억제하고 광학적 특성 향상을 얻을 수 있었다.

P2-G4-13 Synthesis and Optical Properties of Silica Nanoparticles

실리카 나노 입자의 합성 및 광학적 특성

정자운*, 김대진, 한준수, 유복렬

한국과학기술연구원

Well-defined nanostructured silica materials have received considerable attention because of their unique properties such as low density, large surface area, excellent loading capacity, high permeability, and potential applications in catalysis, filters, energy, waste removal, display, low dielectric materials, drug/gene storage, and controlled release. Silica nanoparticles are synthesized starting from a tetraethyl orthosilicate (TEOS). Many researchers have

focused on synthetic approach to get well controlled monodisperse silica nano particles. Silica nanoparticles (SNPs) are made from a simple method, and size of spherical silica particles can be changed easily by various reaction factors such as temperature, pH, the mole ratio of TEOS to ethanol and stirring speed. Also particles are good photonic crystals, and safety in our organic system. So we controlled a few things by Stober method and obtained monodisperse spherical shape. Also we can controlled various size silica particles. Finally we will present synthesis method and optical properties of silica nanoparticles.

P2-G4-14 Simple Fabrication Method of Ceramic Core using a Dual Coating Process

이중 코팅 공정을 이용한 세라믹 중자 제작 방법

최현익*, 박예영, TUMENBAYAR ERDENECHULUUN,

조근호, 김은희, 정연길

창원대학교

본 연구에서는 고온 적용이 가능한 세라믹 중자를 간단한 방법으로 제작할 수 있는 새로운 공정과 이에 따른 강도특성을 확보하였다. 기존의 유기-무기 바인더 전환공정에서는 한가지의 유기 바인더만 사용해 왔으나, 본 연구에서는 분자량이 상이한 두가지 유기 바인더를 적용하는 이중 코팅공정을 통해 무기 바인더의 함침 양 및 코팅 효율을 증가시켜 강도특성을 향상시켰다. 우선, 출발입자를 저 분자량 PVA로 코팅한 후, 고 분자량 PVA를 코팅하여 성형체를 제조하였으며, 저 분자량의 PVA를 휘발(제거)시키기 위해 250°C, 4h 열처리하였다. 열처리된 시험편은 tetraethyl orthosilicate (TEOS, SiO₂ 전구체)와 sodium methoxide (NaOMe, Na₂O 전구체)으로 구성된 무기 바인더 전구체 용액에 침지시킨 후, 80°C에서 1h 건조하였으며, 유기-무기 바인더 전환공정을 위해 1000°C에서 1h 열처리하였다. 성형강도는 유기 바인더의 함량 증가(성형밀도 증가)에 따라 증가하였다. 한편, 2차 열처리(유기-무기 바인더 전환공정)에 의해서도 유기 바인더의 함량 증가에 따라 강도특성이 향상됨을 확인할 수 있었다. 이는 1차 열처리 후 형성된 저 분자량의 공간에 의해 무기 바인더의 함침 양이 증가하고, 유기 바인더의 함량 증가에 따른 성형밀도 증가에 따라 입자 간 접촉면적의 증가로 인한 결과로 사료된다. 세라믹 중자 제작에 새로운 공정의 적용성 및 최적화 확보를 위해 저 분자량 및 고 분자량의 혼합 비율, 이중 코팅공정에서 코팅 순서 등에 따른 무기 바인더의 전환효율과 이에 따른 강도특성에 대해 고찰하였다.

P2-G4-15 New Process for Improving Fracture Strength of Ceramic Mold and Core in Sand Casting

사형 주조용 세라믹 주형 및 중자의 강도 향상을 위한 새로운 공정 연구

박혜영*, 척현익, TUMENBAYAR ERDENECHULUUN, 조근호, 김은희, 정연길
창원대학교

본 연구는 사형주조에서 사용되는 세라믹 주형 및 중자의 강도를 향상시키기 위한 새로운 공정에 대한 것으로, 유기 바인더의 조성 조합비가 파괴강도에 미치는 영향을 고찰하였다. 기존의 무기 무기 전환공정에서는 출발물질과 유기 바인더로 성형된 시험편에 코팅된 무기바인더 전구체(실리카의 전구체인 tetraethyl orthosilicate와 산화나트륨 전구체인 sodium methoxide)가 열처리에 의해 유리화됨에 따라 강도를 발현하였다. 하지만 이러한 공정은 무기 바인더 함침 공정에서 제작 시 첨가 된 유기 바인더로 인해 빈 공간이 부족하여 코팅 효율을 저하시켜 세라믹 주형 및 중자의 기계적 특성을 완전히 발현하지 못하였다. 새로운 공정에서는 출발입자에 충분한 양의 무기 바인더를 코팅시키기 위해 유기 바인더로 분자량의 차이가 큰 두 종류의 poly vinyl alcohol(PVA)을 혼합 후 사용하였으며, PVA의 휘발 온도 차이를 이용하여 250°C에서 열처리를 통해 낮은 분자량 (Mw 13000-23000)의 PVA를 제거하여 무기 바인더가 코팅될 수 있는 공간 및 표면적을 확보하였다. 열처리된 시험편은 무기 바인더 용액에 함침시킨 후, 80°C 건조 및 1000°C에서 열처리를 하여 유리질 형성을 유도한다. 시험편의 성형강도는 출발분말의 입자 사이에 잔류하는 높은 분자량의 PVA (Mw 89,000-124,000)와 입자 표면에 코팅된 무기 바인더에 의해 발현하게 되고, 소성강도는 1000°C 열처리 후에 생성된 유리질에 의해 발현하게 된다. 새로운 공정이 적용됨에 따라 무기 바인더의 코팅 효율, 즉 무기 바인더의 생성량이 증가되어 높은 강도를 발현하였다.

P2-G4-16 Study on the High Heat Resistance/ the Low Dielectric Polyimide Film using the Nanomaterials

나노 무기 소재를 이용한 고내열/저유전 폴리이미드 필름용 복합소재 연구

오미혜*, 윤여성, 김이영, 김남일
자동차부품연구원

유연 회로 기판의 소재로 사용되고 있는 폴리이미드 소재는 높은 내열성과 낮은 유전율이 요구된다. 외부의 전기적 신호에 대한 부도체 내의 분자들의 분극현상의 정도를 나타내는 유전율은 온도와 측정 주파수에 따라 그 값이 차이를 나타낸다. 회로기판의 동작에 있어 유전율이작을수록 신호 처리 속도가 빨라지고 전송손실이 줄어든다. 따라서 높은 성능을 나타내는 회로 기판을 제작하기 위해 폴리이미드 필름 복합소재를 제작하였다. 필름의 특성 향상을 위한 복합화 과정에서 필러의 선정이 매우 중요하다. 이때 나노 복합 필러의 네트워크 구성 및 분산특성을 고찰하여 최적의 필름 레시피를 제안하고자 하였다. 나노 무기 소재의 분산을 위해 초음파, 고속믹서 등의 혼합 시스템을 적용하였다. 분산특성은 UV-vis, 열전도 특성 및 유전율 측정을 통해 필러에 의한 필름 성능 변화를 고찰하였다.

P2-G4-17 Enhanced Infiltration Behavior of Silica based Ceramic Core by Amine Fabricated Alumina Particle

표면 아민기가 접합된 알루미나 입자를 통한 실리카 기반의 세라믹 코어의 침투 거동 변화

한진순*, 안계석, 척수완, 허재욱, 최성철
한양대학교

Alumina colloidal particles were used for enhancing mechanical properties of silica based ceramic core forming mullite on its surface. However it still has place to be improved with polyethyleneimine (PEI) attached alumina which improves its dispersion behavior and infiltration behavior. Amine attached alumina shows maximized positive charge derives increased electrostatic force that makes attractive force with silica, and repulsive force with other alumina particles. This attached functional amine group was identified by the C-H and N-H vibration which can be seen from Fourier Transform Infrared (FT-IR) spectra. With various intensity of specific bond, the surface charge altered from -3 to 45 mV. These aspects affect to polydispersity index decrease which indicates better dispersion behavior and average size also decreased from 178 to 58 nm. Consequently these phenomena results acceleration of alumina infiltrating process to silica core with enhanced electrostatic attraction force.

P2-G4-18 Combustion Synthesis of Nano Mg Al₂O₄ Spinel using Metal Hydroxides이문균*
서울대학교

MgAl₂O₄ is one of the most widely researched spinel due to its excellent multi-properties that meets various technological requirements. In this study, we report synthesis of MgAl₂O₄ spinel obtained using solution combustion synthesis (SCS) with metal hydroxide as raw precursors and the influence of different fuels, such as citric acid, oxalic acid, and urea, are explored. The obtained results are discussed in terms of XRD, SEM, TEM and BET surface area analysis techniques. The TEM and XRD study reveals that samples calcined at 1100°C shows generally reported aggregated particles having pure spinel phase with particle size of 30.91 and 24.52 nm for citric acid and oxalic acid, respectively, whereas stoichiometric and non-stoichiometric mixed spinel phase of 36.75 nm with urea.

P2-G4-19 Double Absorber PbS Solar Cells on ZnO Nanorods**ZnO 나노로드 를 이용한 이중 흡수층 PbS 태양전지**이승민*, 연득호, 조용수
연세대학교

Here, we demonstrate a scalable, low cost and less toxic synthesis route for the fabrication of PbS/CdS heterojunction thin film solar cells with ZnO layers. Three different device architectures were studied in this work. The reference device has the structure of Al/PbS double layers/CdS/FTO/glass. The other two devices included ZnO layers, namely planar (Al/PbS double layers /CdS/ZnO/FTO/glass) and NR-based (Al/PbS double layers/CdS/ZnO NR/ZnO/FTO/glass). A stack of two band-aligned PbS absorber facilitates absorption of a wider range of solar spectrum. The PbS/CdS thin film solar cells combined with ZnO nanorods array showed an efficiency of ~5.59% which is the highest efficiency obtained so far for the PbS-based solar cells not involving quantum dots. Compared to a ZnO planar device, the ZnO NR-based device enhanced the efficiency by ~29% primarily due to a significantly higher photon absorption in the PbS layer, as revealed by a detailed 3D finite difference time-domain optoelectronic modelling of the device.

P2-G5-1 Gradation of Color Shaded Zirconia Dental Block by Reduction Firing**지르코니아 덴탈블록의 환원소성에 의한 색상변화**김병기*, 장명철
군산대학교

치과용 지르코니아 컬러셰이드 블록의 색상변화를 환원소성분 위기 조절로 조사하였다. 토소사의 지르코니아 원료분말(Zpex-white, yellow, pink, gray)을 색상배합비에 따라 혼합하였다. 실험 색상은 치과도재의 VITA-Classical에 따라 A2, A3.5, A4, B3 의 4가지 색상을 내는 배합비로 원료분말을 혼합하여 등방가압성형(CIP)하여 직경 10 cm 두께 12 mm의 성형블록을 만들고 이를 1100 °C에서 4시간 소성하고 냉각 후 다시 1540°C에서 3시간 소성 및 냉각하여 블록색상을 내었으며 환자의 치아치료에 사용하는 치아크라운 색상기준과 유사한 A2, A3.5, A4, B3 색상을 내었다. 이를 환원소성로에 넣어 질소분위기로 800°C - 1300°C 사이에서 온도 및 유지시간에 따른 색조변화를 조사하였다. A2-A3.5의 배합비변화에 의한 멀티블록을 성형하여 위의 소성공정을 거쳐 1540°C소성 후 두께 방향으로 멀티컬러블록을 제조하여 환원소성을 통한 색조변화를 조사하였다. 환원소성에 의한 Fe, Co 첨가원소의 원자가 변화 및 색상조합으로 인한 색조변화를 라만스펙트럼을 측정해 분석하였다.

P2-G5-2 Porous Calcium Phosphate (CaP) Scaffolds using 3D Printing System ; Rapid Direct Deposition with CaP Paste

3차원 프린팅 기법을 이용한 고기능성 3차원 다공성 인산 칼슘계 세라믹 지지체 제작 기술

조인환*, 고영학, 척하령
고려대학교

We herein propose a novel way for manufacturing highly porous biphasic calcium phosphate (BCP) scaffolds with tubular structure with proper mechanical properties using rapid direct deposition of dual phase initial feed rod, which are consisted of a carbon black paste core with ceramic paste as a shell. This novel technique make full use of inherent propriety of methylcellulose (MC) polymer used as the binder in aqueous system for fabricating stable initial feed rod. This allowed samples with dual pore structure both 3-dementionally fully interconnect pore and interconnected tubular BCP channel. In this study, to accomplish the goal, one of the advanced and promising technique named 'RDD-Robot ; rapid direct deposition robot' system is applied to fabricating 3-D porous bio-ceramic scaffold and controlling their pore structure specifically the porosity with a BCP as a starting materials, which is well known as a one of the most biocompatible bio-ceramic. The 3-D porous BCP scaffolds are deposited in acetone bath by using air pressed 3-D RDD robot with a syringe and 20-gauge nozzle tip. In the syringe, BCP-MC(methyl cellulose) paste which are comprised of 60wt% of BCP and 5wt% of MC(methyl cellulose) in relation to distilled water, are packed. The characteristics of sintered 3-D porous BCP scaffolds were closely observed by SEM (scanning electron microscopy) and their mechanical property in terms of compressive strength is examined.

P2-G5-3 Photocurable Ceramic-based 3D Printing Technique for Bioceramic Scaffolds

광경화성 세라믹 기반 3D 프린팅 기술을 이용한 다공성 생체세라믹 스캐폴드

이정빈*, 고영학, 맹우열, 척지웅
고려대학교

골 조직 결손 부위에 식립되어 최종적으로 효과적인 재건을 돕는 생체 세라믹 스캐폴드는 다양한 제조 방법들이 개발되어 있다. 그러나 기존의 전통적인 제조 방법들은 생체 세라믹 스캐폴드의 기계적 물성 및 생물학적 특성에 영향을 주는 기공 구조(기공율, 기공크기, 기공형상)를 정밀하게 제어하는 데에는 어려움이 있다. 따라서 최근 각광받고 있는 기술인 3D 프린팅법을 접목하여 전통적 방식의 한계점을 극복할 수 있는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 기술은 기본적으로 컴퓨터로 디자인된 파일을 바탕으로 샘플을 제작하는 방식이기 때문에, 고도로 정렬된 기공 구조는 물론, 다양하고 복잡한 형상의 구현이 가능하다. 본 연구에서는 BCP(Biphasic calcium phosphate)와 HDDA(1, 6-Hexanediol diacrylate)를 혼합하여 BCP 함량 45vol%의 고충진 세라믹 슬러리를 제조 후, 3D 프린팅법 중 하나인 DLP(Digital Light Processing) 기술을 사용하여 정밀하게 제어된 생체 세라믹 스캐폴드를 제조하였고, 제조된 다공성 BCP 지지체를 1200도에서 1350도까지 각 온도 별로 소결하여 각 샘플에 대한 상 변화 관찰 및 기계적 특성, 그리고 생체 유사 용액인 SBF 용액에서 아파타이트 생성 능력을 평가하였다.

P2-G5-4 Effect of Different Hydrothermal Condition on the Surface Structure and Apatite Growth of Titanium Biomaterial

다양한 수열처리법이 표면개질 및 타이타늄의 아파타이트 성장에 미치는 영향

이맘이크발*

Yeungnam University

Biomaterials have been investigated in depth, particularly titanium base biomaterial due to its potential as bone substitute. Surface modification have been executed via hydrothermal method using various solution. Sodium hydroxide (NaOH), hydrogen peroxide (H_2O_2), and hydrochloride acid (HCl) solution were prepared to conduct this experiment. Different concentration (by molar and volume percentage), time (0.5, 1, 2, 4h) and temperature (100, 120, 150, 160, 220°C) were applied to inspect the surface structure formation. Selected sample from each solution type will be examine further for apatite growth analysis by simulated body (SBF) fluid and in vitro test. Several structure formation such as leaves-like, needle, nanowire, nanoporous or coral-like were observed by x-ray diffraction (XRD), and scanning electron microscopy (SEM) respectively. New structure formation mechanism is propose for some of the attained structure. Supported by energy dispersive x-ray spectroscopy (EDS), atomic force microscopy (AFM), and fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) data, the apatite formation analysis showed that sample treated in NaOH and H_2O_2 provide a better space for hydroxyapatite (HA) attachment and the opposite for cell proliferation, sample treated in H_2O_2 exhibit better cell proliferation followed by HCl and lastly NaOH. Considering the result titanium treated in NaOH solution with nanowire structure give the best apatite formation for bone substitute.

P2-G5-5 Porous Collagen/Hydroxyapatite Scaffolds with Tailored Macro/Nano Porous Structure using 3D Plotting Technique

나노섬유형 콜라겐 필라멘트로 이루어진 매크로/나노 다공성 콜라겐 지지체 제조를 위한 3D 바이오플라팅 기술

김종우*, 최재원, 고영학

고려대학교

This study proposes self-assembly-induced 3D plotting as an innovative solid freeform fabrication (SFF) technique for the production of macro/nano-porous collagen/hydroxyapatite (HA) scaffolds, particularly comprised of nanofibrous collagen/hydroxyapatite (HA) filaments. In this technique, collagen/hydroxyapatite (HA) filaments deposited in a coagulation bath could be effectively gelled through the self-assembly of collagen molecules into fibrils, accordingly, enabling the 3-dimentional deposition of collagen filaments with a collagen nanofiber network. The unique macro/nano-structure could be structurally stabilized by dehydration process coupled with chemical cross-linking. All the collagen/HA composite scaffolds produced with various HA contents (0 wt%, 10wt%, 15wt%, and 20wt%) showed that straight collagen/HA composite frameworks were well constructed in a controlled periodic pattern. The porous collagen/HA scaffolds had 3-dimentionally interconnected macropores separated by nanoporous collagen/HA filaments. In addition, the macro/nano-porous collagen scaffolds showed the tensile strength of about 353~800 KPa at a porosity of ~ 95vol% and excellent in vitro biocompatibility, assessed using pre-osteoblast MC3T3-E1 cells.

P2-G5-6 Gradually Porous Bio Ceramic Scaffolds using Ceramic/Camphene-based Three-Dimensional Co-Extrusion

경사기능형 다공성 바이오 세라믹 소재 제조를 위한 양적층 방법의 3D프린팅 제조기술

안민경*, 이정빈, 고영학
고려대학교

Porous ceramics have been extensively used in diverse fields, for examples, as scaffolds for bone regeneration, components for thermal insulation and filters, and preforms for structural composites. Fundamentally, the functions of porous ceramics are strongly affected not only by their porous structure (e.g., overall porosity, pore size, pore geometry, and pore interconnectivity), but also by the distribution of those pores. We herein demonstrate a novel, versatile approach to produce biomimetic porous ceramics with a continuously gradient porous structure using three-dimensional extrusion of a bilayered ceramic-camphene mixture/pure camphene feedrod. In this study, bi-layered feed rod comprised of the ceramic/camphene mixtures and low contents of ceramic or pure camphene used as the lower and upper part feed rod. Bi-layered feed rod could be gradually extruded with core/shell structure because of the wall slip phenomenon. This enabled the formation of green filaments comprised of a camphene core surrounded by a ceramic/camphene shell, where the core/shell thickness ratio increased gradually as extrusion proceeded. Biphasic calcium phosphate (BCP) ceramics with a gradient porous structure could be successfully produced by three-dimensionally depositing the extruded filaments layer by-layer. We evaluated gradient micro structure with produced gradient porous BCP ceramic scaffold by scanning electron microscopy (SEM) and Micro CT.

P2-G5-7 Fabrication of Porous Tetragonal Zirconia Polycrystal (TZP) Scaffolds using Rapid Direct Deposition System

쾌속적층 방식을 이용한 다공성 지르코니아 세라믹 스캐폴드 제조

척하영*, 고영학, 조인환
고려대학교

Zirconia has been widely used as bio-implant because of their mechanical properties, chemical stability, and refractoriness. Porous scaffolds with ceramics have been manufactured by variety methods but most of them are complex, costly and inefficient. In this study, porous scaffolds with tetragonal zirconia polycrystal (TZP) were fabricated by using three dimensional rapid direct deposition system (3D-RDD) couple with solvent extraction methods. Solvent extraction process was performed using methylcellulose (MC) in acetone bath and it was demonstrated that feasible successfully. The TZP paste was composed of 3.5wt% of MC solution with distilled water, dispersant (KD-6), and nano-sized TZP powder. In order to optimize the conditions of TZP filaments, composition of TZP, nozzle size were considered. By modifying distance between each filaments, porous of scaffolds were controlled mechanical property in terms of compressive strength would be analyzed.

P2-G5-8 Physical Pretreatment used in Biomass Change by the Property of the Ball

물리적 전처리에 사용되는 ball의 특성별 바이오매스 변화

권정희*, 이진형
한국세라믹기술원

화석에너지의 대체 방안으로 신재생에너지의 원료 중 하나인 바이오매스를 활용하여, 화학적 전처리 방법에 비해 짧은 공정 시간과 적은 비용, 폐수 및 오염물질 발생의 저감에 가장 활용도를 높일 수 있는 물리적 전처리 방법에 대한 다양한 연구를 실시하였다. 본 연구에서 바이오매스는 chopping 되어진 옥수수대를 70°C에서 24시간 건조되어진 것을 사용하였으며, planetary milling machine에서 300 rpm으로 시간별 size distribution을 실시하였다. Milling에 사용되어진 ball의 재질은 각각 steel (FeO_3), alumina (Al_2O_3), zirconia (ZrO_2), 세 가지 종류이며, 동일한 크기와 부피비율로 실험을 진행하였다. 본 연구에서는 ball의 재질에 따른 표면 분석을 형상측정 레이저 마이크로스코프를 이용하여, 그래프로 나타내었으며, XRD pattern을 이용한 바이오매스의 결정성의 변화와 SEM을 이용한 바이오매스의 표면 변화를 관찰하여, 비교분석 하였다.

P2-G5-9 Synthesis of Nanofibrous Collagen/Hydroxyapatite Composite Microspheres using Nonsolvent Induced Phase Separation(NIPS)

나노섬유가 있는 콜라젠/아파타이트 복합 구형 지지체

최재원*, 고영학, 김중우
고려대학교

This study proposes an innovative way of synthesizing porous collagen/hydroxyapatite composite microspheres with a nanofibrous structure with nonsolvent induced phase separation (NIPS). In particular, a collagen/hydroxyapatite solution deposited in a coagulation bath could be effectively gelled through the self-assembly of collagen molecules into fibrils through exchange of solvent and nonsolvent. A range of HA particles (0, 10, 15 and 20 wt.% in relation to the collagen) were added to a collagen solution in order to improve the biocompatibility of the collagen/hydroxyapatite composite microspheres. The incorporation of the hydroxyapatite particles to the collagen led to a considerable improvement in in vitro bioactivity, which was assessed by immersing the collagen/hydroxyapatite composite microspheres in simulated body fluid (SBF). A number of apatite crystals could be precipitated on the surface of the collagen/hydroxyapatite composite microspheres after soaking in the SBF for 3 days. The in vitro apatite-forming ability and biocompatibility of the nanofibrous collagen/hydroxyapatite composite microspheres was significantly enhanced with an increase in hydroxyapatite content, demonstrating their great potential for the promotion of bone tissue regeneration.

P2-G5-10 Surface Functionalized Crystalline Nano Cellulose for Poly(methyl methacrylate) Composites

표면 개질된 결정성 나노셀룰로오스의 Poly(methyl methacrylate) 복합체 적용

유준형*
한국과학기술연구원

최근 환경 규제에 따른 자연친화적 소재 적용이 요구되는 가운데, 천연 소재이면서 뛰어난 물성을 지니고 있는 결정성 나노 셀룰로오스(CNC)를 복합체에 적용하는 연구가 활발히 진행되고 있

다. 본 연구에서는 CNC와 poly(methyl methacrylate) (PMMA)를 복합하여 친환경 패키징 소재에 적용하고자 하였다. 복합체 내에서 CNC의 분산성을 향상시키기 위해 아크릴계 silane coupling agent를 사용하여 CNC의 표면 개질을 진행하였고, CNC/PMMA 복합체는 casting 법을 적용하여 film 형태로 제조하였다. 개질된 CNC의 표면특성은 XPS와 FT-IR 분석을 통해 확인하였고, 개질된 CNC를 이용하여 제조된 CNC/PMMA 복합체는 내열특성과 광 투과도, 산소 및 수분 투과율을 측정하여 친환경 패키징 소재로서의 적합성을 평가하고자 하였다.

P2-G5-11 Concentration-dependent Cytotoxicity of Potassium Niobate Sub-micron Particles in Prostate Cancer Cells

J.G. Fisher*, Ung Trong Thuan, Muhammad Umer Farooq, Eu Chang Hwang, Young-Do Jung, Je-Jung Lee, Vinoth-Kumar Lakshmanan
전남대학교

Prostate cancer is globally the second most common cancer type and the fifth leading cause of cancer-related death in men. Recent work has shown that cerium oxide nanoparticles selectively attack PC-3 prostate cancer cells, leading to the possibility of the use of oxide nanoparticles in the treatment of prostate cancer. Nanoparticles of potassium niobate, KNbO_3 , have attracted attention as a bio-imaging material due to their low toxicity and nonlinear optical properties. In this work, we study the cytotoxicity of KNbO_3 particles to normal and prostate cancer cell lines. KNbO_3 powder is prepared by the mixed oxide method. Particle size analysis is carried out using dynamic light scattering. The structure of the KNbO_3 powder is examined using X-ray diffraction, Fourier transform infrared and Raman scattering spectroscopy. The microstructure of the KNbO_3 powder is examined using scanning electron microscopy. Cell viability analysis was carried out by MTT assay using EAHY926, PC-3 and DU-145 cell lines. The mean particle size of the KNbO_3 particles is ~500 nm. KNbO_3 particles show low toxicity to EAHY926 and PC-3 cells, but high toxicity to DU-145 cells. The cell-specific cytotoxicity of the KNbO_3 sub-micron particles opens a new avenue to address the mechanism of cellular uptake and trafficking.

P2-G5-12 Fabrication Zirconia Dental Implant using a Gel-casting Process

겔캐스팅법을 이용한 치과용 지르코니아 임플란트의 제작

박용*, 이종국

조선대학교

겔캐스팅법은 복잡한 형상의 성형체 제조가 용이할 뿐 만 아니라 건조과정 후에도 유기 중합체가 성형체 구조를 유지시켜 충분한 강도와 인성을 갖도록 한다. 이에 따라 성형체 제조 후 적절한 기계적 절삭 및 가공을 통하여 정밀한 크기의 성형체를 제작하는 것이 가능하다. 겔-캐스팅법을 이용한 성형체 제조 시 균일한 미세 구조를 형성시키기 위해서는 슬립의 농도, 분산제의 양, 겔화 유도 시간, 건조방식, 건조시간 등을 제어해야 하며, 각각의 조건에 따라 성형체 및 소결체 물성이 달라지게 된다. 본 연구에서는 첨가제와 분말의 양을 달리하여 용액 제조 및 겔화를 각각 유도한 다음, 이들 조건이 소결체 물성에 미치는 영향을 고찰하였다. acrylamide, methylene bis-acrylamide, 증류수를 각각 10 : 1 : 50의 비율로 혼합하여 전구체 용액을 제조한 다음, 이 전구체 용액 100 ml에 지르코니아 분말을 각각 75, 80, 85, 110 g을 첨가하고 attritor를 이용하여 24h 혼합하였다. 혼합 시 응집억제를 위하여 분산제인 Darvan-c를 지르코니아 분말의 1 wt% 첨가하였으며, 분쇄 후 상온에서 24시간 겔화시킨 다음, 상대습도를 조절하면서 50°C에서 120시간 건조 하였다. 건조 후, 600°C에서 2시간 하소하였으며, 소결은 1400°C에서 2시간 동안 실시하였다. 그 결과 소결밀도는 겔캐스팅 조건에 따라 약 74%부터 91%까지 다양한 분포를 나타내었는데, 겔캐스팅이 가능한 조건에서 지르코니아 분말이 많이 첨가된 시편에서 높은 밀도가 얻어지는 것으로 분석되었다.

말 특성인 입자크기, 입도분포, 비표면적 및 분말형상이 달라지게 된다. 본 연구에서는 중국, 일본, 한국에서 만들어진 7종류의 3Y-TZP 상용 분말의 특성을 분석하고, 소결 후 소결 특성과의 연관성을 분석하였다. 그 결과, 소결특성에 가장 큰 영향을 미치는 분말 특성은 응집특성인 것으로 고찰되었다. 그 중에서도 소결특성에 가장 큰 영향을 미치는 것은 2차 응집 입자크기와 2차 응집입자 양이었는데, 전체적으로 2차 응집입자 크기는 1.6~5.3 μm 로 나타났다으며, 2차 응집입자 양은 약 12~40%인 것으로 측정되었다. 1450°C에 온도로 소결한 시편의 소결밀도는 5.96~6.07 g/cm^3 로 관찰되었으며, 분말의 2차 응집 입자크기 및 2차 응집입자 양이 감소할 수록 소결밀도는 증가하는 것으로 나타났다.

P2-G5-14 Fabrication of Zirconia Dental Implant by Slip Casting

주입성형을 이용한 치과용 지르코니아 임플란트의 제작

김대성*, 이종국

조선대학교

현재 사용되는 치과용 지르코니아 임플란트의 경우 지르코니아 블록을 치아모양으로 선반가공하여 제작하는데, 가공과정에서 성형체 표면에 많은 균열이 생성된다. 이에 따라 임플란트의 기계적 물성 및 신뢰성이 저하되고, 궁극적으로는 사용 중 임플란트의 파손을 유발하게 된다. 따라서 본 연구에서는 성형체 모양에 제한이 없고 가공과정이 필요 없는 주입성형 공정을 이용하여 치과용 지르코니아 임플란트를 제작하고자 하였다. 주입성형 공정에 필요한 슬러리 원료로는 이트리아 안정화 지르코니아 분말, 증류수 및 분산제 (Darvan C)를 사용하였는데, 그 비율을 달리하여 다양한 형태의 슬러리를 제조하였다. 각각의 슬러리를 이용하여 여러 조건의 성형체를 제작한 후, 1450°C에서 2시간 열처리를 통해 소결체를 제작하였는데, 대부분의 슬러리에서 주입성형에 의한 성형체 제작은 잘 이루어졌지만 소결 후 치밀화 정도는 슬러리 조건에 따라 크게 변화하였다. 슬러리 제작 시 분말 첨가량에 비하여 증류수의 비율이 높은 슬러리 조성에서 밀도가 높은 소결체가 제작되었는데, 치과용 지르코니아 임플란트로 사용하기에는 소결밀도가 다소 낮은 것으로 판단되었다.

P2-G5-13 Powder Characteristics and Sintered Property of Commercial 3Y-TZP Powders

상용 3Y-TZP 분말의 분체 및 소결 특성

정형도*, 이종국

조선대학교

정방형 지르코니아 소재를 치과용 임플란트로 사용하기 위해서는 99.5% 이상의 소결밀도, 적당한 이트리아 고용 및 0.3 μm 이하의 입자크기가 요구된다. 이러한 요구를 충족시키기 위해서는 분말 특성 제어 및 치밀한 소결체 제조기술이 가장 중요하다. 우수한 지르코니아의 분말특성은 적합한 공정조건을 통하여 형성되는데, 분말합성법, 분말 합성 시 온도, 분쇄방식, 건조방식에 따라 분

P2-G5-15 The Properties and Release of Drug from the Granular Bone Cement loaded with Gentamicin

Gentamicin을 함유한 과립형 Bone Cement의 특성 및 약물 방출

오경식*, 조연호

안동대학교

인산칼슘계 본시멘트는 경화 중 발열이 미약하여 약물 탑재에 유리한 환경을 제공한다. 또한 본시멘트는 염증 발생 우려가 높은 조건에서 사용되므로 본시멘트 자체에 항생제를 탑재하여 환자에게 처방되는 항생제 사용량이 절감되도록 필요가 있다. 본 연구에서는 인산칼슘성분의 과립 내에 약물을 보존할 수 있는 공간을 확보하여 충분한 양의 항생제를 탑재하면서도 경화속도와 발열 등 시멘트의 특성이 변화되지 않도록 도모하였다. 아울러 Gentamicin을 과립 내부에 담지한 결과 보다 장기간에 걸쳐 방출되도록 유도하였다. 24시간이 경과된 시점에서 방출된 Gentamicin은 골수염을 억제하기 위해 요구되는 4~8 µg/ml를 넘어서는 농도로서 실용적 가능성을 보여주었다.

P2-G5-17 Controlled Release of Astaxanthin from Nanoporous Silicified-phospholipids Assembled Boron Nitride Complex for Cosmetic Applications

아스타잔틴 함유 실리카화 지질이 코팅된 BN화합물의 화장품 적용을 위한 서방형 방출제어

이예선^{1*}, 장정호¹, 장서준^{1,2}

¹한국세라믹기술원

²인하대학교

Nanoporous silicified-phospholipids assembled boron nitride (nSPLs@BN) powder was prepared and demonstrated for use in controlled release of anti-oxidant astaxanthin (AX) as a cosmetic application. nSPLs@BN was characterized using several analytical techniques to assess their efficiency as drug delivery systems. We calculated the maximum release amounts as a function of time and various pH. The release rate of AX from the nSPLs@BN for the initial 24 h was 10.7 µmol/(h•mg) at pH 7.4. Furthermore, we determined the antioxidant activity (K_D) for the released AX with DPPH (1, 1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) radical and the result was 34.6%.

P2-G5-18 Machinability of Lithium Silicate Glass-ceramics

리튬 실리케이트 결정화 유리의 기계 가공성

임형봉*, 김성민, 김준형

(주)하스

최근 치과 보철소재 시장에서는 심미성과 기계적 물성을 동시에 만족시킬 수 있는 소재 연구가 한창이다. 리튬 실리케이트 결정화 유리는 1996년에 소개되어 그동안 심미적 특성과 기계적 물성이 개선되면서, 최근들어 가장 안정적인 장기 임상 안정성을 확보한 심미 보철 소재로 손꼽히고 있다. 특히 자연치아의 법랑질에 유사한 기계적 물성과 우수한 심미성은 많은 임상가가 이 소재를 선택하게 된 큰 이유이다. 그러나 기계가공을 통해 인공치아로 제작하는데 있어, 세라믹의 낮은 취성으로 인해 변연부위의 치핑 등 가공성에 문제가 있는 것이 단점이다. 이는 machinable 상태로 알려지 lithium metasilicate 결정화 유리가 아직 완벽하게 CAD/CAM 시스템의 장비, 공구, 프로그램 등에 최적화 되지 않았음을 의미한다. 본 연구에서는 유리의 조성설계와 결정화 열처리 변수를 통해 다양한 성질을 갖는 비교군을 준비하여, 기존의 제품들과 기계가공성에 영향을 미치는 이들 인자들의 효과에 대해 비교 및 고찰하고자 한다. 특히 유리 기지안에 생성되는 결정상의 크기, 함량을 변수로 한 기계가공성을 고찰하였으며 이들의 기계적 물성이 가공성에 미치는 영향에 대해서도 기존 사용품과 비교실험을 실시하였다.

P2-G5-16 Size-controlled Mesoporous Silica Particles for Antimicrobial Biofilms

항균성 바이오필름용 크기제어형 메조다공성 실리카 입자

장정호*, 이예선

한국세라믹기술원

The size-controlling of mesoporous silica particles (MSPs) are achieved by various metal-chelating surfactant micelle complexes using alkali, alkaline earth, and transition metal ions, respectively. These metal ions form a metal-surfactant micelle complex in an aqueous solution, while the metal ions are chelated to the hydrophilic domain of the surfactant such as the poly(ethylene oxide) group of a P123 surfactant. Consequently, the particle size can be reduced from a particle length of 1, 700 nm to a range of 250 nm to 800 nm. Finally, we demonstrated these materials for the hybrid antimicrobial biofilms.

P2-G5-19 Sintering Effect and Microstructure Analysis of Hydroxyapatite by the Flash Sintering

플래시소결법으로 제조한 하이드록시아파타이트의 소결 효과 및 미세구조분석

황창훈^{1*}, 조대영¹, 김주성², 웨이 진³, 김석영², 한영환², 윤준도¹, 클라우스 반벤템³

¹경남대학교

²영남대학교

³미국 유씨데이비스

플래시소결법(Flash sintering)은 특정 온도에서 시편에 직접적으로 전압을 인가하여 줄-히팅으로 인해 발생하는 플래시효과로 소결하는 공법이다. 시편은 순간적으로 약 수백도의 온도가 증가하게 되며, 이러한 효과는 비교적 낮은 온도에서 치밀한 소결체를 제조할 수 있게 해준다. 하지만, 플래시가 발생하기 위해서는 재료의 전기적특성 및 여러 조건에 따라 다르기 때문에 아직은 이에 대한 많은 연구가 필요한 상황이다. 본 연구에서는 플래시소결법을 이용하여 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite:HA)를 제조하였다. 공기 및 진공중의 1100, 1200도 분위기에서 1시간 소결 후 약 10 초간 플래시소결을 하여 시편을 제조하였고, 광학현미경과 전자현미경으로 표면과 단면의 미세구조를 분석하여 플래시소결효과에 대하여 조사하였다. 그 결과, 표면분석의 경우 진공 중 소결시편에서 전류가 흘러간 자국이 관찰되었으며, 공기 중 소결시편에서는 액화현상(melting)으로 인한 재결정(recrystallization)이 발생하였다. 하지만, 단면을 분석한 결과 표면과 다르게 내부는 비교적 치밀하게 잘 소결된 것으로 나타났다.

P2-G5-20 Sensitive Chemiluminescence Lateral Flow Immunoassay with Platinum Nanoparticles

고감도 화학발광 면역분석을 위한 백금 나노입자의 개발 및 응용

박종민*, 변재철

연세대학교

The lateral flow immunoassay (LF-immunoassay) has been widely used for point-of-care (POC) tests during medical diagnosis. During capillary flow through the test strip, the colored signal bands are produced by antigen-antibody interactions. Recently, highly sensitive strip tests with fluorescent and chemiluminescent signal bands have been reported by using an antibody labeled with an enzyme called horseradish peroxidase (HRP). However, HRP is known to be sensitive to the reaction temperature and storage conditions. In this work, thermostable Pt nanoparticles were developed for the chemiluminescence reaction with luminol. The Pt nanoparticles were synthesized by citrate reduction method, and the peroxidase activity of Pt nanoparticles was optimized by adjusting reaction conditions. The peroxidase activity was estimated by using Michaelis-Menten kinetics model with TMB as a chromogenic substrate. The kinetics parameters of K_M and V_{max} were calculated and compared with horseradish peroxidase (HRP). The thermal stability of the Pt nanoparticles was compared with horseradish peroxidase (HRP) according to the storage temperature and long-term storage period. The feasibility of lateral flow immunoassay with a chemiluminescent signal band was demonstrated by the detection of human chorionic gonadotropin (hCG) as a model analyte, and the sensitivity was determined to be improved by as much as 1000-fold compared to the conventional rapid test based on colored gold-colloids.

P2-G5-21 Surface Modification on Magnetic Nanoparticles for Highly Efficient Mixed Proteins Separation

고효율 단백질 분리를 위한 자성나노입자 표면 처리 기술

장서준*, 이혜선, 장정호

한국세라믹기술원

This work reports the functionalized silica-coated magnetic nanoparticles for effective protein separation through surface modification with various amino acid side chain-like functional groups such as thiol, disulfide, carbon chain, carboxyl, amine and aldehyde. The protein adsorption effects in a coexistent mixed state are explored using various proteins, which have different isoelectric point values and molecular weights, in order to elucidate the binding performance of different proteins one solution. The adsorption efficiency of bovine serum albumin (BSA; 66 kDa; pI = 4.65) and lysozyme (LYZ; 14.3 kDa; pI = 11) is 70–100% with various amino acid side chainlike functional groups. However, the adsorption efficiency of a mixed protein solution of BSA and LYZ was different. Although the relatively bulky BSA molecule displayed 50% and 20% adsorption corresponding to pH 4.65, and pH 11, respectively, the smaller LYZ provided almost 100% adsorption at both pH 4.65 and pH 11.

hydrophilic region of phospholipids bilayers. The possibility of vesicle mobility on the inorganic surface was restrained by Mg chelate, and the stabilization property was demonstrated by various concentrations of Mg and silicified phospholipids vesicles. The characterization was involved by FE-SEM, TEM, AFM, and XPS for the qualitative evaluation of silicified phospholipids vesicles amounts. The drug delivery application was demonstrated with various functional drugs such as indomethacin, vitamin E acetate, glycolic acid as a function of temperature and pH. Based on the in-vitro cytotoxicity test, the cells were found to well grow on surface of the matrix. This preliminary results from the silicified phospholipids assembled nanocomposites may lead to a general and simple approach to prepare a wide a range of controlled releasing materials for bio-related fields such as cosmetics, and drug delivery system as the key functional compounds.

P2-G5-23 In-vitro/in-vivo Evaluation of Anti-microbial-loaded Acrylic based Bone Cements

항균성 본체의 in-vitro/in-vivo 평가

이혜선*, 장정호

한국세라믹기술원

P2-G5-22 Drug Delivery Application of the Novel Silicified Phospholipids Assembled Nanocomposites

실리카화 인지질 나노복합체의 약물전달체 응용

이혜선*, 장정호

한국세라믹기술원

This work demonstrated the drug delivery application with the novel silicified phospholipids assembled nanocomposites, in which silicified phospholipids were synthesized by the silanization at the

In this study, we demonstrated the development of antimicrobial loaded polymeric bone cement is used in orthopedic surgery to deliver local high concentrations of Natural antimicrobial extracts and commercial agent to the tissues. The natural extract and commercial is loaded to PMMA bone cement and their ideal conditions are affected as a function of loaded volume, and releasing time. Further, Antibacterial evaluation activities were achieved by *Staphylococcus aureus* with the used amounts and released time. The release of natural antimicrobial extract and commercial agent from PMMA bone cement samples was investigated following proposed in vitro release experiments.

P2-G5-24 Development of Multifunctional Porous Ceramics for Keep-fresh Packaging Film

고품질 선도유지 패키징필름용 다공성 세라믹 소재 개발

이혜선*, 장정호

한국세라믹기술원

선도유지 기능의 패키징용 융합소재는 과일과 채소(과채류), 육류포장, 수산물포장 등 농수축산물 포장을 비롯하여 가공식품 전반에 걸쳐 적용이 가능하기 때문에 경제적 파급력은 국내 뿐 아니라 해외시장의 선점 및 확대가 가능하다는 장점이 있다. 선도유지 기능성 패키징 필름에 사용되는 다공성 무기 소재는 항균/항곰팡이 천연 억제물질 담지 및 방출거동 제어가 가능하기 때문에, 고표면적, 고담지성 및 크기제어형 소재로서 고분자 필름에 분산 또는 포함되어 에틸렌가스 흡착, 악취제거, 습도조절, 항균/항곰팡이 등 기능성을 필름에 부여하여 농수축산물의 선도유지 및 보관기간을 크게 연장시키거나 의약품의 포장 등에 이용할 수 있도록 적용되고 있다. 본 연구는 고품질 선도유지형 기능성 패키징 필름 제조를 위한 고표면적, 고담지 및 크기제어형 다공성세라믹 소재기술 개발을 목적으로 한다.

P2-G5-25 Antimicrobial and Biodegradable PLGA Medical Sutures with Natural Grapefruit Seed Extracts

천연 자몽추출물이 함유된 항균성 및 생분해성 PLGA 의료용 봉합사

장정호*, 이혜선

한국세라믹기술원

This work demonstrates the development of novel antimicrobial and biodegradable suture coated by natural extract from grape fruit. The natural extract is loaded to PLGA suture and their optimum conditions are determined as a function of soaking time, loaded volume, and releasing time. Furthermore, the evaluation of antibacterial effect was achieved by *Staphylococcus aureus* and *Escherichia DH5a* with the used amounts and released time. The cell growth was calculated for several days through 2 month. The physicochemical properties of antimicrobial and biodegradable PLGA suture are demonstrated.

P2-G6-1 Effect of Refractive Index on Optical Properties of Color Conversion Glass in BaO-ZnO-B₂O₃-SiO₂ System

BaO-ZnO-B₂O₃-SiO₂계에서 유리의 굴절률이 색변환 유리의 광 특성에 미치는 영향

정현진^{1*}, 전대우¹, 김진호¹, 이영진¹, 이미재¹, 황종혁¹, 박태호², 신동욱³

¹한국세라믹기술원

²(주) BASS

³한양대학교

The effect of refractive index on optical properties of color conversion glass was examined in BaO-ZnO-B₂O₃-SiO₂ system. Difference in refractive index between glass and phosphor affect the optical properties of color conversion glass because of light scattering. Reducing difference in refractive index is a method to improve luminous efficacy of color conversion glass. As a reference, the glass, which contains 25 mol% of each component, was used. To increase refractive index of glass, the BaO content was increased from 25 to 40 mol%, and TiO₂ or ZrO₂ was added 1, 3, and 5 mol%, respectively. The color conversion glasses were prepared by sintering a mixture of glass and 5 wt% YAG:Ce³⁺ phosphor. As a result, the refractive index of glass was dependent on the BaO, TiO₂ and ZrO₂ contents in the BaO-ZnO-B₂O₃-SiO₂ system. As the BaO, TiO₂ and ZrO₂ contents were increased, luminous efficacy of color conversion glass was improved. That is because difference in the refractive index between the glass and YAG:Ce³⁺ phosphor was decreased.

P2-G6-2

Heat Treatment Effect on Color Converting Property of Eu^{2+} doped Oxyfluoride Glass Ceramic for UV-LED Color Converter열처리에 따른 Eu^{2+} 가 도핑된 oxyfluoride 유리 세라믹의 UV-LED 색변환 특성이한솔^{1*}, 이상현¹, 최용규¹, 임원빈³, 정운진¹¹공주대학교²한국항공대학교³전남대학교

Oxyfluoride 나노 구조를 갖는 유리 세라믹은 fluoride 나노 결정의 낮은 포논 에너지로 인해 첨가되는 희토류 이온의 양자효율을 증대시킬 수 있고, oxide 유리의 높은 화학적, 열적 안정성을 동시에 가질 수 있다. 선행연구에 따라 UV에서 여기 시 백색광에 근접한 색변환이 가능하다는 것을 확인하였으나, 유리 세라믹을 이용한 LED는 상용 고효율 LED와 비교하여 색변환 효율이 제한적이고, 낮은 파장대의 여기광을 사용하는 문제점으로 인해 적용이 어렵다. 따라서, 본 연구에서 $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-LaF}_3$ 계 유리에 Eu^{2+} 를 도핑하여 유리를 제조하고, 열처리를 통해 LaF_3 나노결정을 형성하여 400nm UV-LED로 여기하여 광학 특성을 확인하였다. Photoluminescence (PL) 측정결과, 열처리 전에는 490nm인 청색광이 관찰되었으며, 열처리 온도를 증가시킬수록 560nm인 황색광 영역으로 파장이 이동하였고, 이에 따라 발광이 증가하는 것을 확인하였다. 다양한 온도에서 열처리한 유리 세라믹을 UV-LED에 마운트 하여 색좌표를 확인하였다. 이는 Eu^{2+} 의 결정구조내 위치 변화에 기인한 것으로 예상되며, 이를 확인하기 위해 XRD, SEM 및 TEM 을 이용하여 구조분석을 실시하였다. 발광 효율을 확인하기 위해 양자효율 측정을 시도하였다.

P2-G6-3

Phosphor-in-Fluorescent-Glasses for White Light Emitting Diodes with High Color Rendering Based on UV-Light Emitting Diodes

형광체-형광 유리 복합체와 UV LED 를 이용한 백색 LED의 연색성 향상

이승렬^{1*}, 허중¹, 정운진²¹포항공과대학교²공주대학교

백색 LED 는 주로 $\text{Ce}^{3+}:\text{YAG}$ 황색 형광체와 청색 LED 를 이용하여 제조하는데, 황색 형광체의 형광이 녹색 및 적색의 가시광선 영역에 넓게 분포되어 가시광선 전 영역의 형광을 구현하는 방식이다. $\text{Ce}^{3+}:\text{YAG}$ 형광체의 경우 적색 형광의 비율이 녹색 형광에 비해 낮아 가시광선 전 영역의 균일한 형광을 구현하기 어려우며 이는 백색 LED의 색 재현 특성을 저하시키게 된다. 또한 황색 형광체를 청색 LED 에 도포할 때 이용하는 고분자 바인더는 고온에서 열화되어 백색 LED의 수명을 단축시킨다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 고분자 재료 대신 유리 프리트 분말과 형광체 분말을 혼합, 소결하는 방식을 이용하였으며 청색 LED를 대신하여 UV LED 를 이용하고 적, 청, 녹색의 형광체의 혼합 비율을 조절하여 백색광을 구현하였다. 또한 유리 프리트 내에 희토류 금속 이온을 첨가하여 부족한 형광 영역을 보완하는 기술을 연구하였다. 형광 물질을 첨가한 유리 프리트와 이를 이용하여 제조한 형광체 함유 유리 시료의 가시광선 영역 흡광 및 형광 특성을 측정하였으며 적분구를 포함한 형광 효율 측정 장비 및 색 좌표 측정 장비를 이용하여 형광체 함유 유리와 이를 적용한 백색 LED의 광 특성을 분석하였다.

P2-G6-4 Investigation of Thermal Properties of Ge-Sb-Se Glass System for Molded Lens Applications

몰드성형렌즈 용융을 위한 Ge-Sb-Se 유리 시스템의 원소 조성별 열특성 연구

박준*, 김영복, 이익삼, 강희영, 최주현

한국광기술원

Ge-Sb-Se 칼코지나이드계 유리 시스템은 적외선 영역에서의 높은 투과율과 상대적으로 낮은 연화점으로 인하여 몰드성형 렌즈 제작 소재로써 각광받고 있다. 몰드성형렌즈 적용에 있어서 소재의 유리전이온도 (Glass transition temperature)와 열적평형온도 (Thermal stability)는 매우 중요한 요인이기 때문에 Ge/Se와 Ge/Sb의 조성 비율에 따라 비교 조사하였다. 조성 비율에 따른 구조적, 광학적, 열특성을 살펴보기 위해 XRD, FT-IR, DSC, TMA의 실험을 진행했으며, 열특성이 원소재의 조성에 따라 달라지는 원소간의 결합 비율에 의존함을 확인하였다.

구되고 있다. 우수한 supercontinuum 발진을 위해서는 광섬유의 높은 비선형성과 영분산 파장에 높은 파워와 협대역 특성을 갖는 pump 광원이 필요하다. 현재 상용화된 pump 광원에 부합되는 영분산 파장을 갖는 광섬유의 제작에는 광섬유의 구조적 특성 및 광특성에 따라 한계가 존재한다. 본 연구에서는 광섬유의 흡수대역에 외부 pump 광원의 파워 변화에 따른 영분산 파장의 변화를 제어하였고, 이에 따른 supercontinuum 발진 효율 향상을 도모하였다. Ge 나노입자가 코어에 함유된 광자결정 광섬유의 non-resonant 비선형 굴절률과 비선형 계수값은 각각 $4.85 \times 10^{-20} \text{ m}^2/\text{W}$ 과 $14.41 \text{ W}^{-1}\text{km}^{-1}$ 이었다. Optical dispersion analyzer를 이용하여 광섬유의 색분산값을 측정할 결과, 영분산 파장은 1322 nm 이었다. 532 nm 파장의 pumping 광을 45 m 길이의 Ge 나노입자가 함유된 광자결정 광섬유에 조사한 결과 광파워의 증가에 따라 영분산 파장은 단파장으로 이동하였고, pumping 광의 파워가 13.5 mW 일 때 영분산 파장은 16 nm가 감소된 1306 nm 이었다. 비선형 광섬유의 흡수대역에 pumping 광을 조사할 경우, 영분산 파장을 제어할 수 있음을 보였고 이를 통해 supercontinuum 발진 출력을 향상시킬 수 있을 것이 기대된다.

P2-G6-6 Quartz Having Large Scale Embossing on the Surface Treatment Method without Non-HF Solution

비불산계 석영유리 엠보싱 표면처리 방법

윤지연^{1*}, 유리², 김유진²

¹인하대학교

²한국세라믹기술원

P2-G6-5 Dynamic Control of Zero-dispersion Wavelength of Photonic Crystal Fiber with a Ge Nanoparticles-doped Core

Ge 나노입자가 함유된 코어를 갖는 광자결정 광섬유의 영분산 파장 제어

이유승^{1*}, 정성묵², 주성민¹, 강성구¹, 김지훈¹, 류용택¹, 한원택¹

¹광주과학기술원

²LG넥스원

광섬유를 이용한 supercontinuum 광원은 time-resolved spectroscopy, optical coherence tomography, multi-wavelength optical sources, optical frequency metrology와 같은 다양한 분야에 핵심 부품으로 활용되고 있으며, 더욱 높은 응용을 위해 자외선부터 적외선 영역에 걸친 넓은 파장 영역 및 높은 출력값을 갖는 발진이 요

High purity quartz glass having a relatively thermal and chemical resistance are widely used for the production of semiconductor devices. Furthermore, it is often the case that irregularities are intentionally provided on the surface of the quartz, and these irregularities are generally formed by etch treatment. In the present work, we report on the effect that H_3PO_4 etching has on the morphology and observability of three classes of fractures: etchant temperature, etching time, over etching of ground quartz glass surfaces. Through the studies at various temperatures and times to control the size of the embossing was cleaning the surface of the quartz glass. And it was controlled the embossed and surface roughness by changing the conditions of the cleaning step. After the etching of quartz glass, the roughness degree of the glass surface was maintained at $0.6 \sim 30 \mu\text{m}$. The embossing morphologies of the as prepared samples were analyzed by scanning electron microscope (SEM), surface roughness (Ra).

P2-G6-7 Luminescence Properties of Er^{3+} -doped Y_2O_3 Nanophosphors
Kadathala Linganna^{1*}, 최주연²¹Korean Photonics Technology Institute²한국광기술원

Rare earth doped nanomaterials have attracted great attention in many optical applications such as photonic devices, optical displays, white LEDs, and solar cells [1, 2]. In the present work, Er^{3+} -doped $\text{Y}_{2(1-x)}\text{Er}_{2x}\text{O}_3$ (where $x = 0.2, 0.4, 0.8$, and 1.2) nanoparticles were synthesized using the molten salt synthesis method. The detailed experimental procedure to synthesize yttrium oxide (Y_2O_3) nanoparticles has been reported in the previous work [3]. The nanoparticles were characterized using powder X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM). The size of the particles ranged from 15 to 20 nm. The luminescence spectra exhibit characteristic emission at 1536 nm under 976 nm laser excitation, ascribed to $^4\text{I}_{13/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$ transition of Er^{3+} ion. The decay curves for the $^4\text{I}_{13/2}$ level of Er^{3+} ion were measured under 976 nm laser excitation for all the Er^{3+} -doped Y_2O_3 nanoparticles and their effective lifetimes have been determined. The upconversion emission spectra of Er^{3+} -doped Y_2O_3 nanoparticles were measured under 976 nm laser excitation and observed intense green upconverted luminescence in the range 520-680 nm attributed to $(^2\text{H}_{11/2}, ^4\text{S}_{3/2}) \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$ transition and red emission in the range 645-680 nm attributed to $^4\text{F}_{9/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$ transition of Er^{3+} ion. The pump power dependence of the upconversion luminescence has been studied and confirms the existence of two-photon upconversion processes for the green and red emissions.

P2-S5-1 Theory Model of Photoexcited Hole Carrier Traveling Distance

여기된 홀 전하의 이동거리 예측 이론 모델

최익채^{1*}, 김승철²¹(주)비추얼랩²한국과학기술연구원

The tendencies of semiconductors' photovoltaic and photocatalysis efficiencies with doping concentrations and heat treatment conditions have never been theoretically modelled yet. Due to the lack of unified theory model, doping and defect engineering on solar energy conversion materials have relied on the trial-and-error experiments. In this work, we developed hole carrier traveling distance model for anatase TiO_2 particle and thin film geometry with varying mobility and doping concentrations. Our model is expected to suggest optimum doping concentrations and geometry of solar energy conversion materials.

포스터 발표 III

2016년 11월 25일(금)

포스터 발표 III

P3-G1-1 Effect of Sintering Additives on Mechanical Properties and Thermal Expansion Coefficient of Mullite Ceramics

몰라이트 세라믹스의 기계적 물성 및 열팽창계수 특성에 첨가제가 미치는 영향

임진현*, 여동훈, 신호순

한국세라믹기술원

Mullite는 alumina와 silica가 3:2로 이루어져 있으며, 고온에서도 안정상으로 존재하는 화합물이다. 특히 열팽창계수가 $4.5 \sim 5.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 로 낮은 편이기 때문에 반도체 산업에서 기판소재로의 적용성이 확대되고 있다. 그러나 순수 Mullite는 소결온도가 1600~1700 $^{\circ}\text{C}$ 로 높기 때문에 양산성 확보에 어려움을 겪고 있다. 따라서 본 연구에서는 mullite의 소결온도를 낮추기 위해 소결제로 Cr_2O_3 , MgO , Y_2O_3 를 첨가하여 1300 $^{\circ}\text{C}$ ~1550 $^{\circ}\text{C}$ 범위에서 2시간 동안 상압소결하고 첨가제 함량에 따른 밀도 및 미세구조, 열팽창계수 특성을 측정하였다. 그 결과 1350 $^{\circ}\text{C}$ 에서 mullite에 Cr_2O_3 을 2 wt%, MgO 을 2 wt%, Y_2O_3 을 4 wt% 첨가한 경우의 밀도가 3.23g/cm³로 가장 높게 나타났으며 매우 치밀한 미세구조가 관찰되었다. 1350 $^{\circ}\text{C}$ 에서 소결한 시편의 열팽창계수 및 곡 강도 특성을 비교분석하여 반도체 산업용 기판소재로의 적용 가능성을 고찰하였다.

magnetic moment of NFO comes solely from Ni^{2+} ions in the octahedral sites. Therefore, many studies have been performed to disturb the given situation. Usually, to enhance magnetoelectric properties, researchers have tried to fill up the remaining tetrahedral sites or substitute Ni^{2+} ions in the octahedral sites with other ions of a different magnetic moment. Here we present a new way to achieve the goal at a more fundamental level by introducing non-stoichiometry into the system, especially by generating oxygen-deficiency. The results and discussion on the current work will be presented.

P3-G1-3 Origin of Large Piezoelectric Effect in $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{-PbTiO}_3$ Single Crystals

$\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{-PbTiO}_3$ 단결정의 뛰어난 압전 효과의 원인

김황필^{1*}, 이호용², 조욱¹

¹울산과학기술원 (UNIST)

²선문대학교

The outstanding piezoelectric properties of $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$ (PMN-PT) single crystals near morphotropic phase boundary (MPB) have been explained by the polarization rotation concept. In this study, the piezoelectric and dielectric properties of PMN-PT single crystals near MPB were investigated to see how the polarization rotation influences the piezoelectric properties. Since the polarization rotation should be accompanied by a phase transition during the application of electric fields, both axial and radial strains and consequent volume changes of PMN-29PT single crystals were examined to see if the expected phase transition due to a polarization rotation truly exist. The result showed that no abnormal change in volume due to a phase transformation was evident. To explain the remarkable strain behaviors of the PMN-PT single crystals, other mechanisms were considered. Given that PMN-PT is a relaxor-based material, it is highly possible that the behaviors are closely related to the nature of relaxor. To validate this assumption, we controlled the degree of B-site cation ordering to modify the relaxor-ferroelectric boundary in the crystals. In this paper, we present the correlation between the functional properties such as electromechanical strains and polarization values and the degree of disorderliness in the B-site cations. Then, we propose a hypothesis for the exceptionally good functional properties.

P3-G1-2 Effect of Oxygen-deficiency on the Magnetoelectric Properties of NiFe_2O_4 Structures

산소 결핍 NiFe_2O_4 의 자기전기 특성 연구

조제현^{1*}, 김만진¹, 홍창호¹, Haribabu Palneedi², 류정호², 황영훈¹, 조욱¹

¹울산과학기술원 (UNIST)

²재료연구소

Ferrites have been attracted considerable attention because of their interesting magnetic and electrical properties with chemical and thermal stabilities. The nickel ferrite (NiFe_2O_4 , NFO) has extensively studied recently in a variety of applications such as gas sensors, lithium ion batteries. The NFO is basically an inverse spinel, in which the magnetic moment of Fe^{3+} ions residing in the tetrahedral sites are canceled out completely by that of the Fe^{3+} of the equal amount in the octahedral sites. This means that the

P3-G1-4 Enhanced Photovoltaic Effect in Single-Wall Carbon Nanotubes/BiFeO₃ Heterostructure

단일벽 탄소나노튜브와 BiFeO₃ 이중접합구조에서의 광기전력효율 증가

이호진*, 최택집, 김호선, 서영수
세종대학교

Ferroelectric based heterostructure has been extensively studied for photovoltaic efficiency. However, photovoltaic efficiency of these devices are still limited by small photocurrent density due to poor charge conduction. In this study, we reported enhanced photovoltaic effects in semiconducting single-wall carbon nanotubes (S-SWCNTs)/BiFeO₃/Nb doped SrTiO₃. S-SWCNTs were separated by using gel chromatography method and BiFeO₃ thin films were grown on Nb:SrTiO₃ substrate by pulsed laser deposition. This heterostructure allowed a strong built-in field to be generated and wide range light absorption due to near infrared-light absorbing S-SWCNTs and visible-light-absorbing BiFeO₃, leading to reduction in the loss of the incident light and an increasing photocurrent. Under blue laser illumination with a wavelength of 405 nm, this junction showed short-circuit current density of 1.73 mA/cm², open-circuit voltage of 0.21 V. Our result demonstrates enhancing the photovoltaic efficiency in the S-SWCNTs/BiFeO₃/Nb:SrTiO₃ heterostructure, which provides a route highly efficient photovoltaic devices.

P3-G1-5 Evaluation of Surface for AlN Single Crystal Grown by PVT Method via Wet Chemical Etching in a Low Temperature

저온에서 화학적 습식 에칭을 통한 PVT법으로 성장된 AlN 단결정의 표면 특성 평가

강효상^{1*}, 강석현¹, 박재화¹, 박철우¹, 최재상¹, 이정훈¹, 이희애¹, 강승민²

¹한양대학교

²한서대학교

AlN single crystal was etched in a KOH/H₂O₂ mixture in a low temperature condition. To characterize confidentially as etched surface of AlN single crystal grown by PVT method, we investigated characteristics of surface for AlN single crystal as

defects via wet chemical etching for using a KOH/H₂O₂ mixture. Conventional etching process using strong base etchant at high temperature (300 ~ 350°C) had formed over etching phenomenon as crystalline quality of materials. When it occurred to over etching phenomenon, It had low reliability of dislocation density because it couldn't show correct number of etch pits per estimated area. Thus, to solve these problems, we proceeded etching process in a low temperature (80°C) for using H₂O₂ as oxidizer in KOH aqueous solution and could verify optimum etching condition (KOH/H₂O₂ : 1 wt.%/10 wt.%, 80°C, 4 min) and dislocation density ($8.5 \times 10^3 \text{ cm}^{-2}$) as observing etch pits via scanning electron microscope (SEM).

P3-G1-6 Characterization of HVPE-bulk GaN Single Crystal as Increase Thickness

두께증가에 따른 HVPE-bulk GaN 단결정의 특성평가

박재화^{1*}, 강석현¹, 박철우¹, 강효상¹, 최재상¹, 이정훈¹, 이희애¹, 방신영², 김현규², 이용숙²

¹한양대학교

²(주)에임즈마이크론

We grew bulk GaN single crystal by HVPE (hydride vapor phase epitaxy) method on (0002) sapphire substrate. Bulk GaN crystal contains many defect and residual thermal stress because of different thermal expansion coefficient and lattice mismatch between GaN and sapphire. A variety of characterization tools has been used to investigate quality of bulk GaN single crystal. Phase of the bulk GaN single crystal were characterized by using X-ray diffraction (XRD). The DC-XRD (double crystal X-ray diffraction) and Raman spectroscopy were employed for the radius curvature and residual strains measurements, respectively. The SEM (scanning electron microscopy) also performed to measure EPD (etch pits density) of bulk GaN after wet chemical etching process.

P3-G1-7 Dependence of Microwave Dielectric Properties on Structural Characteristics of $\text{Mg}_4\text{Nb}_{2-x}(\text{A}_{1/2}\text{W}_{1/2})_x\text{O}_9$ Ceramics ($\text{A} = \text{Ti}, \text{Sn}, \text{Zr}$)

$\text{Mg}_4\text{Nb}_{2-x}(\text{A}_{1/2}\text{W}_{1/2})_x\text{O}_9$ 세라믹스의 구조 특성에 대한 마이크로파 유전특성의 의존성 ($\text{A} = \text{Ti}, \text{Sn}, \text{Zr}$)

김정훈*, 김용수
경기대학교

Effects of structural characteristics on microwave dielectric properties of $\text{Mg}_4\text{Nb}_{2-x}(\text{A}_{1/2}\text{W}_{1/2})_x\text{O}_9$ ($\text{A} = \text{Ti}, \text{Sn}, \text{Zr}$) ceramics was investigated as a function of content (x). The crystal structures of the specimens were evaluated by the combined Rietveld and reference intensity ratio (RIR) method from X-ray diffraction data. For the entire range of the compositions sintered at 1350°C to 1400°C for 10h. A single phase of corundum structure with trigonal symmetry was detected. The quality factor (Qf) was improved for the specimens with $\text{Mg}_4\text{Nb}_{1.95}(\text{Ti}_{1/2}\text{W}_{1/2})_{0.05}\text{O}_9$ showed the highest value (233, 000 GHz). The dielectric constant (K) of the specimens was changed by the polarizability of A-ion ($\text{Ti}^{4+} = 2.93$, $\text{Sn}^{4+} = 2.83$, $\text{Zr}^{4+} = 3.25$) and the A-ion content (x). The temperature coefficients of the resonant frequencies (TCF) of the specimens were affected by structural characteristics such as bond valence and octahedral distortion. The relationships between microstructure and microwave dielectric properties were also discussed.

P3-G1-8 Substitutional Effects on the Microwave Dielectric Properties of $\text{Mg}_2\text{Ti}_{0.95}(\text{Mg}_{1/3}\text{B}_{2/3})_{0.05}\text{O}_4$ ($\text{B} = \text{Ta}^{5+}, \text{Sb}^{5+}, \text{Nb}^{5+}$) Ceramics

$\text{Mg}_2\text{Ti}_{0.95}(\text{Mg}_{1/3}\text{B}_{2/3})_{0.05}\text{O}_4$ ($\text{B} = \text{Ta}^{5+}, \text{Sb}^{5+}, \text{Nb}^{5+}$) 세라믹스의 마이크로파 유전특성에 미치는 치환효과

현무열*, 김성호, 김용수
경기대학교

Microwave dielectric properties of $\text{Mg}_2\text{Ti}_{0.95}(\text{Mg}_{1/3}\text{B}_{2/3})_{0.05}\text{O}_4$ ($\text{B} = \text{Ta}^{5+}, \text{Sb}^{5+}, \text{Nb}^{5+}$) ceramics were investigated based on the crystal structure. Single phase of Mg_2TiO_4 with inverse spinel structure was confirmed for all of compositions. Although the dielectric polarizability of $(\text{Mg}_{1/3}\text{B}_{2/3})^{4+}$ was larger than that of Ti^{4+} , the dielectric constants (K) were not changed remarkably with the type of B-ions. The quality factor (Qf) of specimens confirmed highest value at $\text{B} = \text{Sb}^{5+}$ (230, 000 GHz). This result could be attributed to the larger average bond valence of the specimens with $\text{B} = \text{Sb}^{5+}$ than those of $\text{B} = \text{Ta}^{5+}$ and/or Nb^{5+} . The temperature coefficient of resonant frequency (TCF) of specimens was dependent on the Bosman & Havinga equation. Effects of the microstructural characteristics on the microwave dielectric properties of the specimens were also discussed.

P3-G1-9 The Optimization of Piezoelectric Energy Harvester from Impedance Measurements

임피던스 데이터로부터 압전 에너지 하베스터 최적화 연구

박근준*, 조유리, 강형원, 유찬세, 한승호
전자부품연구원

오늘날, 압전 재료를 기반으로 한 에너지 하베스팅 연구가 조명 받고 있다. 캔틸레버 구조를 기반으로 한 압전 에너지 하베스터는, 구조가 간단하고 주위의 기계적인 진동으로부터 큰 변형을 일으켜 흔히 사용하는 구조이다. 구조체의 폭, 길이, mass 변화와 같은 캔틸레버의 구조적인 매개 변수로 인해 성능에 미치는 영향에 대한 연구는 이전부터 이론적, 실험적으로 진행되어왔다. 그러나 특정 구조의 결과는 다른 구조에 적용 할 수 없다. 본 연구에서는 캔틸레버의 성능을 예측하는 일반적인 방법에 대해 소개한다. 이는 주파수에 따른 등가회로와 임피던스 측정에 의해 행해진다. 제안된 방법은 캔틸레버의 성능을 설명하기 위한 지표로서 일반적으로 적용 될 수 있다.

P3-G1-10 Effect of Ethanolamine Interfacial Treatment in Quantum Dot Light-emitting Diodes

양자점 발광다이오드의 에탄올아민 계면처리 효과 연구

김재민*, 김지완

경기대학교

최근 post OLED 디스플레이로써 콜로이드형태의 양자점(colloidal quantum dots)을 사용한 디스플레이 제품이 각광받고 있다. 양자점의 광발광(photoluminescence)을 이용한 색변환필름은 시장에서 이미 사용되고 있기 때문에, 양자점의 전계발광(electroluminescence)을 이용한 QLEDs (Quantum dot Light Emitting Diodes)는 학계나 산업계에서 광범위한 주목을 받고 있다. QLEDs의 성능과 안정성은 전자수송층에 ZnO 무기 나노입자를 적용함으로써 향상되었다. Inverted 구조의 QLED에서 양자점 발광층과 전하수송층 사이의 전하수송을 향상시키기 위해 ZnO층 위에 에탄올아민(ethanolamine)을 표면처리하였다. Standard 구조 QLED 경우, 에탄올아민 처리는 양자점 발광층 위에 해야 한다. 일반적으로 양자점 발광층은 소수성을 띄기 때문에 극성용매처리가 요구된다. 모든 전하수송층과 양자점 발광층은 용액공정에 기반된 스펀코팅에 의해 형성되었다. 두 구조의 QLEDs 모두 계면의 에탄올아민 처리를 통해 성능을 향상시켰고, 이 기술은 태양전지, 고분자 발광 다이오드에서도 유용하게 쓰일 수 있다.

율을 향상시키기 위한 스마트 윈도우, 운전자의 눈부심 방지를 위한 수송 수단의 룸미러 등 다양한 분야에 활용되고 있다. 본 연구에서는 전기변색소자를 건축용 창호로 사용하기 위한 일환으로 전기변색소자의대면적화에 관한 연구를 수행하였다. 소자의 대면적화 과정에서 필연적으로 발생할 수밖에 없는 소자의 성능(변색특성 및 반응 안정성 등) 저감을 최소화하는 것이 매우 중요하며, 이를 위하여 본 실험에서는 대면적 전기변색소자를 DC마그네트론 스퍼터링법으로 제작된 Ni-W 박막과 W 박막을 사용하였고 두 전극 사이에 고분자 젤 전해질을 이용하여 제작하고 광학적, 전기화학적, 내구성 등의 특성을 분석하였다.

P3-G1-12 AC Characterization of LiFePO₄ Polycrystalline Samples for Transport Mechanisms

LiFePO₄ 세라믹 샘플의 교류분석을 통한 전도메카니즘 연구

Pham Thuy Linh*, TRAN THI HUYEN TRAN,

Dang Thanh Nguyen, Hang T. T. Le, 박찬진, 송진주,

김재국, 이종숙

전남대학교

Olivine lithium iron phosphate LiFePO₄ has been considered as one of the most promising cathode candidates of lithium ion batteries for applications in electric vehicles and large-scale energy storage, due to its inherent merits such as high theoretical capacity (170 mAh g⁻¹), long cyclability, high safety, low toxicity, and possibly low cost. Carbon coating has been applied to overcome poor electronic conductivity. However, the electronic and ionic transport properties have not been fully clarified. In this work the optimized sintering condition for polycrystalline LiFePO₄ samples was studied. For the dense mechanically stable samples two electrode configurations were made: Ag paste for the ion-blocking electrodes and liquid electrolyte between lithium foil and the sample as electron-blocking electrodes. Comparison of frequency and temperature dependence of two cells can give insights into the mixed-ionic-electronic conduction behavior in LiFePO₄ which is directly related to the chemical diffusion governing charging-discharging kinetics.

P3-G1-11 Characterization of Large Area Electrochromic Device Using Gel-Type Polymer Electrolyte

고분자 젤 전해질을 이용한 대면적 전기변색소자의 특성

서진우^{1*}, 이상진², 김예경¹, 김형근¹, 한승호¹, 장세홍¹, 황상근³

¹전자부품연구원

²고려대학교

³알루이엔씨

전기변색(electrochromism)이란 전압을 인가하였을 때 전기장의 방향에 의해 가역적으로 색이 변화하는 현상을 말하며, Electrochromic Device에는 전기 화학적 산화, 환원 반응에 의해 재료의 광 특성이 가역적으로 변화할 수 있는 물질이 이용된다. Electrochromic Device의 광 투과도 조절 특성은 건물의 에너지 효

P3-G1-13 Transport Properties in Y-doped SrZrO₃**Y첨가 SrZrO₃의 전달 특성**Dang Thanh Nguyen^{1*}, Pham Thuy Linh¹, 신의철¹,
Noriko Sata²¹전남대학교²DLR

Despite lower conductivity than BZO, SZO is promising for sensor applications due to high chemical stability. Multi-species transports in SZY or in general in perovskite proton conductors are very important but yet poorly understood theoretically as well as experimentally. Role of grain boundaries in mass and charge transports is not well understood either. In this work, therefore SrZr_{0.95}Y_{0.05}O₃ bulk samples were prepared. SrCO₃, ZrO₂ and Y₂O₃ were mixed and calcined at 1300°C for 10h. The calcined powder was pressed isostatically into pellets which were sintered at 1500°C. Temperature dependence was measured in dry and wet oxygen condition. The electrical behavior of the polycrystalline bulk samples is compared to that of thin films prepared by PLD on silica. In-plane measurements of PLD thin films are plagued by geometry stray capacitance and thus grain and grain boundary effects are not distinguishable. Comparison with the bulk samples allows a more definite understanding of thin film characteristics.

model, however, is hard to apply for the real sensor setup, since the thin film geometry leads to the capacitance values close to the stray effects. An AC analysis has been recently produced on TiO₂ nanofiber sensor by the equivalent circuit analysis including the stray capacitance [Moon et al, PCCP, 15 (2013) 9361]. In this work NiO thin film was prepared by sol-gel method with Ni(NO₃)₆H₂O as precursor. The temperature and atmosphere dependence of the AC behavior was investigated. Similarly as in ZnO-NiO films high capacitance effects were observed for the in-plane measurements of the films usually dominated by the stray capacitance. Capacitance responses can be used for the chemical sensor applications of NiO-based systems.

P3-G1-15 Design Optimization of Bus Bar Electrode Made of Metal Oxide Thin Film for Electrochromic and Thermo-chromic Glass**Electrochromic 및 Thermo-chromic 유리의 성능 개선을 위한 박막형 금속 산화물 버스바 전극의 최적설계**박승현^{1*}, 홍경표¹, 정명익¹, 김경훈², 최재봉², 김형근¹¹전자부품연구원²성균관대학교

Electrochromic 및 Thermo-chromic 유리는 대표적인 기능성 유리이다. 현재 국내외에서 기능성 유리의 성능 개선을 통한 기능성의 강화 및 신뢰성 확보를 위해 많은 연구가 진행되고 있다. Electrochromic 유리에 전압이 인가되면 전기적 산화-환원 반응에 의해 색상이 달라지게 되고, Thermo-chromic 유리에 전압이 인가되면 설계자가 설계한 특정 온도까지 온도가 올라가며 색상이 달라지게 된다. 이러한 기능성 유리들은 자동차의 windshield, 건물 외벽 유리 등에 활용되고 있으며, 구조물의 에너지 효율 개선, 기능 발현을 통한 현장에서의 안전성 확보 등의 기대효과가 있다. 본 연구자는 기능성 유리의 성능 향상을 위해 3차원 시뮬레이션을 통한 박막형 금속 산화물로 이루어진 버스바 전극의 형상 및 배치를 최적화 하였다. 전기장 해석을 통해 버스바 전극의 배치에 따라 유리에 발생하는 전기장의 패턴을 분석하고 최적의 발색 패턴을 보이는 버스바 전극 배치를 확인하였다. 열해석을 통해 버스바의 전극의 배치에 따라 유리에 발생하는 발열패턴을 분석하여 고른 열분포를 보이는 버스바 전극 배치를 확인하였고, 버스바 전극의 형상에 따라 전극부에서 발생하는 발열 정도를 분석하여 기능성 유리 전극의 안전성 확보를 위한 최적의 형상을 확인하였다. 또한 전기장 해석 및 열해석 결과를 종합하여 열적 전기적 특성을 모두 고려했을 때 최고의 기능을 발휘할 것으로 판단되는 버스바 전극의 최적 형상 및 배치를 제안하였다.

P3-G1-14 Chemical Gas Sensor Application Using Capacitance Responses of NiO and ZnO-NiO Thin Films**NiO 와 ZnO-NiO 박막의 커패시턴스 반응을 이용한 화학가스 센서 응용**TRAN THI HUYEN TRAN^{1*}, Dang Thanh Nguyen¹,
Jaehyun Moon², 이종숙¹¹전남대학교²한국전자통신연구원

Chemical gas sensors with high sensitivity based on the surface-conductivity type metal oxide semiconductors have been developed for wide applications]. The Schottky barriers at the surface of the porous oxide films responsible for the sensing mechanism are modeled by the equivalent circuits of R and C elements in series to the bulk response from the core of the semiconductor grains. The

P3-G1-16 Characterization of Mechanical Properties of Polymer Aerogels Relying on the Different Ratio of Acrylate Monomers

아크릴레이트 계열 단량체 비율 조절에 따른 폴리머 에어로겔의 기계적 특성 변화 연구

이규연*, 박형호

연세대학교

Aerogels have many applications but they are very fragile so they can be easily broken when they undergo external mechanical force. In an effort to overcome low mechanical property of aerogel, polymer aerogels have been prepared using different monomer ratio between 2-ethylhexyl acrylate (2-EHA) and 2-ethylhexyl methacrylate (2-EHMA). The property of polymer aerogel can be modified using different monomer which have different characteristic such as glass transition temperature or melting point. 2-EHA and 2-EHMA have different feature so by adjusting their composition, different types of polymer aerogels, such as hard and flexible polymer aerogel, can be prepared. Properties of polymer aerogels were characterized by analyzing BET surface area and bending test is also employed for showing visible mechanical property. Chemical bonding structure and surface morphology were confirmed by Fourier transform infrared spectroscopy and scanning electron microscopy.

either water or polar organic solvent, then condensation reaction would be hard to be controlled owing to polar organic solvent. So water glass just can be dissolved in 'water'. Therefore, for making improved silica aerogel with DCCAs, experiments have been proceeded using silicon alkoxide; TEOS, TMOS, MTMS, etc. than water glass aerogel. But silicon alkoxides are more expensive than water glass. Furthermore, although oxalic acid is carbon compound like as other DCCAs, it has short carbon chain and strong polarity. Hence, it shows hydrophilicity and can be dissolved in water. Focusing on this phenomenon, in this research, I will find influence of some variables on this research. So I will examine how oxalic acid affects the porosity of water glass aerogel in different conditions using FT-IR, SEM, and BET analysis. Probably, water glass aerogel that included oxalic acid during process will have more good porosity and less shrinkage.

P3-G1-18 The Study of Process Conditioning as to Alumina Deposited by rf Magnetron Sputtering

rf magnetron sputtering을 이용한 Alumina oxide 증착에 대한 공정 조건 연구

조유성*, 박형호

연세대학교

Aluminum oxide(Al_2O_3) thin films were deposited onto the soda-lime glass using rf magnetron sputtering by altering the substrate temperature, the heat treatment methods and working pressure to obtain optimum surface condition with the best uniformity and the thickness. Substrate temperature was 100°C, 200°C, 300°C and 400°C. Increasing the substrate temperature does not have any effect on the surface roughness except at 300°C. No signs of crystallization were found using X-Ray Diffraction analysis apart from when the substrate temperature was at 400°C. This can be explained by lack of the heat to be crystalized. Decreasing the working pressure increases the sputtering rate of aluminum oxide. For this reason, the alumina film thickness increase and this result from that increasing working pressure causes back diffusion and the target atom more easily collides argon gas ions than lower one.

P3-G1-17 The Research about Influence of Oxalic Acid on Porosity of Water Glass Aerogel

옥살산이 물유리 에어로겔의 기공성에 미치는 영향 연구

나하운*, 박형호

연세대학교

Silica aerogel has drying control chemical additives (DCCAs), such as oxalic acid, glycerin, formamide, N, N-dimethylformamide (DMF). DCCAs can help to make homogeneous porosity on the silica aerogel by controlling rate of hydrolysis and condensation. However, most of them has hydrophobicity. Moreover, sodium silicate, so called water glass can't melt in organic solvents due to this polarity. When water glass is mixed with solution included in

P3-G1-19 Superlattice of $\text{FeSe}_x\text{Te}_{1-x}/\text{CeO}_2$ Superconductor Thin Films
 CeO_2 를 이용한 $\text{FeSe}_x\text{Te}_{1-x}$ 의 초격자구조를 가진 초전도박막

 노희성^{1*}, 서세훈¹, 정순길², 이종민¹, 박두선², 이상한¹
¹광주과학기술원 (GIST)

²성균관대학교

Since discovery of iron chalcogenides superconductors ($\text{FeSe}_{0.45}\text{Te}_{0.55}$, FST), many studies have been conducted to increase their superconducting properties which are critical current density (J_c) and upper critical field (H_{c2}). Among diverse methods such as doping other elements and applying high external pressure, fabricating thin film is one of novel methods to enhance superconductivity owing to incorporation of artificial pinning centers. In particular, fabrication of superlattice thin films is advantageous to control for artificial pinning centers by adjusting periodic insertion layers. We use CeO_2 as insertion layer due to similar lattice constant and good chemical stability with FST. In this study, We investigated the crystal structure and superconducting properties of FST/ CeO_2 superlattice depending on the number of FST/ CeO_2 bilayer and thickness of CeO_2 layer. FST layer of the superlattice maintained Pb-O crystal structure although the number of CeO_2 bilayers increased. The superlattice shows not only reasonable T_c (~20 K) compared with that of FST single layer but also enhanced H_{c2} by pinning center at FST/ CeO_2 interface. As a result, we expect that the J_c of superlattice might be enhanced compared with FST single layer. Further studies will be done to find optimum periodicity and thickness of superlattice for obtaining higher H_{c2} and J_c .

P3-G1-20 Eco-friendly Bio-template Derived Macro- & Mesoporous WO_3 Nanobelts Functionalized with Biological Protein Encapsulated Pt Catalyst for Selective Detection of H_2S
황화수소를 선택적 감지를 위한 Pt 촉매가 포함된 생체 단백질로 기능화 되고 자연친화적 템플레이트에 의한 매크로, 메조 기공을 가지는 나노벨트 구조의 텅스텐산화물

김민혁*, 장지수, 구원태, 최선진, 김상준, 김일두

KAIST (한국과학기술원)

Bi-modally macro (>50 nm)- & mesoporous (2-50 nm) WO_3 nanobelts (NBs) functionalized with sub-10 nm Pt catalysts were prepared *via* electrospinning by using tea saponin and colloidal polystyrene sphere (750 nm) as forming agent of NBs and porous structures. Macro- & mesopores of WO_3 NBs were generated by thermal decomposition of colloidal polystyrene sphere, tea saponin and apoferritin protein templates. Macropores improve gas permeability between the sensing layers and mesopores provide numerous reaction sites for effective chemical reactions, leading to easy diffusion into interior of WO_3 NBs by Knudsen diffusion. In addition, Pt nanoparticles (NPs) with the diameter of c.a. 2.27 nm were synthesized by introducing biological protein cages, i.e., apoferritin, to further enhance gas sensing performance. As a result, Pt functionalized WO_3 NBs with a bimodal pore system exhibit remarkably high gas response ($R_{\text{air}}/R_{\text{gas}} = 61$ @ 1 ppm toward H_2S) as well as superior selectivity to H_2S as against CH_3COCH_3 , C_7H_8 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, NH_3 and CO. These results demonstrate the macro- & mesoporous structure on WO_3 NB scaffold decorated by Pt NPs for selective detection of H_2S , showing a great promise for early diagnosis of halitosis.

P3-G2-1 *In Situ* High Resolution TEM Observation of Hemispherical Sn Nanoparticles in the Surface of SnO₂ Nanotubes in Liquid Electrolyte during Lithiation

리튬이온반응 중에 SnO₂ 나노튜브 표면에 생기는 반구 형태의 Sn 나노입자들을 실시간 고해상도 TEM으로 관찰한 연구

정준영^{1*}, 장준하¹, 김성주¹, 김찬훈¹, 서현국¹, 신재원², 이정용¹, 김일두¹

¹KAIST (한국과학기술원)

²Institute for Basic Science

The morphological evolution of Sn nanoparticles (NPs) in one-dimensional SnO₂ nanostructure in the initial stage of conversion reaction is significant as it determines the overall kinetics of Li and electron transport along with further steps of lithiation. So far, *in situ* transmission electron microscopy (TEM) studies of how nucleated Sn NPs grow on the surface of SnO₂ nanotube (NT) under lithiation in the commercial electrolyte have been largely limited in real time scale. Here, in this study, we have successfully observed the growth dynamics of Sn NPs on the surface of SnO₂ nanotube (NT) during lithiation in liquid electrolyte using graphene liquid cell (GLC). With the high resolution imaging and ease of fabrication as the key advantages, growth processes of Sn NPs have been observed in high resolution TEM (HRTEM) mode. Based on the *in situ* TEM observation, formation process of hemispherical Sn nanoparticles was visualized in real time scale, which provides fundamental insights on the growth processes of nanoparticles in the interface between the electrolyte and the one-dimensional nanostructures.

P3-G2-2 Superior Electrochemical Performance of Nb₂O₅ Nanofibers Coated with Conductive Agents

전도성 물질로 코팅된 Nb₂O₅ 나노섬유의 우수한 전기화학적 성능 연구

정준영*, 김찬훈, 정지원, 김일두

KAIST (한국과학기술원)

Recently, much attention has been paid to conduct research on the potential electrode materials for lithium-ion batteries (LIBs) that undergo intercalation reaction. Among them, niobium (IV)

pentoxide, Nb₂O₅, is one of highly promising electrode materials for lithium-ion batteries, due to its higher theoretical capacity (about 200 mAh g⁻¹) compared with TiO₂ or Li₄Ti₅O₁₂ and its safety stemming from its redox potential. Nevertheless, i) subsequent pulverization that results in capacity fading and ii) low electric conductivity that results in poor rate capability have hampered the use of Nb₂O₅ as the feasible electrodes for LIBs. In this work, we have synthesized both Ag-coated Nb₂O₅ nanofibers and Nb₂O₅ nanofibers through electrospinning followed by calcination and silver mirror reaction, which were simple processes. Nb₂O₅ nanofibers exhibited higher cycle retention than Nb₂O₅ because of larger number of active sites that 1-D structure offers. In addition, upon Ag mirror reaction, Ag nanoparticles were decorated on the surface of Nb₂O₅, where they act as fast electron pathway, leading to enhanced rate capability. Combination of rational 1-D design along with decoration of conductive nanoparticles results in synergistic effects of both enhanced cycle retention and rate capabilities.

P3-G2-3 Microstructural Effect on Hydrothermal Corrosion of SiC

수화학 환경에서의 SiC의 미세구조가 부식거동에 미치는 영향

신정호*, 김대중, 이현근, 박지연, 김원주

한국원자력연구원

후쿠시마 원전 사고 이후 현재 가압 경수형 원자로의 핵연료 피복관으로 사용되고 있는 지르코늄 합금 피복관을 대체할 사고 저항성이 높은 재료에 대한 관심과 연구가 활발히 진행되고 있다. 원자로의 비정상 운전시 냉각재와의 반응에 의한 수소 발생량이 매우 낮고, 고온 기계적 특성이 우수한 세라믹 소재가 차세대 원자로 소재로서 활용될 수 있을 것으로 기대되고 있다. 그 중에서 SiC는 우수한 내식성과 고온 강도뿐만 아니라 높은 열전도도와 낮은 중성자 흡수 단면적 특성으로 많은 주목을 받고 있다. SiC는 고온의 기체 환경에서는 SiO₂ 보호피막의 형성으로 매우 우수한 산화 저항성을 가지지만, 고온 수화학 환경에서 SiC는 SiO₂ 또는 Si(OH)₄의 부식생성물의 용해에 의해 질량 감소가 일어난다. CVD SiC 합성 과정에서 발생하는 미세구조 결함은 중성자 조사에 의한 변형과 부식에 영향을 미친다. 따라서 본 연구에서는 가압 경수로 모사 환경에서 CVD 방법으로 합성한 SiC의 정상 부식 거동을 확인하고, 미세구조가 부식 거동에 미치는 영향과 부식 후 SiC의 미세구조 변화를 평가하였다.

P3-G2-4 Synthesis of $\text{CaYAl}_3\text{O}_7\text{:Ce, M(M = Mn}^{2+}, \text{Er}^{3+} \text{ and Yb}^{2+})$ Phosphor for Silicon Solar Cell

실리콘 태양 전지에 응용되는 $\text{CaYAl}_3\text{O}_7\text{:Ce, M(M = Mn}^{2+}, \text{Er}^{3+} \text{ and Yb}^{2+})$ 형광체 합성

배동식^{1*}, 김선옥², 옥지영¹, 손정훈¹

¹장원대학교

²세종대학교

Phosphors have been widely used in the lighting systems such as tricolor fluorescent lamp and white LEDs. Ce^{3+} and Er^{3+} (or Yb^{3+}) co-doped phosphors have been recently investigated as a spectral converter to enhance the energy conversion efficiency of silicon solar cells. Because of the energy transfer from Ce^{3+} to Er^{3+} (or Yb^{3+}), these phosphors are known to show a strong emission in wavelength region 900~1100 nm under near UV or blue light excitation. Recently, we successfully synthesized $\text{CaYAl}_3\text{O}_7\text{:Ce}^{3+}$, M (M = Mn^{2+} , Er^{3+} , and Yb^{2+}) phosphors through a carbothermal reduction (CTR) method and the phosphors show effective energy transfer from Ce^{3+} to M (M = Mn^{2+} , Er^{3+} , and Yb^{2+}). In here, we present the luminescence properties of $\text{CaYAl}_3\text{O}_7\text{:Ce}^{3+}$, M (M = Mn^{2+} , Er^{3+} , and Yb^{2+}) phosphors prepared by CTR method and discuss the energy transfer mechanism and the practicability of this phosphor on the silicon solar cell application.

논문에서는 간단한 수열합성을 통해 WO_3 nanorods를 합성하였고 동일한 합성조건에서 구조유도제로 사용된 citric acid의 몰농도에 따른 나노구조의 변화를 관찰하였다. 합성한 WO_3 의 형태와 구조는 SEM(scanning electron microscopy), XRD(x-ray diffraction technique)를 통해 분석하였고 BET를 통해 표면적을 측정하였다. 구조유도제로서의 citric acid는 WO_3 의 합성시간을 줄여주고 일정 몰농도의 증가 까지는 비례적으로 균일하고 뚜렷한 nanorods를 형성하는 경향을 보였다. 이는 표면적측정에서도 유사한 결과를 얻었다. 이러한 결과는 넓은 표면적의 일차원적 구조 nanorods를 짧은 시간에 합성하여 대량생산에 유용하게 적용될 것으로 보인다.

Reference

- [1] E. Rossinyol, A. Prim, E. Pellicer, J. Rodriguez, F. Peiro, A. Cornet, J. Ramon, B. Tian, T. Bo, and D. Zhao, Sens. Act. B 126 (2007) 18-23.
- [2] N. Xu, M. Sun, Y. W. Cao, J. N. Yao, and E. G. Wang, Appl. Surf. Sci. 157 (2000) 81-84.

P3-G2-6 Synthesis of Li_2TiO_3 for Tritium Production for Nuclear Fusion Materials

핵융합용 트리튬 증식을 위한 Li_2TiO_3 개발 및 특성 평가

우성필^{1*}, 신서윤², 윤영수²

¹연세대학교

²가천대학교

차세대 에너지원으로 꼽히는 핵융합에너지는 태양에서 나타나는 초고온 상태에서 수소 핵간 융합으로 발생하는 높은 에너지를 나타내며, 태양이 연소하는 것과 같은 원리를 사용하고 있어 인공 태양으로 불린다. 핵융합 반응이 일어나는 부분은 토카막으로 핵융합용 플라즈마를 담아 에너지를 발생시키는 장치로서, 핵융합을 발생시키기 위해서는 토카막에 2종류의 수소 동위원소인 중수소와 트리튬을 넣고 초고온 및 초고압 상태를 만든다. 이와 같이 핵융합 반응에서 가장 중요한 것을 트리튬이며, 이는 리튬을 통하여 생성 및 방출이 된다. 이에 리튬 기반 금속 산화물은 핵융합에 필요한 트리튬 생산을 위한 물질로 사용되며, 그 중 Li_2TiO_3 는 높은 화학 및 열적 안정성, 뛰어난 트리튬 방출 능력, 중성자 환경에서의 높은 안정성 등의 특징으로 활발한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 간단한 불밀 공정을 통하여 온도에 따른 상 안정성을 가지는 Li_2TiO_3 를 합성하였다. 합성된 Li_2TiO_3 에 대한 구조적인 분석을 위한 XRD, SEM, TEM을 측정하였으며, 전기화학적 특성 평가를 위한 분위기에 따른 Impedance 측정을 진행하였다. 이를 통하여 핵융합 토카막 내 환경에서 트리튬 발생을 위한 최적의 상 안정성을 가지는 Li_2TiO_3 를 확인하였다.

P3-G2-5 Characteristics of WO_3 Synthesized by Hydrothermal Methods

수열합성으로 제조된 WO_3 나노막대의 특성과 citric acid 첨가의 효과

박수민*, 남충익

한남대학교

전이 금속 산화물은 반도체적 특성을 갖고 있어 바이오 및 에너지 소재로 다양한 분야에 활용 된다. 대표적으로 텅스텐 산화물은 광촉매[1], 가스센서[2], 전기변색소자, 광 변색소자 등에 활용되고 있다. 이러한 금속산화물은 이온의 흡착을 통해 촉매, 가스센서, 전기변색 등의 반응이 일어나기 때문에 금속산화물의 나노구조는 활성 표면적을 변화시켜 응답특성을 결정하는 중요한 요소 이다. 이

P3-G2-7 Effect of Stoichiometric Ratio on Micro-structure and Mechanical Strength of ZrC Coating Layers of TRISO Coated Particles

TRISO 피복입자의 ZrC 코팅층의 미세구조 및 기계적 강도 변화에 ZrC의 화학양론비가 미치는 영향

이승호*, 이현근, 김대중, 박지연, 김원주

한국원자력연구원

ZrC는 4세대 원자로 중 하나인 초고온가스냉각로(very high temperature gas-cooled reactor, VHTR)에 사용되는 TRISO 피복입자 핵연료(tristructural-isotropic-coated particle fuel)의 구조 건정성을 유지시키기 역할을 한다. ZrC는 SiC에 비해 핵분열 생성물과의 반응성이 낮으며 고온안정성이 보다 우수하기 때문에 SiC의 대체 피복층으로 적용하기 위한 연구가 진행되고 있다. 본 실험에서 회석기체비를 달리하여 ZrC내의 유리탄소(free carbon)의 조성을 달리하였으며, 그에 따른 기계적 강도 변화와 미세구조 변화를 알아보고자 하였다. ZrC 피복층은 $ZrCl_4$ - H_2 -Ar- CH_4 시스템을 기반으로 화학기상증착(chemical vapor deposition, CVD)법을 이용하여 형성하였다. ZrC 코팅층의 미세구조는 OM과 SEM을 이용하여 관찰하였다. X-ray diffraction(XRD) 결과에서 ZrC 상이 200방향으로 우선 성장 배향되었으며 결정화가 잘 이루어진 것을 관찰하였다. 기계적 강도 또한 ZrC 코팅층 내의 유리탄소의 조성이 변함에 따라 변하는 것을 관찰 하였다.

적용 분야의 확대에 걸림돌이 되고 있는 실정이다. 이를 해결하기 위하여 점토, 규조토 등의 저가 천연소재를 기반으로 한 분리막 연구가 활발히 진행되고 있다. 여러 종류의 천연소재 중, 특히 납석은 우리나라에 매장량이 풍부하여, 요구되는 기공구조를 구현 할 수 있다면 수처리용 분리막으로서 충분한 응용 가능성을 가지고 있는 소재이다. 그래서 본 연구에서는 납석을 기반으로 규조토를 기공 형성제로 적용한 납석-규조토 복합재 지지체를 제조하였다. 그리고 정밀여과를 위하여 알루미늄 코팅 공정을 개발하고, 최적화하였다. 또한 코팅용 알루미늄 슬러리를 불활함으로써 알루미늄 코팅층의 표면 평탄도를 개선하였으며, 알루미늄 코팅 횟수를 변화시켜 코팅층의 두께를 조절하였다. 앞서 제조한 알루미늄 코팅층이 증착된 납석-규조토 복합재 지지체의 코팅층 두께에 따른 분리막 특성을 측정하였다. 추가적으로, 기존 세라믹 분리막과의 비교 분석을 위하여, 알루미늄 지지체에 동일한 조건으로 코팅층을 증착시킨 후 평가하였다.

P3-G2-9 Application of SiC Layer for Reusable Graphite Crucible of Sodium-cooled Fast Reactor Metal Fuel

소듐냉각고속로 금속핵연료 용해도가니 재사용을 위한 SiC-CVR코팅방법 적용

홍기원^{1*}, 김기환², 고영모², 박정용², 이찬복², 홍순익¹

¹충남대학교

²한국원자력연구원

소듐냉각고속로는 소듐을 냉각재로 사용하는 제 4세대 원전이며 고속중성자를 이용하여 전력을 생산한다. 또한, 소듐냉각고속로는 천연우라늄의 0.7%에 해당하는 U-235를 사용하는 경수로와는 달리, 천연우라늄의 99.3%에 해당하는 U-238을 사용하며 사용 후 핵연료를 파이로 프로세싱을 거쳐 재사용 할 수 있어 고준위방사성폐기물량의 감소와 우라늄이용률을 높여 비용절감 측면에서도 큰 효과가 있는 차세대 원전이다. 현재, 소듐냉각고속로에 사용될 핵연료 후보재료 중 유력한 것이 바로 금속핵연료이며, 이 금속핵연료를 용해하여 연료심으로 만들 때 흑연도가니가 사용된다. 하지만, 기존의 흑연도가니는 금속핵연료와 반응하여 연료심의 품질을 저하시킬뿐만 아니라, 1회성 사용에 그쳐 막대한 방사성폐기물을 생성한다. 따라서, 적절한 방호능력을 제공하는 코팅층의 개발이 반드시 필요하며, 이미 2011년부터 2013년까지 이루어진 한미공동연구과제를 통해 유망한 세라믹코팅재료가 선정되었다. 본 연구에서는 흑연과 코팅층의 박리문제를 개선하고자 중간층으로서 SiC를 CVR(Chemical Vapor Reaction)방법으로 흑연도가니 표면을 개선하였고, 다시 SiC층 위에 플라즈마코팅(APS)방법으로 선정된 코팅물질로 코팅한후 우라늄합금을 용해하여 그 특성 및 성능을 평가하였다.

P3-G2-8 Preparations and Characterizations of Pyrophyllite-based Ceramic Membrane

납석 기반 세라믹 분리막의 제조 및 특성평가

이수진*, 하장훈, Bukhari Syed Zaighum Abbas, 이종만, 송인혁
재료연구소

최근 수처리 분야에서 열적, 화학적 안정성이 뛰어난 다공성 세라믹 분리막에 대한 관심이 증대되고 있다. 하지만, 현재까지 수처리 분야에서 사용되어 온 분리막은 고분자 분리막이 주를 이루었다. 그러나 고분자 분리막은 운용온도의 제한과 취약한 내열성 및 내화학적성의 문제를 가지고 있어 그 적용범위가 한정적일 수 밖에 없다. 반면, 세라믹 분리막은 혹독한 환경에서도 특유의 장점을 이용하여 적용될수 있으며, 분리막의 교체주기도 감소시킬수 있어 고분자 분리막을 대체할수 있는 분리막 소재로 주목받고 있다. 그러나 기존 알루미늄, 지르코니아, 탄화규소 등의 세라믹 소재를 기반으로 제조된 분리막은 높은 원료 비용과 높은 제조 공정 비용이

P3-G2-10 Optimization of Electrochemical Performance of Alkali Metal Thermal-to-electric Converter (AMTEC) Unit-cells by Improving the Mo/TiN Electrode Manufacturing Process

Mo/TiN 전극 제조 공정 개선을 통한 AMTEC 단위셀의 전기화학적 성능 최적화

석승원^{1*}, 최현중², 김선동², 서민수², 이육현², 우상국², 한문희¹

¹충남대학교

²한국에너지기술연구원

알칼리메탈의 열적 순환을 이용한 열-전기 변환 발전 기술인 AMTEC (Alkali metal thermal-to-electric converter)의 전극은 발전기의 성능과 수명을 결정하는 중요한 구성요소이다. 이때, Mo계 전극은 AMTEC의 최적 운전 온도인 827°C 이상에서 grain growth 현상이 발생하고, 부반응으로 Mo-Na-O 화합물이 발생 및 휘발하여 전극에 손상을 주기 때문에 발전기의 수명을 단축시키는 것으로 알려져 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 전기적 성능이 뛰어난 금속인 Mo와 세라믹 소재인 TiN을 이용하여 Mo/TiN 복합 전극 소재를 개발하였다. 본 연구에서는 전극의 균질 및 안정성 개선을 위해 최적화된 코팅 방법으로 유기용매 기반 슬러리를 이용한 dip-coating 기법을 적용하였고, 코팅 횟수는 1 - 3회, 열처리 온도는 800°C - 1250°C까지 다양한 조건에 맞춰 제작한 셀의 성능 평가를 진행하여 분석하였다. 그 결과, 3회 코팅 및 900°C에서 열처리 후 성능 평가한 시편이 9.99 W로 최대 성능을 나타냄을 확인하였다. 본 연구로부터는 고온에서 높은 전기 전도도와 안정한 미세구조를 갖는 Mo/TiN 복합 분말 제조 및 공정 개발을 통하여 AMTEC 전극의 성능을 향상시키는데 적합하다고 판단하였다.

P3-G2-11 Uniform Coating of Graphitic Carbon Shell on Si for High Performance Lithium Ion Battery Anode

실리콘 위에 균일한 그래피틱 탄소막 코팅을 통한 리튬이온 배터리 음극 소재 적용

정철호*, 홍성현

서울대학교

For Li-ion battery anode, Si is one of the most promising anode material, of which its theoretical capacity is 10 times higher than commercially used graphite. However due to low intrinsic electrical conductivity and high volume expansion during discharge, it shows poor electrochemical performance. One way to enhance electrochemical performance is carbon coating. However by the widely known carbon coating method such as hydrothermal or CVD, it still shows capacity decay at high rate due to its low electrical conductivity by amorphous nature with nonuniformity. In this research, amorphous carbon shell was converted to graphitic carbon by metal catalyst. Because graphitic carbon can enhance electrical conductivity than amorphous carbon, we anticipate better cycle performance at high rate. Also with the carbon source of dopamine, carbon polymerization is possible in stirring method, which will aid in uniformity of carbon coating. We propose high performance of Si by coating uniform graphitic carbon.

P3-G2-12 Filtering Property of UF Ceramic Membrane by Fouling and Backwashing

파울링 및 역세척에 의한 UF 세라믹 막의 여과 특성

이종찬^{1*}, 남산¹, 김진호², 한규성², 조우석², 황광택²

¹고려대학교

²한국세라믹기술원

세라믹 분리막 기술을 이용한 수처리 공정은 물에 존재하는 각종 오염물질이나 무기 이온 등에 대해 높은 제거율을 보이며 에너지 소비가 적고 화학물질의 사용 및 배출이 없어 친환경적이다. 세라믹 분리막을 이용한 수처리 기술은 수 십 년간 매우 빠른 속도로 발전되어 왔으며 그 응용 분야 또한 매우 다양해지고 있다. 그러나 막분리 여과공정은 우수한 분리정제능력에도 불구하고 투과선속의 감소가 심하다는 단점이 있다. 투과선속을 감소시키는 막오염은 입자가 세공을 막거나 세공벽에 흡착되어 세공을 좁히는 세공막힘과 막표면에 누적되어 케익층을 형성하는 케익여과가 있으며, 이들은 투과저항을 증가시키고 막의 수명을 단축시키는 원인이 된다. 본 연구에서는 UF층을 가지는 세라믹 분리막의 역세척 공정을 통해 분리막의 막오염을 효과적으로 제거하고 높은 투과선속을 유지할 위한 연구를 진행하였다. 케익층 형성이 세라믹 분리막의 투과선속 효율저하에 대해 고찰하였고, 역세척이 막오염에 미치는 영향을 조사하기 위하여 역세척 시간과 압력에 따른 투과선속 복귀율을 조사하였다. 투과선속은 단위면적 및 시간에 통과하는 투과수의 부피 L/m^2h 로 나타내었다. SEM, EDS 분석을 통해 표면의 역세척 후 케익층 제거를 확인하고, 여과된 물질을 조사하였다.

P3-G2-13 Tensile Strength and Fracture Toughness with the Deposition Times of SiC_f / SiC Composites by Chemical Vapor Infiltration

화학기상침착법에 의한 SiC_f / SiC 복합체의 침착 시간에 따른 인장강도와 파괴인성 변화

이호욱^{1*}, 김대중¹, 이현근¹, 김원주¹, 윤순길², 박지연¹

¹한국원자력연구원

²충남대학교

SiC_f/SiC 복합체는 SiC의 우수한 특성을 유지하며 동시에 단일 세라믹의 단점인 취성파괴를 보완하고 인성을 부여하는 것이 가능하다. 하지만 많은 기공을 포함하고 있고 비교적 낮은 응력에서 SiC 기지상의 균열이 발생할 수 있기 때문에 우수한 기계적 특성과 고밀도를 갖는 SiC_f/SiC 복합체층의 제조를 위한 공정을 필요

로 한다. 이를 위해 고온 기계적 특성이 우수한 SiC_f/SiC 복합체를 제조하는데 화학기상침착법 (Chemical Vapor Infiltration : CVI) 법이 최적화 되어있다고 평가된다. 본 연구에서는 고강도의 SiC_f/SiC 복합체를 제조하기 위해 원료기체로는 CH₃SiCl₃ (Methyltrichlorosilane : MTS) 를 사용하였고 SiC 섬유를 적층시킨 뒤 복합체의 Preform을 제작한 후 CVI 공정을 진행하였다. 공정 도중 원료기체의 공급방향을 달리해 균일한 밀도를 얻고자 하였고, 침착 시간의 변화를 통해 최적의 조건을 찾기 위한 연구를 진행하였다. 이를 바탕으로 침착 거동을 관찰하였고, 그에 따른 복합체의 기계적 특성을 평가하였다. 침착 거동은 미세구조와 밀도를 비교하였고, 기계적 강도는 각각 인장강도와 파괴인성을 측정하였다.

P3-G2-14 Synthesis of Si-C 3D Porous Structure by Infiltration Method for High Performance Lithium Ion Battery

카본기반 다공성 입체구조의 실리콘 음극재 합성을 통한 리튬 이온 전지의 성능 향상 연구

권성우*, 홍성현

서울대학교

실리콘(Si)은 가장 높은 이론용량을 갖는 리튬 이온 전지의 음극 재료써, 상용화되어 있는 흑연 계 음극재의 낮은 용량을 대체할 수 있는 소재로 주목 받고 있다. 그러나 실리콘은 리튬 이온의 삽입 시 큰 부피팽창으로 인해 낮은 수명 특성을 보이고, 낮은 전기 전도도를 보인다는 문제점을 갖고 있다. 따라서, 실리콘 음극재의 리튬 이온의 삽입 시 구조를 유지할 수 있는 완충층(buffer layer)를 제공함과 동시에 낮은 전기 전도도를 개선할 수 있는 디자인이 필요하다. 카본코팅을 통해 실리콘의 큰 부피팽창을 억제하고 낮은 전기 전도도를 향상시킬 수 있으며, 다공성의 입체구조를 활용해 리튬 이온의 확산을 촉진시킬 수 있음에 착안해 카본이 코팅된 다공성 입체구조에 관한 연구가 활발히 진행 중에 있다. 본 연구에서는 카본기반 다공성 입체구조의 실리콘 음극재를 합성하는 방법에 대해 고찰하였다. 실리콘 입자가 카본 뼈대(framework)에 함몰되어있는 다공성 입체구조를 실리콘과 SiO₂의 복합체에 카본 전구체를 침투(infiltration)시킨 후 실리카(SiO₂)를 제거하는 방식으로 합성하고자 하였다. 액상의 카본 전구체를 침투시키는 방식은 간단하며, 균일하고도 서로 연결된 카본 틀을 얻을 수 있다는 장점을 갖고 있다. 이러한 공정을 통해 실리콘 음극재의 수명 특성 향상 및 높은 전기 전도도를 기대할 수 있으며, 실리카의 제거를 통해 얻은 다공성 구조에 기인한 빠른 리튬 이온의 확산과 상승 효과를 일으켜 높은 rate 특성을 확보하고자 하였다.

P3-G2-15 First-principles Study on the Formation of Solid-Electrolyte Interphase on the LiMn_2O_4 Cathode in Li-Ion Batteries

제일원리 전산모사를 통한 리튬 이온 전지의 LiMn_2O_4 전극-전해질 계면 반응 분석

최대현*, 강준익, 한병찬

연세대학교

Development of advanced Li-ion battery cells with high durability is critical for safe operation, especially in applications to electric vehicles and portable electronic devices. Understanding fundamental mechanism on the formation of a solid-electrolyte interphase (SEI) layer, which plays a substantial role in the electrochemical stability of the Li-ion battery, in a cathode was rarely reported unlike in an anode. Using first-principles density functional theory (DFT) calculations and ab-initio molecular dynamic (AIMD) simulations we demonstrate atomic-level process on the generation of the SEI layer at the interface of a carbonate-based electrolyte and a spinel LiMn_2O_4 cathode. To accomplish the object we calculate the energy band alignment between the work function of the cathode and frontier orbitals of the electrolyte. We figure out that a proton abstraction from the carbonate-based electrolyte is a critical step for the initiation of an SEI layer formation. Our results can provide a design concept for stable Li-ion batteries by optimizing electrolytes to form proper SEI layers.

P3-G2-16 Effect of Powder Preparation Method on the Microstructure and Thermo-electric Properties of Spark Plasma Sintered Cu_{2-x}Se

분말 제조 공법이 통전활설법으로 소결된 Cu_{2-x}Se 의 미세구조 및 열전 특성에 미치는 영향

조준영*, 류중훈, 지상구, 박찬

서울대학교

Cu_{2-x}Se has attracted a lot of attention recently for its high charge carrier mobility and low lattice thermal conductivity, which can lead to high thermoelectric (TE) efficiency. A popular method to fabricate bulk and polycrystalline Cu_{2-x}Se compound is fabricated by sintering powders of raw materials. There have been extensive studies on powder-based fabrication methods for Cu_{2-x}Se

compounds which can affect their microstructures and, hence, TE properties. There, however, have been few reports that directly compare the effect of fabrication methods on the T.E properties of Cu_{2-x}Se . The effect of powder based processes on the Cu_{2-x}Se properties was investigated. The Cu_{2-x}Se powders were prepared using three different methods. The first one was obtained by mechanical alloying of Cu and Se powders. Another was obtained by grinding of Cu_{2-x}Se ingot prepared by zone melting, and the other was obtained by chemical synthesis of Cu and Se precursor solution. The bulk Cu_{2-x}Se was fabricated using the three powders by spark plasma sintering. XRD analyses were used to identify the phases of the sintered Cu_{2-x}Se , and the microstructure was observed by FE-SEM and EBSD. The T.E properties, which consist of Seebeck coefficient, electrical conductivity and thermal conductivity, were measured and the change of T.E property is discussed in terms of the carrier concentration and the effective mass, and the effect of different powder preparation method on the T.E properties will be presented.

P3-G2-17 Microstructure and Mechanical Properties of Ta-C Compounds Deposited by Low Pressure Chemical Vapor Deposition

LPCVD법으로 증착된 Ta-C 화합물의 미세구조 및 기계적 특성

정상민^{1*}, 김대중¹, 윤순길², 김정일³, 이현근¹, 박지연¹, 김원주¹

¹한국원자력연구원

²충남대학교

³티씨케이

초고온세라믹스 중 하나인 탄화 tantalum 카바이드(TaC)는 높은 용점을 가지며, 초고온환경에서 우수한 기계적 강도, 내열성, 에칭가스에 대한 내반응성, 내열충격특성, 낮은 가스투과율 등으로 인하여 극한 환경조건에서 구조재 및 코팅재료 사용될 수 있다. 그러나 TaC는 증착환경에 따라 다양한 Ta-C 화합물을 가지게 되며, 증착층의 특성에 따라 기계적/물리적 특성이 크게 변한다. 본 연구에서는 TaCl_5 , C_3H_6 를 원료물질로한 저압 화학기상증착법을 이용하여 고순도의 TaC 화합물을 증착하였다. 회석 및 운반기체로는 불활성기체인 Ar, H_2 를 이용하였으며, 증착 온도, 원료기체 분압, 증착압력, 회석기체비를 변화시키며, 우선성장방위 및 성질이 다른 다양한 Ta-C 화합물 얻었으며, 증착층 특성에 따른 미세구조, 기계적 특성 변화와 고온 열처리 영향을 평가하였다.

P3-G2-18 Fabrication of Oxide Layers on Mg Alloy by Plasma Electrolytic Oxidation

플라즈마 전해 산화법에 의한 Mg합금의 산화막 형성

박성준*, 임대영, 송정환
배재대학교

Light metals are expected as a replacement material has an advantage in light weight, durable, energy efficient. Passive metals such as light metals of Al, Mg, Ti may have a number of problems corrosion resistance, wear resistance, oxidation resistance. Study on the Passive light metals surface treatment for solve this problem it is being actively conducted. Plasma electrolytic oxidation(PEO) is environmentally friendly electrochemical techniques used to improve the desired functional properties by creating thick, dense, and ultrahigh hardness oxide layers with high insulation resistance on light metals and their alloy. PEO treated metal can be applied to computers, automobiles, aerospace components, a plurality of equipment and materials, such as engineering equipment parts. In this study, the oxide layers formed in accordance with the voltage, a change in frequency, duty cycle in the PEO surface treatment for the Mg alloy. The crystal structure, surface, cross-section morphology, the hardness of the oxide layers formed was measured.

or silane precursor based (3-Aminopropyl)triethoxysilane (APTES) were used to functionalize amine group on the surface of nano alumina particle. The specimens were characterized by the C-H stretching vibration and N-H bending vibration or the symmetric stretching vibration of siloxane group (Si-O-Si) in the FT-IR spectra, depending on the nature of the molecular structure of the precursor molecule. The dispersion properties were also improved through electrostatic repulsion or steric hindrance. These modifications resulted in a PEI-grafted colloidal alumina particle that induced a more rapid infiltration process with greater efficiency than did the APTES-treated particle. The rapid infiltration of the ceramic core suppressed the formation of the cristobalite phase, improved the flexural strength from 3.2 to 10.2 MPa, and reduced the linear shrinkage rate from 1.91–1.05%.

P3-G2-20 Phase Structural Engineering of (1-x-y)KNN-xBNKLZ-yBS Lead-free Piezoelectric Ceramics

(1-x-y)KNN-xBNKLZ-yBS 비납계 압전 세라믹의 상구조적 엔지니어링

양선아*, 김병훈, 이경자, 이민구
한국원자력연구원

Recently, constructing of rhombohedral-tetragonal (R-T) phase boundary at room temperature has been considered as an effective way to promote the piezoelectric property of (K, Na)NbO₃ (KNN)-based ceramics. For this purpose, we introduced an ABO₃-type additive, i.e., Bi(Na, K, Li)ZrO₃, which is the most commonly investigated perovskite material to increase rhombohedral-orthorhombic (R-O) transition temperature and decrease orthorhombic-tetragonal (O-T) transition temperature of KNN simultaneously. For further modification of the phase boundary, we also added BiScO₃ as a third component. Finally, the (1-x-y)[(K_{0.48}Na_{0.52})NbO₃]-x[Bi_{0.5}(Na_{0.7}K_{0.2}Li_{0.1})_{0.5}ZrO₃]-yBiScO₃ ternary composition (x=0-0.05, y=0-0.04) was investigated in a case study in this work. It was found that the dielectric, ferroelectric and piezoelectric properties of the KNN-based ceramics were significantly affected by phase structure induced by their composition. The maximum piezoelectric constant d_{33} of ~350 pC/N (Curie temperature T_c of ~320°C) was obtained in the ceramic with x = 0.03 and y = 0.01.

P3-G2-19 Modification of Surface Characteristics in Colloidal Alumina Particle for Enhancing the Infiltration Behavior in Silica based Ceramic Core

콜로이드 알루미나 입자의 표면특성 개질에 의한 실리카 기반 세라믹 코어의 침투성 향상에 관한 연구

안계석*, 허재욱, 최성철
한양대학교

Including amine functional groups to nano-sized alumina particles result enhancing the infiltrating behavior in a silica-based ceramic core, inhibiting crystallization of the cristobalite phase in order to improve mechanical properties with modified its surface characteristics. In this study, polymer-based polyethylenimine (PEI)

P3-G2-21 Effect of M Composition on Piezoelectric Properties of $0.955(\text{K}_{0.48}\text{Na}_{0.52})\text{NbO}_3\text{-}0.045(\text{Bi}_{0.5}\text{M}_{0.5})\text{ZrO}_3$ Ceramics

M 조성이 $0.955(\text{K}_{0.48}\text{Na}_{0.52})\text{NbO}_3\text{-}0.045(\text{Bi}_{0.5}\text{M}_{0.5})\text{ZrO}_3$ 세라믹 압전 특성에 미치는 영향

김병훈*, 양선아, 이경자, 이민구

한국원자력연구원

$(\text{Bi}_{0.5}\text{M}_{0.5})\text{ZrO}_3$ is a promising perovskite material to enhance piezoelectric property of KNN-based ceramics by constructing rhombohedral-tetragonal (R-T) phase boundary at room temperature. In this study, we investigated the effect of “M” composition on piezoelectric properties of the $0.955(\text{K}_{0.48}\text{Na}_{0.52})\text{NbO}_3\text{-}0.045(\text{Bi}_{0.5}\text{M}_{0.5})\text{ZrO}_3$ ceramics with R-T phase boundary by adjusting M as follows: Na, K, Li, $(\text{Na}_{0.5}\text{Li}_{0.5})$, $(\text{K}_{0.5}\text{Li}_{0.5})$, $(\text{Na}_{0.82}\text{K}_{0.18})$, $(\text{Na}_{0.7}\text{K}_{0.2}\text{Li}_{0.1})$. It was found that the maximum piezoelectric constant d_{33} of ~ 270 pC/N was obtained for the ceramic with $M=(\text{Na}_{0.7}\text{K}_{0.2}\text{Li}_{0.1})$. The piezoelectricity of the KNN-based ceramics was largely influenced by “M” composition and analyzed by R-T phase transition temperature, grain size and tetragonality, etc.

경사구조. BET(Burnauer-Emmett-Teller) adsorption을 통하여 ①, ②, ③번 양극의 비표면적 변화를 관찰하였고, EDS(Energy Dispersive Spectroscopy) mapping으로 전극을 구성하는 물질의 분포 및 입도를 관찰하였다. 각 제조 방법에 따른 전고체전지를 제작하고 GITT(Galvanostatic Intermittent Titration Test)를 실시하여 전극과 전해질 간의 계면적 변화를 관찰하였다. 실험 결과 ②번 방법으로 제조된 양극의 sulfur, carbon, solid electrolyte의 분포가 향상되었음을 알 수 있었다. ③번 방법의 양극이 ②번에 비하여 더 미세한 입도를 가졌으며 더 고른 분포를 보였다. 또한 입자 크기가 감소함에 따라 전극과 전해질간 계면적이 증가하여 충전·방전 실험 시 더 높은 무게당 용량을 구현하였다. 구조에 따른 용량 변화를 알아보기 위하여 ②번, ④번 전지를 제작하여 충전·방전 실험을 진행한 결과, ④번 전지의 부피당 용량이 ②번 전지보다 1.5배 향상된 것을 관찰 할 수 있었다. 그러므로 본 연구를 통해서 황 복합 양극의 제조 방법에 따라 전고체전지의 성능이 크게 좌우될 수 있다는 것을 알 수 있었다.

P3-G2-23 Fabrication and Characterization of Y, Sm doped CeO_2 Particle by a Hydrothermal Processing

수열합성으로 Y, Sm 도핑한 CeO_2 입자의 제조 및 특성

배동식*, 이동규

창원대학교

Nano size powders have many good properties, Which are suitable for various applications such as ceramics, catalysts, ceramic fuel cells. Catalyst will have better properties when the particle size of the Nano-sized, among CeO_2 is a good catalyst. So, CeO_2 is widely used in three-way catalysts because of its unique oxygen storage capacity (OSC). When the yttrium and samarium of ceria to the doping, cause oxygen vacancies, it is possible to increase the effect of the oxygen sensor. Properties of the obtained samples were characterized and analyzed with X-ray diffraction (XRD), Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM), specific surface area measurements (BET), Differential Scanning Calorimetry/ Thermogravimetry (TG-DSC). Result of XRD analysis, It is confirmed that CeO_2 have crystallinity and approximately crystal size is 10~30nm. Result of SEM analysis, the average crystal size and distribution of the synthesized CeO_2 powders were in the range of 10-30nm and narrow, respectively. Result of BET analysis, when the pH 11, it had the highest BET value.

P3-G2-22 Preparation of Sulfur Composite Cathode for All-solid-state Li/S Battery

황 복합 양극의 제조 방법 및 구조에 따른 황화물계 전고체 전지 성능 비교

최한울*, 임형태

창원대학교

본 연구에서는 리튬-실리콘 합금 ($\text{Li}_{4.4}\text{Si}$) 음극, 황화물계 전해질($\text{Li}_2\text{S-P}_2\text{S}_5$), 황 복합 양극으로 구성된 전지를 제조하여 양극의 제조 방법 및 구조에 따른 성능을 비교하였다. 황 복합 양극은 다음과 같은 네 가지 방법으로 제조되었다 ; ① 막자를 이용한 Hand mixing (HM) ② 기계적 합금화 방법인 유성 볼밀을 이용하여 제조한 Ball milling (BM) ③ ②번 방법 후 유성 볼밀로 추가적인 고 에너지를 가한 Secondary ball milling (SBM), ④ carbon함량을 줄여 ②번 방법으로 제조한 후 PGS (Pyrolytic graphite sheet)를 더한

P3-G2-24 Synthesis and Characterization of $K_{0.5}(Cs, Rb)_{0.5}VO_3$ Phosphors by Water Assisted Solid State Reaction Process

WASSR공정을 이용한 $K_{0.5}(Cs, Rb)_{0.5}VO_3$ 형광체 합성 및 특성평가

배동식*, 최연빈
창원대학교

In general, phosphor powders are produced by solid state reaction process at high temperature. But we synthesized vanadate phosphor by improved a water assisted solid state reaction(WASSR) method. WASSR is simple mixing with addition of a small amount of water at room temperature. The $K_{0.5}(Cs, Rb)_{0.5}VO_3$ were prepared by simple mixing of K_2CO_3 , Rb_2CO_3 , Cs_2CO_3 and V_2O_5 at room temperature. Water assisted solid state reaction process is a cost-effective method to synthesize the $K_{0.5}(Cs, Rb)_{0.5}VO_3$ phosphor materials. The characterization of the synthesized $K_{0.5}(Cs, Rb)_{0.5}VO_3$ investigated by XRD, UV lamps.

P3-G2-25 Effect of TeO_2 -PbO Glass Frit on Contact Formation Between Ag and Si for Solar Cells

TeO_2 -PbO계 유리가 Ag전극과 Si 간의 계면특성에 미치는 영향

김유리안*, 최승곤
인하대학교

The glass frits in Ag paste have an important role in affecting the current flow between the Ag electrodes and Si wafer. Despite the many studies the current transport mechanism of solar cells, it is still difficult to provide Ag electrodes/Si wafer interfacial structure under fast firing. In this study, we have investigated thermal properties of glass frits with TeO_2 content and the electrical characteristics of 3-busbar Si solar cells. The glass layer at interface Ag electrodes/Si wafer is observed using a scanning electron microscopy. The results showed that the morphology of the interfacial structure significantly affects the electrical properties. The series resistance of Si solar cells varies proportional with the thickness of glass layer. A lower viscosity of glass frits contains a higher recrystallites formed on the n^+ emitter and the penetration depth of these recrystallites into Si results in a higher efficiency of solar cell. It seems that the contact formation between the Ag electrodes and Si wafer was caused by fused glass frits in Ag paste under fast firing.

P3-G3-1 Effect of Filler Addition on Geopolymer Concrete Properties

지오폐리머 물성에 영향을 미치는 필러 첨가 효과에 대한 연구

이상진*, 천즈레이
국립목포대학교

본 연구에서는 메타카올린을 사용한 지오폐리머에 각종 필러제를 첨가한 지오폐리머 콘크리트의 물성변화를 고찰하였다. 레드머드(red mud)를 필러제로 첨가한 경우, 레드머드의 큰 입자들이 일종의 골재역할을 함으로써 압축강도가 증가되는 현상을 보였으며, 반대로 경도는 하락하는 현상을 보였다. 시멘트를 필러제로 첨가한 경우는, 거친 다량의 기공이 관찰되었으며, 시간이 흐를수록 미세구조가 치밀해져 압축강도 및 경도값이 증가하는 경향을 나타내었다. 납석을 필러제로 첨가한 경우, 메타카올린 기반 지오폐리머에 비해 매우 치밀한 구조가 관찰되었고, 이는 공극을 납석이 채워 치밀화가 이루어진 것으로 판단된다. 압축강도는 상대적으로 낮은 수치를 보였다. 모든 경우에 있어, 알칼리 자극제로는 제조상의 안정성 및 경제성을 고려할 경우, KOH를 사용하는 것보다는 NaOH가 유리하였으며, 알칼리 자극제와 활성화제(sodium silicate)의 배합비가 1:1로 혼합하여 사용하는 경우, Si와 Al 성분과의 반응이 활성화됨으로써 물리적 특성이 가장 우수한 것으로 나타났다.

P3-G3-2 방전플라즈마소결법을 이용한 Y_2O_3 투명세라믹의 제조 및 특성

Fabrication and Properties of Y_2O_3 Transparent Ceramics by using Spark Plasma Sintering

박철우*, 강호상, 박재화, 강석현

한양대학교

Transparent yttria ceramics of high density were manufactured by spark plasma sintering using nanometre-sized powders. We measured the optomechanical property of the prepared sample as a function of processing parameters, holding times, the maximum sintering temperature, and heating rates. One of the serious drawbacks of SPS processing is that the process is performed in a carbon-rich atmosphere. Graphite die functions as a heating element and carbon is derived from it. As a result, the optical transparency of the sample treated by SPS is severely damaged by the high level of carbon content. Therefore, when producing transparent ceramics by the SPS method, a carbon removal step is essential because it can minimize carbon contamination and enhance the transmittance of the produced ceramics. This study produces transparent yttria ceramics of high densities and high light transmittance rates by using a by using a quick SPS process (5 min) of SPS without additives and analyses the effects of the final microstructures and optical properties after the carbon removal step in detail.

P3-G3-3 Improvement of Densification Uniformity in Carbon/silicon Carbide Composites by Chemical Vapor Infiltration

화학기상침착법에 의한 탄소섬유/탄화규소 복합재의 균일한 치밀화 향상

김경미^{1*}, 서진원¹, 최균¹, 이종훈²

¹한국세라믹기술원

²고려대학교

Ceramic matrix composites (CMCs) have attracted lots of attentions due to their increased fracture toughness, elongation and thermal shock resistance, which results in wide applications under extreme environmental conditions. The silicon carbide-based CMCs can be commercially produced by silicon infiltration, precursor infiltration pyrolysis (PIP), chemical vapor infiltration (CVI) and their combined (or repeated) processes. The CVI process is carried

out by chemical deposition of reactive gaseous species into porous fiber preforms. As a carbon fiber preform is exposed to a mixture of hydrogen and methyl-trichlorosilane (MTS) at elevated temperature around 1000 degree Celsius, silicon carbide is deposited in between the carbon fibers by decomposition of MTS. After CVI process, pores still exist partially in the preform. Distribution of the remained pores varies with the infiltration depth of precursor gas that is related to the gas flow and the temperature distribution of the preform. Improvement of densification uniformity of the preform is the main purpose of this work. The optimum condition for densification was predicted with CFD simulation and the resultant microstructure of CMC was demonstrated.

P3-G3-4 Fabrication of Phosphate Glass Using Eggshell and Its Crystallization Behavior

폐각을 활용한 인산염 유리 제조 및 결정화 조건에 대한 연구

강태성*, 양영균, 홍창범, 이상진

국립목포대학교

순수한 P_2O_5 는 PO_4 의 3차원 적인 사면체 구조를 형성하고 있으며, 순수한 상태에서 극히 불안정하여 수분이 접촉하게 되면 급격하게 반응하여 H_3PO_4 로 변한다. 하지만 망목수식산화물의 첨가에 의하여 이러한 사면체 구조가 깨어지고 유리화 같은 불규칙한 원자 구조를 지니게 된다. 인산염 유리는 광학적 성질이 뛰어나고 낮은 용융점, 체액에서의 쉽게 용해되는 특성으로 인하여 광학기기 및 봉지재, 의료산업에 사용되고 있다. 본 연구는 생활폐기물로서 버려지는 달걀껍질을 활용하여 인산염 유리를 제조하고 이의 결정화 거동에 대하여 고찰하였다. 달걀껍질을 왕수(aqua regia)에 용해시킨 뒤, 목적하는 P_2O_5 mol%에 맞추어 인산을 첨가하여 혼합 용액을 제조하였다. 이를 건조하여 전구체를 준비하고, 1000°C에서 열처리 하여 인산염유리를 제조하였다. 500°C 미만에서 달걀껍질에 포함된 단백질 성분과 CO성분의 분해가 발생하였고 900°C부터 용융되기 시작하였으며, 로냉에 의하여 반투명한 인산염 유리를 얻을 수 있었다. 제조된 유리시편의 전이점, 연화점 및 열팽창계수는 TMA를 이용하여 측정하였다. 결정화 유리를 제조하기 위하여 혼합용액에 조해제인 산화티타늄의 양을 달리하여 첨가하고 이를 건조하여 전구체를 제조하였다. 열처리 온도를 조절하여 핵생성 및 결정성장을 유도하였으며, 제조된 시편의 미세구조와 결정성을 고찰하였다.

P3-G3-5 Synthesis of Nano-sized Indium Oxide by Polymer Solution Route and Its NO_x Gas Sensing Properties

폴리머 용액법을 이용한 나노 In₂O₃ 분말의 합성 및 NO_x 가스 센서 특성 연구

김동민*, 이상진

국립목포대학교

산화 인듐(In₂O₃)은 높은 전자 이동도로 인해 투명 전도성 산화물 중 가장 뛰어난 전도성을 가지고 있다. 투명 전도성 박막 중 우수한 전기 전도도와 투과도를 가지며 식각이 용이하여 관전기 소자(LCD, LED 등), 태양전지의 투명전극 및 반사방지 코팅 등에 이용되고, 또한 CO_x와 NO_x 가스에 높은 반응성을 갖는 n-type 반도체 재료이다. 본 연구에서는 폴리머 용액법을 이용하여 나노 사이즈의 산화 인듐 분말을 제조하고, NO₂ 가스를 선택적으로 감응할 수 있음을 고찰하였다. 전구체를 제조하기 위하여 물에 용해도가 높은 인듐질산염(InN₃O₆·H₂O)을 사용하였고, 폴리머를 적용하여 응집된 분말을 균일하게 분산시켰다. 건조된 전구체를 열처리 후 제조된 분말은 10~150 nm의 입자크기를 가졌으며, 3~76 m²/g의 비표면적을 보였다. 합성된 In₂O₃ 분말은 NO_x 가스의 농도변화(0 ppm~500 ppm)와 다양한 온도에서 실험을 진행한 결과, 입자 크기에 따라 센서특성이 차이를 보였으며 400°C에서 가장 높은 감도를 보이고, 3~4분의 response time과 20분내의 recovery time을 보였다.

P3-G3-6 Anti-abrasion Coating of Tantalum Carbide for Carbon-carbon Composite by Chemical Vapor Deposition

탄소-탄소 복합재료를 위한 탄탈륨 카바이드의 anti-abrasion 코팅

김현미^{1*}, 서진원², 최균², 심광보¹

¹한양대학교

²한국세라믹기술원

The tantalum carbide (TaC) has been considered as Ultra-High Temperature Ceramics (UHTCs) due to its extremely high melting point of 3, 980 degree Celsius. TaC has especially high hardness and toughness up to 2, 000 degree Celsius, which results in the most abrasion-resistant materials ever known at high temperature. Due to these characteristics, TaC is a promising candidate for extreme environmental applications such as nose domes and engine nozzles. In order to deposit uniform TaC coating on C/C composite by chemical vapor deposition, we constructed the phase diagram of TaC via computational thermodynamic calculation considering pressure, temperature and compositions (H/Ta and C/Ta) as variables. The characteristics of the deposited films were confirmed with SEM, TEM and nano-indentor. The CVD conditions for UHTCs was confirmed by anti-abrasion test with a supersonic jet.

P3-G3-7 Plasma Resistant YOF Coatings by Suspension Plasma Spraying for Silicon Semiconductor Industry

서스펜션 플라즈마 스프레이를 이용하여 반도체산업용 내플라즈마 YOF 코팅 제조

박상준^{1*}, 김형순², 오윤석¹, 이성민¹

¹한국세라믹기술원

²인하대학교

본 연구에선 서스펜션 플라즈마 스프레이 기술을 이용하여 플라즈마 저항성이 있는 YOF 코팅을 제조하고자 하였다. 서스펜션 제조시 Y₂O₃와 YF₃ 분말의 크기와 플라즈마 열량을 조절하여 음이온 기준으로 F 함량과 코팅 단면의 밀도를 조절하고자 하였다. 본 실험은 single rapid scan 기법을 사용하여 서스펜션이 플라즈마에서 분열되고 증착되어 발생한 스플렛(Splat)의 성분을 분석하였다. 이를 통해 스플렛의 빈도는 플라즈마 열량과 분말 크기에 영향을 받았으며 이는 Y₂O₃와 YF₃ 용융점이 달라 이와 같은 결과로 나타난 것으로 추정되었다. 또한 코팅 후 단면을 이미지 분석하여 밀도를 확인하였다. 마지막으로 투과전자현미경으로 좀 더 미세한 성분변화를 관찰하고 균일도를 평가하였다.

P3-G3-8 Fabrication of the Sintered Reaction-bonded Si_3N_4 by Tape Casting Using Si Waste

폐 Si 분말의 테이프 캐스팅에 의한 반응소결 Si_3N_4 제조

박지숙^{1*}, 한운수¹, 이생민¹, 황해진², 류성수¹

¹한국세라믹기술원

²인하대학교

파워디바이스의 전력용 반도체로부터 발생하는 열은 소자의 과열을 야기하고, 이 열을 효과적으로 방출하기 위한 소재개발의 연구가 활발히 진행되고 있다. 알루미늄, 질화알루미늄(AIN), 질화규소(Si_3N_4)와 같은 세라믹 소재는 높은 전기절연성, 열전도율을 가져 디바이스의 발생 열을 빠르게 전달하고 확산시키는 열매체로서 기능이 우수하다. 그 중 Si_3N_4 가 높은 열적, 기계적 특성으로 디바이스의 장수명화 및 고신뢰성화에 유리하여 많은 주목을 받아 왔다. 그러나 Si_3N_4 는 다른 파워디바이스 방열기판용 소재에 비해 가격경쟁력이 낮기 때문에 아직까지 상용화가 이루어지지 않고 있다. 한편, 반도체 공정용 치구나 웨이퍼를 제조할 때 저가의 고순도 Si 분말이 스크랩 형태로 다량 얻어지는데, 이렇게 얻어진 고순도 Si 분말을 테이프캐스팅법으로 후막화한 후, 반응소결을 하여 방열기판을 제조하는 연구가 최근 진행되고 있다. 본 연구에서는 저가의 고순도 Si 분말을 출발원료로 테이프캐스팅법을 이용하여 반응소결 Si_3N_4 기판을 제조하였으며 상용 Si 분말과의 소결 물성을 비교하고자 하였다. 테이프캐스팅용 슬러리 제조 후, 원하는 두께로 적층기판을 제조 하였으며 탈지 공정과 질화처리 공정 이후 소결공정까지 거친 뒤 반응소결 Si_3N_4 기판을 제조하였다. 저가의 고순도 Si 분말이 상용 Si 분말을 이용한 반응소결 Si_3N_4 의 물성의 어느 정도에 미치는지 조사하기 위하여 기판의 밀도, XRD, 미세구조, 열전도도의 물성을 분석하여 비교하였다.

PCS)섬유의 안정화, 열처리 과정을 거쳐 제조된다. 탄화규소 섬유 제조 과정에는 여러 가지 공정변수가 존재하는데 이 중 분위기 가스는 중요한 변수 중 하나이다. 본 연구는 (주)테크카본에서 방사 및 열산화 안정화한 폴리카보실란 섬유를 열처리하여 탄화규소 섬유를 제조하는 최적화된 열처리공정 연구개발 결과의 일부로써 열처리 조건의 여러 변수 중 하나인 분위기 가스의 변화에 따른 고온 열처리한 섬유의 화학적 및 물리적 물성 변화를 관찰하고, 추가적으로 동일한 고온 열처리 조건에서 보론을 섬유에 도핑 하여 섬유에 끼치는 영향에 대하여 연구하였다. 프리커서는 (주)테크카본에서 동일한 조건에서 열산화 안정화시킨 폴리카보실란 섬유를 공급받아 사용하였고, 열처리 시 분위기 변수는 비활성 분위기의 질소 및 아르곤 가스를 으로 두고 각각의 분위기에서 1700°C의 온도까지 열처리를 진행하였다. 또한, 열처리 과정 중 보론 첨가의 유무에 대한 차이와 보론과 분위기 가스와의 관계를 비교하기 위해 열처리 전 도가니에 섬유와 보론 화합물을 넣고 이전과 동일한 실험조건에서 열처리를 진행하여 탄화규소 섬유를 제조하였고 SEM, XRD, EPMA 등의 분석을 통해 열처리 분위기 및 보론 첨가에 따른 탄화규소 섬유의 변화를 확인하였다.

P3-G3-10 Enhancing Thermal Conductivity of the UO_2 Pellets with Aligned Mo Metal Strips

Mo 금속 스트립 배열을 이용한 UO_2 소결체의 열전도도 증가 연구

김동석*, 김권식, 김중현, 김동주, 오장수, 양재호, 구양현
한국원자력연구원

P3-G3-9 Changes in the Silicon Carbide Fiber according to the Heat Treatment Atmosphere

열처리 분위기에 따른 탄화규소 섬유의 변화

김성구^{1*}, 박소정¹, 류도형¹, 신동근², 이운주², 김영희², 김재성³, 최우철³, 윤병일³, 김정일³

¹서울과학기술대학교

²한국세라믹기술원

³(주)테크카본

탄화규소(SiC)섬유는 우수한 고온 고강도 특성을 나타내는 세라믹 복합강화재료로써 프리커서인 폴리카보실란(polycarbosilane,

Enhancing the thermal conductivity of UO_2 LWR fuel pellets are important, which leads to be able to reduce fission product release, and to increase safety and operation margin of the fuels. In this study, Mo metal strips were horizontally aligned in a UO_2 pellet for enhancing the thermal conductivity of the UO_2 pellet in radial direction. Mo strips were prepared by thermal evaporation of MoO_3 powder and reducing heat treatment. The strips and UO_2 powder were simply mixed and then sintered with conventional method to concern the compatibility with a conventional UO_2 pellet fabrication process. The aligned Mo strips work as heat conducting channels in the pellet, enhancing the thermal conductivity of the UO_2 -Mo pellet. The microstructures of the pellets and the interfaces between the Mo strips and UO_2 will be discussed in detail.

P3-G3-11 Effect of Reinforcements on the Frictional Interface Properties in the Automotive Friction Materials

자동차 브레이크용 마찰재에서 강화재 종류에 따른 마찰 마모 특성

이정아^{1*}, 김정주¹, 이정주², 권성욱², 주혜린²

¹경북대학교

²상신브레이크 (주) 기술연구소

자동차용 브레이크 마찰재는 다양한 온도, 습도, 속도 및 감속도 등의 작동 환경에서도 마찰계수가 안정적으로 유지되어야 함은 물론이거니와, 소음과 진동의 발생이 적어야 하며, 마모에 대한 저항성이 우수하여야 한다. 브레이크 마찰재는 섬유재를 포함한 마찰재, 결합재, 충전재, 연마재, 윤활재등으로 구성되어 있다. 마찰재는 석면의 규제에 인하여 유기물 마찰재와 금속성 마찰재로 개발되었고, 최근에는 금속성 마찰재를 대신하여 포타슘 티타네이트가 사용되고 있다. 본 연구에서는 포타슘 티타네이트와 금속성 마찰재를 사용하였을때의 온도별 마찰마모 평가 및 마찰계면에서의 미세구조등을 비교하여 차이점을 분석하였다.

준 제조공정과 양립성이 우수한 첨가제를 이용한 방법이 주로 사용되고 있다. Cr_2O_3 첨가 UO_2 소결체는 PCI 특성이 개선된 고연소도용 소결체들 중 사용화에 가장 근접한 소결체이다. Cr_2O_3 첨가 UO_2 소결체의 결정립을 향상시키는데 중요한 소결 공정 변수는 소결 분위기이다. Cr_2O_3 첨가 UO_2 소결체는 UO_2 내 Cr이 특정 산소포텐셜에서 액상이 형성되고 액상에 의해 결정립 성장이 촉진된다. 소결체의 결정립을 크게 하기 위해서는 첨가제량, 소결 분위기, 소결 시간, 소결 온도등의 변수 또한 중요하다. 이 연구는 Cr_2O_3 첨가 UO_2 소결체의 결정립을 크게 증가시킬 수 있는 소결공정을 소개하고 소결 조건에 따른 성장 거동에 대해 조사하였다.

P3-G3-13 Fabrication of High Strength Yttria-Stabilized Zirconia Ceramic Blades by Tape-Casting Methode

테이프캐스팅법을 이용한 지르코니아 세라믹 블레이드의 제조

이연준*

인하대학교

P3-G3-12 Grain Growth Behavior of Cr_2O_3 doped UO_2 Pellets during Two-step Sintering

오장수*, 김건식, 김동주, 김종현, 양재호

한국원자력연구원

고연수도 핵연료의 개발은 원자로의 출력과 연소도를 증가시켜 우라늄의 자원 이용률을 향상시키고 발전 비용을 절감할 수 있다. 고연소도 핵연료 개발의 주요 기술적인 이슈는 핵분열 기체 방출을 줄이고 PCI (Pellet-Cladding Interaction) 특성을 향상시키는 것이다. 이런 기술적인 문제를 해결하기 위해 핵연료의 개발은 큰 결정립을 가지는 소결체를 제조하는 것에 중점을 두고 있다. 큰 결정립 소결체는 핵분열 기체가 확산하는데 걸리는 시간이 증가하므로 핵분열 기체 방출을 줄일 수 있고 쉽게 변형될 수 있는 가소성을 가지고 있어 PCI 특성을 개선시킬 수 있다. 큰 결정립을 가지는 소결체를 제조하는 방법은 여러 가지가 있지만 그 중에서도 기

부분안정화 지르코니아(partially stabilized zirconia, PSZ) 또는 정방정 지르코니아 다결정체(tetragonal zirconia polycrystal, TZP)는 산화물계 세라믹 중에서 파괴인성 및 꺾임강도가 가장 높으며 내마모성이 우수하고 화학적으로 안정하기 때문에 블레이드(blade)로 사용 시 스테인리스스틸 소재에 비하여 사용 중 녹이 슬거나 날이 무너지지 않는 장점을 가지고 있다. 또한 지르코니아 세라믹 블레이드의 경우 금속 소재의 50배 이상의 절삭력을 가지고 있다고 알려져 있다. 본 연구에서는 일회용(또는 날 교체형) 면도기에 yttria 안정화 지르코니아(YSZ) 세라믹 블레이드를 적용하기 위하여 상용의 8YSZ 분말로부터 고인성 고강도 지르코니아 세라믹 블레이드를 제조하였다. 박형의 지르코니아 세라믹 블레이드를 제조하기 위하여 기존의 압축성형 대신 테이프캐스팅법을 이용하여 지르코니아 테이프를 제조하였고 소성 공정을 거쳐 최종 두께 0.1 ~ 0.3 mm의 초박형 지르코니아 세라믹 블레이드를 제조하였다. 본 연구에서는 슬러리 제조 공정 및 소성 조건이 블레이드의 미세구조 또는 물리적 성질에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

P3-G3-14 Fabrication of Tough SiC_f/SiC Composites by Electrophoretic Deposition Using a Fabric Coated with a FeO-catalyzed Phenolic Resin

FeO를 촉매로 사용한 페놀릭 레진을 전기영동 증착법으로 섬유 코팅하여 인성을 가지는 SiC_f/SiC 복합체의 제조

Amit Siddharth Sharma*, Pipit, Arifin Septiadi, 윤당혁
영남대학교

A hybrid processing route based on vacuum infiltration, electrophoretic deposition and hot-pressing was adopted to fabricate dense and tough SiC_f/SiC composites. The as-received 2D woven Tyranno[®] SiC fabric preform was infiltrated with phenolic resin and SiC nanoparticles slurry followed by pyrolysis at 1700°C for 4 h in N₂ to form an interphase. Five wt. % FeO was added to the phenolic resin suspension as graphitization catalyst. Electrophoretic deposition was performed to infiltrate particulate SiC-based matrix phase into the SiC preforms. Finally green tapes casted out of the SiC slurry containing sintering additives were stacked alternatively in-between SiC fabrics to control the fraction of the fibers to 50 vol. % approximately. Densification close to 98% ρ_{theo} was achieved by incorporating 10 wt. % Al₂O₃-Sc₂O₃ sintering additive to facilitate liquid phase sintering at 1750°C, 20 MPa for a 2 h. XRD and Raman analyses confirmed the catalytic utility of FeO by the formation of distinct peaks corresponding to PyC phase. Flexural response was explained in the light of extensive fractography results and observed energy dissipating modes.

P3-G4-1 Controllable Synthesis of ZnO Nanorod Structures by Hydrothermal Process

수열합성법에 의한 형상 조절된 ZnO 나노구조의 합성

이병우*, 양준석, 홍일국, 조수진
한국해양대학교

The nano-array of the vertically aligned rod-like particles grown on ZnO coated glass-substrates was obtained via hydrothermal process. ZnO thin film coatings were prepared on the glass substrates using a MOD (metallorganic deposition) dip-coating method with zinc chloride dihydrate as starting material and 2-

ethylhexanol as solvent. ZnO nanorods were synthesized on the seeded substrates by hydrothermal method at 80°C using zinc-nitrate hexahydrate as a Zn source and sodium hydroxide as a mineralizer. Under the hydrothermal condition, the rod-like nanocrystals were easily attaching on the already ZnO seeded (coated) glass surface. It has been shown that the hydrothermal synthesis parameters are key factors in the nucleation and growth of ZnO crystallites. By controlling of hydrothermal parameters, the ZnO particulate morphology could be easily tailored. Rod-shaped ZnO arrays on the glass substrates consisted of elongated crystals having 6-fold symmetry were predominantly developed at high Zn precursor concentration in the pH range 7 ~ 11.

P3-G5-1 Synthesis and Hydration Behavior of Ca₃SiO₅:Sr Cement

Sr이 치환된 Ca₃SiO₅ 시멘트의 합성과 수화반응에 대한 연구

유진수*, 홍성현
서울대학교

최근 21세기에 들어 치과 영역에서는 MTA (Mineral Trioxide Aggregate)는 우수한 생체 적합성, 밀폐성, 항균성 등으로 장점으로 많이 이용해 오고 있다. MTA는 시멘트로 만들어진 근관충전재로 Calcium silicate, Calcium zirconium 등이 널리 연구되어왔다. Calcium zirconium 의 경우 수경성은 있지만 수화반응이 너무 빠르고 반열이 심해 치아 충전재료로 무리가 있고 Calcium silicate는 가장 널리 쓰이지만 생체재료로 쓰기에 화학적 안정성도 낮고 조영성이 낮아 이를 향상 시키기 위해 ZrO₂ 를 첨가하여 도입한 연구가 많이 보고되고 있다. 하지만 이 경우에도 기계적 특성을 떨어뜨리고 수화반응을 방해한다는 단점이 있다. 본 연구에서는 CaZrO₃의 상을 단일상으로 합성하고 이를 Planetary ball milling 법을 적용하여 1 μm 이하의 입경을 가지는 분말을 제조하고 입자 크기에 따른 수화거동 및 조영성 분석을 하고자 한다. 조영성을 확보하기 위하여 상대적으로 원자번호가 높은 Sr element을 Ca 자리에 치환하는 것을 실험으로 제시하였다. Starting materials의 비율 조절과 Sr element의 한계 치환 비율을 고찰하여 Ca₃SiO₅:Sr 을 성공적으로 합성하여 조영성 및 수화성을 기존 상업적으로 쓰이는 MTA 물질과 비교하여 실험을 진행하였다. 마지막으로 경화된 물질의 기계적 특성 및 Sr 안정성 실험을 통해 실제로 치아의 적용 가능성을 모색하였다.

P3-G5-2 High Efficient Saccharification with Enzyme-immobilized Magnetic Nanoparticles

장서준*, 장정호, 이혜선

한국세라믹기술원

본 연구는 바이오매스에서 가장 기본이 되는 단계인 셀룰로오스를 글루코스로 전환시키는 당화공정을 다양한 효소가 고정화된 자성나노입자를 이용하여 당화시간의 단축 및 편리성을 증진시키는 고효율 당화공정에 관한 연구를 수행하였다. 당화 실험에 사용된 세라믹 소재는 실리카 전구체와 솔젤법으로 제조된 다공성 실리카(MS), Fe^{2+} , Fe^{3+} 를 이용한 Core-Shell 자성나노입자(MNP), 화학적 환원제인 NaBH_4 를 이용한 자성 다공성 실리카(Fe-MS)로 실리카 입자의 표면에 효소와의 고정화를 위한 Chloromethyl triethoxysilane(CMTES)를 합성하였다. 기능이 합성된 세라믹 소재에 대표적 효소인 Cellulase, Xylanase, Amylase를 고정화하고 이를 다당류에 속하는 Cellulose, Xylose, amylose를 이용하여 각각 당화 실험을 진행하여 소재에 따른 단당류인 Glucose의 생성 효율을 비교하였다. Core-Shell 자성나노입자는 자화력을 가지고 있어 분리가 쉽다는 장점은 있으나 낮은 비표면적으로 인한 기능기 고정화가 어렵기 때문에 Glucose의 생성 효율이 다른 소재에 비하여 낮은 결과치를 얻을 수 있었으며 이러한 한계점을 보완하고자 비표면적이 큰 다공성 실리카의 경우 높은 Glucose 생성 효율은 확인할 수 있었으나 자화력을 가지고 있지 않기 때문에 분리가 어려워 재사용의 문제가 있었다. 낮은 비표면적과 비자화력의 특징을 보완하기 위한 소재인 자성 다공성 실리카는 높은 자화력과 비표면적을 가지고 있어 Glucose 생성 효율 및 재사용이 가능한 소재인 것을 확인 할 수 있었다. 각각의 특징에 따른 소재를 활용하여 빠른 분리/정제가 필요한 연구분야에 적용할 수 있을 것으로 보여진다.

P3-G5-3 TiO_2 Nanowire Chip for Detection of Small Molecule with MALDI-TOF MS

저분자량 물질의 말디툼 질량분석을 위한 TiO_2 나노선 칩의 개발

박종민*, 노주운, 김미라, 김문주, 변재철

연세대학교

MALDI-TOF mass spectrometry has become a powerful analytical tool for peptide and protein analysis. MALDI-TOF MS has various advantages compared to other analytical methods

including easy sample preparation, sensitive detection ($< \text{fmol}$), and a wide detection range up to 500 kDa. However, MALDI-TOF MS has a limitation with respect to quantitative analysis as well as in analysis of low molecular weight compounds due to intense chemical noise(background) from the organic matrix that has a molecular weight of $\sim 300 \text{ Da}$. In this study, we fabricated TiO_2 nanowire target chip for MALDI-TOF MS to eliminate matrix noise, and to detect small biomolecules. TiO_2 nanowires integrated MALDI sensing chips were synthesized by mild hydrothermal process called "wet corrosion process". SEM and TEM measurements revealed that morphology of synthesized TiO_2 nanowires have a diameter of 30 nm, and the crystal structure was determined by XRD and Raman spectrometry. The photocatalytic activity of TiO_2 nanowire chips was tested by the degradation of methylene blue under UV irradiation. The feasibility of detecting small biomolecules by TiO_2 nanowire chip was demonstrated with peptides, amino acids and drugs. In addition, quantitative analysis of glycine, arginine, glutamic acid, proline was carried out and limit of detection was 10 pM for glycine, arginine, glutamic acid, and 100 pM for proline.

P3-G5-4 Detection of Human Hepatitis B Surface Antigen by Using Chemiluminescence Lateral-flow Immunoassay and Hypersensitive CdS Nanowire Photosensor

CdS 나노선 광센서와 화학발광 면역분석법을 이용한 B형 간염 표면항원의 검출

김홍래*, 임주희, 장영옥, 박종민, 변재철

연세대학교

A hypersensitive CdS nanowire (NW) photosensor was fabricated by an in-situ synthesis process that involved the direct synthesis of CdS NWs on an interdigitated electrode (IDE). Analysis of the photoresponse properties showed that the newly synthesized photosensor had enhanced sensitivity and a highly reproducible photoresponse compared to photosensors prepared from CdS NW suspensions. CdS NW photosensor was coated with parylene as the passivation layer. The NW photosensor was applied to measure the chemiluminescence of luminol, and the sensitivity was compared to a commercial photosensing system. Finally, the feasibility of the CdS NW photosensor for the application to the medical diagnosis of the human hepatitis B surface antigen (hHBsAg) was demonstrated using a lateral-flow immunoassay with a chemiluminescent signal band.

P3-G5-5 Synthesis of Hydroxyapatite Nanoparticles via Wet Chemical Routes

수산화아파타이트 나노분말의 습식화학적 합성

이병우*, 조수진, 한준형, 양준석
한국해양대학교

In this study, bioactive hydroxyapatite nanoparticles were prepared by two different methods: wet chemical precipitation and hydrothermal process. The hydroxyapatite powders were prepared through the processes using calcium hydroxide as calcium precursor, phosphoric acid as phosphorus precursor under various preparative conditions. The aim was to evaluate the morphology, particle-size, crystallinity and phases of the powders obtained by wet chemical precipitation and the hydrothermal process under autogenerated pressure. The nanoparticles were investigated by high resolution electron microscopy, Fourier transform infrared spectroscopy and X-ray diffraction. The results revealed that the nanoparticles were formed by hydroxyapatite with a high crystallinity and controlled morphology. Additionally, it was found that the shape and size of the nanoparticles can be modified with each preparation method. To compare the reactivity of the synthesized powders obtained by the two different methods, their sintering properties such as sintering shrinkage, microstructures, phase formation, and mechanical properties were elucidated

P3-G6-1 Properties of Dielectric Constant of D-glass according to Boron Contents

보론함량에 따른 D-glass의 유전율 특성

정보라^{1*}, 이지선^{1, 2}, 이미재¹, 임태영¹, 이영진¹, 전대우¹, 신동욱³, 김진호¹

¹한국세라믹기술원

²인하대학교

³한양대학교

일반적인 E-glass(Electrical glass)는 6~7 정도의 유전율을 가지기 때문에 전자 기판소재로 사용에 적합하지 않다. 따라서 본 연구에서는 저유전율을 갖는 D-glass(Dielectric glass) 조성의 벌크 유리를 제조 하고 전기적 특성과 광학적 특성을 평가 하였다. 보론의 함량을 9~31 %까지 변화시키고 원료를 1650°C에서 2시간 용융하여 투명하고 맑은 유리를 얻을 수 있었다. XRD 분석결과에서 유리는 비정질로 확인 되었다. 가시광선 투과율 분석결과 보론 함량 증가에 따라 82.5%~88.6 % 관찰 되었다. 유전율 또한 보론 함량증가에 따라 4.18~3.93로 관찰 되었다.

P3-G6-2 Properties of High Strength Glass-Ceramic Fabricated by Mixture of Various Slags

다중슬래그 조합을 통해 제조된 고강도 Glass-Ceramic의 물성

이덕희^{1*}, 신동운², 윤미정³, 박현서⁴, 윤진호²

¹아주대학교

²고등기술연구원

³(주)동도바잘트

⁴(주)포스코

제철산업의 지속적인 기술 발전 및 설비 증설에 따라 생산량이 증가하면서 그에 따른 다양한 종류의 부산물인 철강 슬래그가 발생하고 있으며 국내에서는 연간 2, 200만톤 규모의 철강슬래그가 발생하고 있다. 그러나 철강슬래그에는 재활용이 가능한 유효자원이 다량 함유되어 있음에도 불구하고 대부분 도로용 골재, 시멘트 원료 등 경제성이 낮은 저부가가치 제품으로 재활용되거나 매립되고 있는 실정이다. 본연구에서는 전량수입에 의존하는 캐스트바잘트를 대체하고자 다중슬래그를 이용하여 고기능성 내마모재를 개발하고자하였다. 이를 위해 다중슬래그를 이용하여 내마모재를 제조하기 위한 원료배합-구조-용융-열처리의 최적공정연구를 진행하였으며 제조된 내마모재에 대한 다양한 물성 평가 (압축강도, 결정 화율, 압축강도, XRD, 마모시험)를 수행하였다.

P3-G6-3 Physical Properties of AR-glass Fibers According to Continues Fiber Spinning Conditions

연속섬유 방사 조건에 따른 AR-glass fiber의 물리적 특성

이지선^{1, 2*}, 최창식¹, 임태영¹, 이미재¹, 전대우¹, 이영진¹, 현승균², 김진호¹

¹한국세라믹기술원

²인하대학교

본 연구에서는, 4 wt%의 지르코니아를 포함하는 AR-glass 조성을 이용하여 연속 방사에 의해 유리섬유를 제조하였다. 먼저 마블 유리의 용융특성을 확인하기 위하여 원료를 백금도가니에 넣고 1650°C로 용융시킨 후 서냉 하였다. 맑은 마블 유리인지 확인하기 위해서 투과율을 측정하였고 고온점도를 측정 하여 연속방사 조건을 조사하였다. 와인딩 속도를 100~900 rpm 변화에 따른 직경의 변화를 관찰하였다. 섬유화 온도를 1200~1260°C 변화에 따른 직경의 변화 또한 확인 하였다. 최적의 방사 속도와 온도는 각각 500 rpm과 1240°C이었다. 제조된 방사 섬유의 특성은 광학현미경 관찰, 인장강도, 탄성률, 내알칼리 테스트 등으로 확인 하였다.

P3-G6-4 Compositional Dependence of Thermal and Mechanical Properties of Ge-Sb-S Glass for LWIR Lens Applications

원적외선 렌즈 응용을 위한 Ge-Sb-S 유리의 열적/기계적 물성의 조성 의존성

김현^{1*}, 이준호¹, 이정환¹, 이우형¹, 최용규¹, 최주현², 박봉제³

¹한국항공대학교

²한국광기술원

³한국전자통신연구원

최근 스마트폰과 같은 이동형 전자기기에 외부 장착될 수 있는 수준으로 적외선 카메라 모듈의 소형화가 이루어지면서 향후 민수용 적외선 카메라 모듈은 더욱 소형화 될 것이며 동시에 열화상 이미지의 품질 역시 현저히 향상될 것으로 판단된다. 광학 수차를 최소화하기 위하여 일반적으로 저분산 렌즈와 고분산 렌즈가 동시에 필요한데, 셀레나이드 계열 유리는 원적외선 파장 대역에서 저분산 특성을 가지며 아직까지 해당 대역에서 고분산 특성을 가지는 유리에 대한 연구가 이루어지지 않은 실정이다. 이에 본 연구에서는 고분산 특성을 나타내는 삼성분계 Ge-Sb-S 유리를 대상으로 열적/기계적 물성의 조성 의존성을 조사하고 적외선 투과 렌즈로의 응용 관점에서 평가하였다. 구성원소 중 Ge 함량은 열적/기계적 안정성을 크게 향상시켰지만, 8~12 μm 대역의 적외선 투과도를 저하시킴에 따라 함량을 낮출 필요가 있다. 이에 따라 본 연구에서는 열/기계적 물성의 저하를 방지하기 위하여 새로운 원소를 첨가하여 물성을 평가하였으며, 사성분계 Ge-Ga-Sb-S 유리가 열적/기계적 특성이 뛰어난 뿐만 아니라 8~12 μm 대역에 양호한 적외선 투과도와 고분산 특성을 나타냄을 확인하였다.

P3-G6-5 Compositional Dependence of Infra-red Transmission Edge of Chalcogenide Glasses: Single Average Harmonic Oscillator Model

칼코지나이드 유리 적외선 투과단의 조성 의존성: Single Average Harmonic Oscillator 모델

이정환^{1*}, 이준호¹, 이우형¹, 최주현², 최용규¹

¹한국항공대학교

²한국광기술원

일반적인 유전체가 나타내는 투과 스펙트럼에서 장파장 대역 투과단은 구성원자 사이의 진동 특성에 의하여 결정된다. 유리 소재의 경우, 원자배열의 태생적인 무질서도 때문에 진동 스펙트럼을 이론적으로 계산하는 것은 매우 어렵다. 따라서 조성변화에 따른 적외선 투과단의 변화를 정량적으로 해석할 수 있는 방법론이 없는 상황이다. 본 연구에서는 적외선 투과도가 우수한 Ge-Sb-Se 조성과 Ge-Sb-S 조성의 칼코지나이드 유리를 대상으로 적외선 투과단의 조성 의존성을 정량적으로 분석할 수 있는 방법론을 개발하고자 하였다. 각 조성 시스템의 유리를 대상으로 2 mm 두께의 디스크 시편에 대한 적외선 투과 스펙트럼을 측정하여 적외선 투과단의 변화를 조사하였으며, 추가적으로 라만 스펙트럼을 측정하였다. 각 조성의 유리가 한 개의 조화 진동자로 거동한다고 간주할 때 해당 조성이 나타내는 적외선 투과단의 위치가 조성의 함수로써 정량화될 수 있음을 실험적으로 증명하였다. 즉, 주어진 조성에 대응하는 몰 질량을 가지는 질점 두 개가 구성원자 사이의 평균 결합에너지로 연결된 형태로 구성된 한 개의 평균 조화 진동자(single average harmonic oscillator)의 거동으로써 적외선 투과단의 변화를 정량화할 수 있음을 보였다. 또한, 라만 스펙트럼으로부터 도출된 각 진동모드의 weighted average 값과 적외선 투과단이 일정한 상관관계를 가진다는 사실 역시 실험적으로 확인하였다. 본 연구를 통하여 확보된 single average harmonic oscillator 모델을 통하여 임의의 조성이 나타내는 적외선 투과단의 위치를 정확히 예측할 수 있으며, 본 모델은 나아가 적외선 투과 유리의 굴절률 분산 특성을 최적화하는데 매우 유용함을 확인하였다.

P3-G6-6 Control of Visible and Near Infra-red Transmission via Transition Metal Ions in $\text{Li}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ Glass Ceramic

전이 금속 이온을 통한 $\text{Li}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 계 글라스 세라믹의 가시광 및 근적외선 투과도 제어

정재원*, 박경대, 한가람, 정운진

공주대학교

$\text{Li}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO(LAS)}$ 계를 기반으로 한 글라스 세라믹은 낮은 열팽창계수를 가지며 가정용 전기 cook-top 상판으로 널리 사용되고 있다. Cook-top 상판은 하부의 배선 및 발열체 구조가 보이지 않아야 함으로 가시광 600nm 영역에서 낮은 투과도가 요구된다. 그러나 온도제어를 위한 디스플레이의 표시는 적색 LED 및 근적외선 LED가 사용되며 대부분 적색 LED 제품은 650nm~750nm 중간 영역의 파장을 가지기 때문에 cook-top 상판은 적색 LED의 우수한 시인성 확보를 위해 파장 650 nm 이상에서의 적절한 투과도가 요구된다. 투과도 조절을 위해 3d 전자 천이로 강한 가시광선 흡수를 가지는 전이 금속 산화물을 첨가시키기 위한 연구를 진행하였다. Fe_2O_3 , MnO_2 , Mn_3O_4 , V_2O_5 , TiO_2 , CoCO_3 와 같은 다양한 전이 금속 산화물을 LAS계를 기반으로 하며 낮은 열팽창계수를 갖는 Beta-eucryptite 상을 가지는 글라스 세라믹에 첨가하였다. 전이금속의 조합에 따라 가시광 영역의 투과도는 억제되고 근적외선 투과도는 증가하는 결과를 얻을 수 있었으며, 전이금속을 첨가한 후 상온에서 700°C의 열팽창계수를 측정한 결과 낮은 열팽창 계수($-0.22 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)를 가지는 것을 확인하였다.

P3-G6-7 Fabrication and Evaluation of Neodymium Doped Blue Filter Glass for White LEDs

백색 LEDs 구현을 위한 Neodymium이 첨가된 Blue Filter 유리 제조와 특성 평가

김용환^{1*}, 한가람¹, 정기원², 신준화², 황훈², 정운진¹

¹공주대학교

²(주)네패스

기존의 GaN, InGaN LED와 황색 형광체인 $\text{Ce}^{3+}:\text{YAG}$ 를 이용한 백색 LED는 $\text{Ce}^{3+}:\text{YAG}$ 에서 방출하는 500 ~ 700 nm 영역의 넓은 스펙트럼으로 인해 낮은 색 재현율을 가지며, 이를 보완하기 위해 황색+적색 또는 녹색+적색 형광체가 사용되고 있다. 특히, LCD 디스플레이의 back light unit (BLU)에 사용되는 백색 LED는 LCD 디스플레이의 색재현 능력을 좌우하는 주요 인자로서, 우수한 연색지수 및 색재현 범위의 확보를 위해서는 LED내 녹색 및 적색 발광 스펙트럼의 반가폭 제어가 필요하다. 이를 위해 최근 발광선 폭이 좁은 양자점을 이용한 BLU가 제시되었으나 제조단가가 높은 단점이 있다. 본 연구에서는 기존의 BLU용 백색 LED의 녹색 및 적색 발광선 폭 제어를 통해 저단가의 고색재현성 백색 LED 구현을 시도하였다. 이를 위해 $\text{Nd}^{3+} : {}^4\text{I}_{9/2} \rightarrow {}^4\text{G}_{5/2} + {}^2\text{G}_{7/2}$ hypersensitive transition에 의한 580nm 부근의 absorption spectrum을 이용하여 녹색과 적색 발광의 반가폭을 줄여 보다 넓은 색재현 범위를 얻기 위한 연구를 수행 하였다. 다양한 silicate 조성에 Nd_2O_3 를 첨가하여 1400°C에서 1시간 용융 및 급냉 후 650°C에서 annealing 하여 유리를 제조하였다. 흡수 및 투과율은 두께 500 μm 로 optical polishing 후 측정하였다. Silicate 조성 변화에 따른 Nd^{3+} 주변의 구조 변화와 Nd_2O_3 의 함량에 따라 580nm 영역의 흡수 spectrum이 변화함을 확인하였으며, 그에 따른 색재현범위의 변화도 확인하였다.

P3-G6-8 P_2O_5 - Na_2O - CaO Glass for Low Temperature Sealing of Large Scale Dye-sensitized Solar Cell

대면적 염료감응형 태양전지 저온소성 봉지용 P_2O_5 - Na_2O - CaO 유리

김성현^{1*}, 이한솔¹, 황재권², 이준엽², 정운진¹

¹공주대학교

²Orion display solutions

염료감응형 태양전지(dye-sensitized solar cell; DSSC)는 반도체 기반의 태양전지보다 간단한 제조 공정과 우수한 투명도를 갖고, 다양한 색구현이 가능하여 BIPV(building integrated photovoltaic system)등 건축물 창호의 형태로 적용이 기대된다. DSSC는 액상의 전해질과 염료 및 나노구조의 TiO_2 로 구성되며, 액상전해질의 누수를 완벽하게 차단하고 외부의 수분과 가스의 침투를 방지하기 위해 밀폐성이 뛰어난 봉지용 소재를 필요로 한다. 기존 DSSC의 밀봉소재로 사용되는 유기 물질인 sulyn film은 고분자 소재의 특성상 수분과 가스 투과도가 높고 열과 화학적으로 취약하여 장수명 내구성 저하시킨다. 이러한 문제를 해결하기 위해 기존 display에 적용된 완전 무기재료인 glass frit을 이용하여 고분자 소재가 갖는 단점을 보완하여 장수명/대면적 DSSC의 구현이 가능할 것으로 기대된다. 이를 위한 DSSC 봉지용 소재로써의 glass frit은 전해액과 반응해서는 안되며, 이온전도성이 최소화 되어야 하고, 전극층과 동시 소성이 가능하여야 한다. 최근 V_2O_5 계 유리를 이용한 연구가 진행되어 일부 적용가능성을 보이고 있으나, 유리소재의 색으로 인해 심미성이 저하되는 문제가 있다. 따라서, 본 연구에서는 백색 저온소성 봉지재로서, P_2O_5 - Na_2O - CaO 계 조성을 바탕으로 첨가제에 따른 유동특성 및 열특성 확인하여 500°C 이하에서 소성 가능한 조성을 탐색하였고, 또한 85°C에서 72시간동안 전해액에 glass frit 소성체를 담지하여 반응성 테스트를 진행한 후 표면과 단면을 SEM으로 확인하였다.

P3-G6-9 Crystallization-Induced Local Structural Change of Ge Atoms in Ge-Doped Sb-Te Thin Film

Ge 첨가 Sb-Te 박막의 결정화에 의한 Ge 원자의 국부구조 변화

신상열^{1*}, 이수연², 정병기², 최용규¹

¹한국항공대학교

²한국과학기술연구원

Ge-Sb-Te 조성계는 Sb-rich 조성 범위에서 공유 조성이 나타난다. 해당 조성을 활용한 상변화 스위치 소자는 비공유 조성이자 대표적인 상변화 소자용 조성인 $Ge_2Sb_2Te_5$ 를 이용한 소자에 비해 reset 동작 시 낮은 에너지를 소모한다. 또한, 해당 공유 조성은 높은 결정화 온도를 보이며 직류 전도의 활성화 에너지와 문턱 스위칭 전압이 더 낮게 나타나는 현상을 보인다. 이러한 특성을 비정질 상태와 결정화에 수반되는 결정질 상태에서의 원자배열 측면에서 이해하기 위하여, 본 연구에서는 스퍼터링 공정으로 성막된 $Ge_{9.0}Sb_{73.5}Te_{17.5}$ 조성의 박막을 대상으로 as-deposited, annealed 및 crystallized 상태의 Ge K-edge EXAFS 스펙트럼을 분석하고 Ge 원자의 국부구조를 상용 조성인 $Ge_2Sb_2Te_5$ 와 비교하였다. 두 조성 공히 Ge 원자는 비정질 상태와 결정질 상태에서 4 배위를 하는 것으로 밝혀졌으나, $Ge_2Sb_2Te_5$ 조성에서는 비정질 상태에서 Ge-Sb 결합이 거의 없는 것으로 보고된 것과는 달리 $Ge_{9.0}Sb_{73.5}Te_{17.5}$ 조성의 경우 Ge-Sb 결합이 존재하는 것으로 분석되었다. 결정화 이후의 결정질 상태에서 두 조성 공히 Ge 원자의 nearest-neighbor shell에는 Sb 원자가 존재하지 않는다. 본 발표에서는 이러한 구조적 차이 관점에서 두 조성이 보이는 소재/소자의 특성 차이를 설명하고자 한다.

P3-G6-10 Compositional Dependence of Crystallization Behavior of Ge-Sb-Se Glasses for Use in Infrared Lens Applications

적외선 렌즈 용융을 위한 Ge-Sb-Se 유리: 결정화 거동의 조성 의존성

이준호^{1*}, 이우형¹, 이정환¹, 신상열¹, 박봉제², 최주현³, 최용규¹

¹한국항공대학교

²ETRI

³한국광기술원

스마트폰을 위시한 모바일 전자기기에 채용될 수 있도록 소형화된 적외선 카메라 모듈에는 유리질 렌즈 소재가 원소재의 가격 및 공정 단가 관점에서 결정질 렌즈 소재보다 더 유망하다. 칼코지나이드 유리를 형성할 수 있는 다양한 조성 시스템 중에서 삼성분계 Ge-Sb-Se 유리가 열적/기계적 안정성과 적외선 투과도 등이 측면에서 원적외선 대역의 렌즈로 매우 유망하다. 그 동안 적외선 렌즈로의 적용을 위한 본 삼성분계 Ge-Sb-Se 유리의 경도, 유리전이 온도, 연화점 온도 및 열팽창계수 등의 물성이 나타내는 조성 의존성에 대한 연구가 진행되어 왔으며, 이러한 조성의존성은 구성 원자 사이의 결합도와 평균 결합에너지와 같은 유리구조 인자 관점에서 합리적으로 이해될 수 있었다. 한편, 결정화 현상은 몰딩 공정 중에 예기치 않게 발생할 수 있으며, 이 경우 렌즈의 품질에 악영향을 줄 수 있기 때문에 결정화 거동의 조성 의존성 역시 체계적인 이해가 필요하다. 이에 본 연구에서는 몰드 성형용 적외선 렌즈로의 용융을 염두에 두고 Ge-Sb-Se 유리에서 발생하는 결정화 거동의 조성의존성을 파악하고자 하였다. 넓은 조성범위에서 선정된 각 유리 조성마다 결정화 온도를 측정하였으며, 각 조성 별로 석출되는 결정상을 확인하였고 나아가 내부 결정화 현상과 표면 결정화 현상을 구분하여 본 유리가 나타내는 결정화 거동을 적외선 투과 렌즈로의 용융 관점에서 평가하였다.

P3-G7-1 Characterization of Oxide-dispersion-strengthened FeCrAl Alloy Fabricated by Laser Beam Scanning Process with Ceramic Oxide Powers

세라믹 산화물 분말을 이용한 레이저 빔 조사로 제조된 산화물 분산강화 FeCrAl 합금의 특성평가 연구

박동준*, 김현걸, 정양일, 박정환, 양재호

한국원자력연구원

고온 내산화 특성이 우수한 FeCrAl 합금의 고온 강도를 향상시키기 위하여 산화물 분산강화 합금을 제조 하였다. 기존의 보편화된 제조 공법을 탈피 하여 새로운 산화물 분산강화 합금 제조 방법으로서 레이저 빔 조사를 공정을 도입하였다. 합금 표면에 분산시키고자 하는 산화물 분말을 표면에 코팅한 후 레이저 빔을 조사하는 방법으로 산화물을 금속 기지 내부로 침투 및 분산 시켰으며 이때 다양한 재료의 산화물 분말을 이용하여 분말재료가 끼치는 영향을 알아보고자 하였다. 추가로 레이저의 출력 조건을 달리 하여 열영향부 형성 특성 및 미세 산화물 분산 거동 변화를 살펴 보았고 최적 제조 공정 조건을 도출하였다. 주사전자현미경 및 투과전자현미경 분석을 통한 분산 산화물의 분산 거동 및 미세구조 관찰을 수행하여 레이저 빔 조사 공정 도중 산화물 분산 강화 기구를 규명하였다. 산화물 분산 강화로 인한 고온 기계적 특성 변화를 평가하였으며 기존 합금 대비 산화물 분산 강화 FeCrAl 합금의 고온 강도가 향상됨을 관찰하였다.

P3-G7-2 Fabrication of Silica-zircon Porous Ceramics Added with Metal Oxides

금속산화물을 첨가한 실리카-지르콘 다공성 세라믹스 제조연구

박정수^{1*}, 여정규², 조철익¹

¹충남대학교

²한국에너지기술연구원

The silica-zircon porous ceramics was prepared by ceramic injection moulding and followed by the high temperature heat treatment. Fused silica was chosen due to its low thermal expansion coefficient. In the present study, metal oxides of MgO, Al₂O₃ and MgAl₂O₄ were added to the powder batch for enhancing flexural strength. The flexural strength increased with content of oxides and decreased above 10wt% of each oxide additive. The crystallization of fused silica was facilitated with addition of oxides, which was shown from the X-ray diffraction patterns. It means that the added oxide plays as a seed of crystallization. In addition, microcracks were easily developed by the β to α phase transformation of cristobalite. All specimens could be removed in NaOH aqueous solution of 40 wt%.

P3-G7-3 Synthesis and Performance of HfC/HfB₂ Ceramics

HfC/HfB₂ 세라믹의 합성 및 성능

서상원*

서울대학교

HfC and HfB₂ are known to be important ceramics for high-temperature applications due to their high thermal stabilities and oxidation resistance. HfC/HfB₂ and HfC/HfB₂/SiC ceramic composites along with monolithic HfC were prepared from corresponding oxides in the form of nano powders by high-energy milling and carbothermal process. The powders were consolidated by Spark Plasma Sintering method. Uniform microstructures were obtained with high densities, which are attributed to in-situ formation of carbide and boride particles from oxides. The uniformity in microstructure and properties is a notable advantage of this in-situ process. In this talk the systems will be compared and discussed in terms of thermal stability and high-temperature performance.

적 특성을 확인하기 위해 1000 ~ 1400°C 에서 열처리한 시편을 주사전자현미경(SEM)과 X-ray diffraction(XRD)를 이용하여 미세구조 및 결정상을 분석하였다. 그 결과 spinel 결정상은 1200°C 이상의 온도에서 활발하게 생성되는 것을 확인하였다. 또한, spinel 생성에 의하여 선변화율 및 잔존 선팽창율이 증가함을 확인하였다. 이는 spinel 생성으로 인한 체적팽창에 의한 것으로 판단되며, spinel의 생성 반응은 MgO의 입자 크기가 작을수록 비표면적이 증가되어 가속화 되었다. 내장재가 장시간 사용된다는 점을 고려하면, spinel의 생성 반응이 지속적이고 완만하게 진행되는 것이 바람직하다. 실험 결과 MgO(1mm이하)의 첨가량이 2wt% 일 경우 가장 양호한 결과를 나타내었다.

P3-G7-5 Effect of SiC Contents on the Thermal Properties of Impeller Refractories

탄화규소 함량에 따른 임펠러 내화물의 열적 특성 평가

정병옥*, 김락희, 고진석, 이석근

한국내화(주)

P3-G7-4 Effects of Spinel on the Properties of Al₂O₃-SiC-C Refractories

Al₂O₃-SiC-C계 내화물의 특성에 미치는 Spinel의 영향

임형우*, 하창기, 고진석, 이석근

한국내화(주)

용선레들은 혼선차에서 용선을 수선하여 전로에 장입하는 설비이다. 내장재의 재질은 초기에는 점토질 및 고알루미나질을 사용하여 왔으나 강의 청정화, 고급화 및 제조 cost저감을 위해 용선 예비 처리율의 증대에 따라 Al₂O₃-SiC-C계 내화물이 적용되고 있다. Al₂O₃-SiC-C계 내화물의 경우 슬래그에 대한 내침식성과 열충격 저항성이 우수하나, 잔존 선팽창성 부족으로 인해 목지부가 선행 손상되고 있다. 본 연구에서는 원료 분말과 결합제로 페놀레진을 사용하여 혼련 후, 성형 및 건조하여 시편을 제조하였다. 산화 방지제로는 금속Al, Si를 첨가하였으며, MgO 원재료는 순도 95%, 1 mm 및 0.074 mm이하 분말을 사용하였다. MgO 첨가에 따른 열

용선 탈황의 방법으로 약100 ~ 130rpm으로 고속 회전하는 Impeller에 의한 교반식 설비인 KR(Kanvara Reactor) 공정이 많은 제철소에서 사용되고 있다. KR공정은 용선에 탈황제를 투입하여 Impeller를 침지시킨 뒤 회전하여 와류를 발생시켜 탈황 작업을 진행하는 설비이다. Impeller 는 Al₂O₃-SiO₂-SiC계 내화물이 주로 사용되며 주요 손상 요인은 높은 온도 편차에 따른 열충격에 의한 손상이 가장 심하므로 개선 연구가 필요하다. 본 연구에서는 Impeller 내화물의 열적 특성 향상을 목적으로 고온에서 안정한 화학적 특성을 나타내고, 열팽창계수가 낮아 열충격 저항성이 우수한 SiC (탄화규소)의 첨가 함량변화에 따른 열적 특성을 비교 평가하였다. SiC함량은 10 ~ 22 wt%를 첨가하여 시편을 제조하였으며, 사용 조건과 유사한 1400°C에서 열간 강도, 내스폴링성 시험을 진행하고 미세구조를 관찰하였다. SiC 함량이 증가할수록 내스폴링성은 향상되지만 열간 강도는 저하됨을 확인하였으며, 이는 고온에서 SiC의 산화 거동과 연관이 있는 것으로 사료된다. 최종적으로 SiC 함량 설계를 최적화시킴으로 Impeller 내화물의 사용 안정성을 개선할 수 있었다.

P3-G7-6 The Effect of Sintering Temperature on the Characteristics of Magnesia-Hercynite Refractories

소성 온도에 따른 Magnesia-Hercynite 내화물의 특성

최제철*

한국내화(주)

시멘트 로타리 킬른 소성대에는 Magnesia-Chromite, Magnesia-Spinel, Magnesia-Hercynite 등이 적용되고 있다. 6가 크롬에 의한 환경 문제가 대두 되면서 Magnesia-Chromite 내화물은 크롬이 포함되지 않는 재질로 대체 되고 있으며 내스폴링성은 우수하지만 열전도율이 높고 클링커 코팅성이 낮은 Magnesia-Spinel 내화물의 적용이 제한되고 있다. Magnesia-Hercynite 내화물은 Magnesia와 Hercynite의 열간 팽창 특성 차이로 인하여 냉각중 micro-crack을 발생시켜 인성을 향상시키며, 클링커 코팅성이 우수하여 Magnesia-Chromite 내화물을 대체하고 있다. 본 연구에서는 Magnesia-Hercynite 내화물의 최적 소성 온도를 찾는 것을 목표로 수행되었다. 소성 온도 별(1400°C, 1500°C, 1600°C) Magnesia-Hercynite 내화물의 클링커 코팅성 평가, 열충격저항성(1400°C), 고온곡강도(1400°C) 및 물리적 특성(겉보기 기공율, 압축강도)에 대한 비교 평가를 실시하였다. 시험 결과 소성 온도가 증가 할 수록 고온 곡강도와 압축강도가 증가 되었으며, 조직 치밀화에 따른 열충격 저항성과 기공율 저하를 확인 할 수 있었다. 주 요구 특성인 클링커 코팅성은 1600°C의 소성 시편이 1400°C 소성 시편에 대비 30%이상 높은 것을 확인 할 수 있었다. 이는 Magnesia-Hercynite 가 CaO와 반응하여 C_2F 와 C_4AF 가 생성되어 클링커 코팅성이 우수하게 나타난 것으로 보인다.

P3-G7-7 The Improvement of Damage through Stress Relaxation on MgO-C Refractories for Steel Ladle Slag Line

용강래들 슬래그 라인용 MgO-C내화물 손상 개선

김원택*, 김락희, 하창기, 이석근

한국내화(주)

용강래들은 전로에서 용강을 수강하여 LF, RH-TOB 등 2차 정련 처리과정을 거쳐 연주공정의 턴디쉬로 운반하는 설비이다. 용강래들의 슬래그 라인은 용강 속의 불순물을 제거하기 위한 각종 처리과정을 통해 발생하는 슬래그라는 성분에 영향을 받는 부위로 열충격 저항성과 슬래그에 대한 침식 저항성이 우수한 MgO-C 내화물이 대부분 사용된다. 일부 용강래들의 경우 기계적인 응력이 슬래그 라인에 집중되어 내화물이 견디지 못하고 손상되는 현상이

발생되므로, 이에 대한 개선 연구가 필요하다. 본 연구에서는 내화물이 받는 응력을 완화하기 위하여, 입자 Size가 다른 흑연을 적용하여 상온-고온에서의 강도 및 물성 특성을 비교 평가하였다. 또한 금속 산화방지제 중 하나인 Aluminum Powder의 함량을 α 와 $\alpha-0.5\%$ 로 변경하여 1400°C에서의 선팅창을 변화에 대해서도 비교 평가하였다. 이러한 시험을 통해 입도 Size가 큰 흑연을 사용하면 내화물의 내부 기공이 증가하고, Aluminum Powder의 함량이 감소하면 고온에서 열팽창성이 감소함을 알 수 있었다. 내화물의 내부 기공 증가는 외부 응력에 대한 유연성을 향상시키고, 선팅창율의 감소는 응력의 집중을 완화시킬 것으로 예상된다. 이러한 시험 결과를 토대로 실로에 적용한 결과, 기계적 응력 집중에 의한 내화물의 손상이 발생되지 않았다. 최종적으로 기계적으로 발생하는 응력을 완하시킴으로써 내화물의 손상이 개선되었음을 확인할 수 있었다.

P3-G7-8 The Improvement in the Installation Characteristics of the No Cement Castable Refractories

No Cement Castable 내화물의 시공 특성 개선

송용익*, 하창기, 고진석, 이석근

한국내화(주)

턴디쉬 유입제는 알루미나 시멘트를 결합제로 사용하는 LCC(Low Cement Castable) 타입이 주로 사용되며, 주요 손상은 CaO 성분이 고온에서 $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ 계 저융점 화합물 생성, 턴디쉬 코팅제 또는 슬래그와 반응하여 발생하는 구조적 스폴링 및 박리이다. 이러한 손상을 개선하기 위해 알루미나 시멘트의 첨가량을 줄이려는 연구가 지속되어 왔으며, 알루미나 시멘트를 사용하지 않는 NCC(No Cement Castables)의 사용이 확대되고 있다. NCC는 결합제로 알루미나 시멘트를 사용하지 않는 캐스타블을 말하며, 실리카 졸을 이용하는 NCC가 가장 일반적인 형태이다. 하지만, 온도에 따른 실리카 침전과 점성 증가로 인한 까다로운 보관 방법, 그리고 실리카 졸의 점성에 따른 유동성 저하는 단점으로 지적되어왔다. 본 연구에서는 실리카 졸 타입 NCC의 단점을 보완하기 위해 비정질 실리카와 신규 첨가제의 함량비를 조절하여 시공 온도와 첨가 수분에 따른 유동성을 평가하였다. 실리카 졸 타입의 NCC 대비 유동성이 20%이상 개선되었으며, 이는 점성을 가진 실리카 졸 사용을 배제하는 대신 물과 비정질 실리카, 신규 첨가제를 사용하였기 때문으로 판단된다. 비정질 실리카와 신규 첨가제 함량비를 최적화시킴으로 기존 실리카 졸 타입 NCC 대비 동등 이상의 물리적 특성을 유지하면서, 시공 특성은 개선할 수 있었다.

P3-G7-9 Effects of pH on the Crystallization of Hydrous-Zirconia Particles by Hydrolysis

가수분해 나노 지르코니아 입자의 pH와 결정화

황규홍^{1*}, 조경명², 이종국²

¹경상대학교

²조선대학교

나노 크기의 지르코니아 입자를 얻기 위한 가수분해에서 출발원료인 $ZrOCl_2$, $ZrO(NO_3)_2$ 및 $ZrO(CH_3COO)_2$ 등의 출발원료가 미치는 영향을 검토하였다. 이를 위해 X-선 회절 (XRD) 및 시차열 분석 (DTA)를 사용하여 결정화 정도를 조사하였다 특히 수용액의 산도(pH)가 지르코늄 염의 가수분해에 의해 생성된 수화 지르코니아 미립자의 결정구조, 특히 결정 형성 및 성장에 pH가 미치는 영향을 검토하였다. 산도(pH)가 높아짐에 따라 수화 지르코니아의 XRD 패턴은 단사정계로부터 정방정의 결정 지르코니아로 쉽게 변화하였으며, 정방정상의 분율은 pH가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보여주었다. 이러한 실험 결과 지르코니아 수화물의 결정상은 주로 가수분해 동안 생성된 H^+ 이온의 농도, 즉 pH에 의해 크게 지배되는 것으로 나타났다

molten steel. Boron nitride (BN) has been attracting attention for refractory materials because of their high thermal shock resistance, corrosion resistance against molten steel as well as high oxidation resistance at high temperature as compared to graphite. Therefore, Boron nitride is a candidate for graphite replacement. In the present work, corrosion behavior of zirconia-boron nitride refractory was investigated in liquid mold flux at 1, 550°C under static condition. After experiment, mold flux/refractory interfaces were analyzed by FE-SEM/EDS. In addition, interactions between mold flux and refractory were investigated by using the thermochemical software FactSage. It was determined that zirconia-boron nitride specimens have superior corrosion resistance against liquid mold flux compared with zirconia-graphite specimens.

P3-G7-11 An Experimental Study on the Resistance to Freezing and Thawing of Ternary Blended Cement Concrete

3성분계 혼합 시멘트 콘크리트의 동결융해 저항성에 관한 실험적 연구

양원희^{1*}, 황지순¹, 정석만¹, 이세현²

¹(주)인트렘

²한국건설기술연구원

일반적으로 콘크리트의 동해는 계절변화에 따른 반복적인 동결 융해작용에 의한 내구성 저하의 대표적 현상이라 할 수 있으며, 겨울철 동결융해를 받는 콘크리트는 내부에서 큰 팽창력이 발생되어 콘크리트 균열, 표면 박리, 골재 이탈 등의 파손현상을 보이게 된다. 이에 따라 본 연구는 시멘트와 고로슬래그 미분말, 플라이애쉬를 혼합한 3성분계 혼합시멘트(OPC : BS : FA = 40 : 40 : 20)에 Alkali-Sulfate계 조강제를 사용한 콘크리트(단위분체량 360 kg/m³, 단위분체량 400 kg/m³)의 동결융해 저항성을 평가 하고자 하였으며, 콘크리트 배합 실험을 통해 제작된 공시체를 KS F 2456(급속 동결 융해에 대한 콘크리트의 저항 시험방법)방법에 따라 동결융해 시험을 실시하여 300Cycle의 상대 동탄성 계수를 평가하였다. 상대 동탄성 계수 평가 결과, 단위분체량 360 kg/m³ 콘크리트의 300Cycle 결과는 Plain 84%, 360_AS 85%로 확인되었고, 단위분체량 400 kg/m³ 콘크리트의 300Cycle 결과는 Plain 85%, 400_AS 88%로 확인되어 Alkali-Sulfate계 조강제를 사용한 콘크리트에서 동결융해에 대한 저항성이 다소 향상 되는 것을 확인 할 수 있었다.

P3-G7-10 Corrosion Behavior of Zirconia-Boron Nitride Refractories by Mold Flux Containing Calcium Fluoride

Calcium Fluoride가 포함된 Mold Flux에 의한 Zirconia-Boron Nitride의 침식 거동

소성민^{1*}, 박주석¹, 김경훈¹, 안종필¹, 김형순²

¹한국세라믹기술원

²인하대학교

Zirconia-graphite refractories are particularly used in slag line of submerged entry nozzle (SEN) during continuous casting of steel, because of good corrosion resistance by liquid mold flux. However, graphite is easily oxidized at high temperature and dissolves in

P3-G7-12 Effect of Si_3N_4 and BN Contents on the Thermal Properties of Al_2O_3 -SiC-C Refractories

Si_3N_4 와 BN의 첨가량에 따른 Al_2O_3 -SiC-C계 내화물의 열적 특성

김태관^{1*}, 박주석¹, 김경자¹, 김형순²

¹한국세라믹기술원

²인하대학교

Castable 내화물은 연와축조에 비하여 시공시간이 짧고 시공이 간편하여 제철제강공정의 가열로 바닥 및 부분 보수가 요구되는 대탕도 보수제로 많이 사용 되고 있으며 최근에는 고온의 용강에 장시간 접촉하는 ladle에 까지 사용범위가 확대되고 있다. 일반적으로 ladle에 사용하는 castable 내화물은 Al_2O_3 -SiC-C계를 많이 사용하고 있으나 종래의 용선운반 역할만을 할 때에 비해 용선에비 처리과정에서 예비처리제와 용선의 강한 교반 작용에 의하여 내화물은 심한 손상을 입는 문제가 있다. 이때 사용하는 SiC는 산화억제효과가 있으므로 산화방지를 위하여 첨가하고 있는데 내침식성에는 악영향을 미치므로 SiC 첨가량이 많은 내화물은 용손이 큰 것으로 알려져 있다. 이에 내침식성과 스프링저항성을 향상시키기 위하여 Al_2O_3 -SiC-C계 내화물에 비산화물을 첨가하여 산화를 억제하는 연구가 많이 진행되고 있으며 본 연구에서는 Al_2O_3 -SiC-C계 Castable 내화물의 내산화성 및 내침식성을 향상시키기 위하여 Si_3N_4 와 BN을 첨가하여 첨가량에 따른 열적특성(내침식성, 열간곡강도)과 기계적특성(선변화율, 기공율, 밀도, 3점 꺾임강도, 압축강도)을 확인하였다.

P3-G7-13 Effect of Alkaline Earth Metal Carbonate on the Sintering Behavior of MgAl_2O_4

이영환*

서울대학교

The sinterability of MgAl_2O_4 , MAS, with addition of different alkaline earth metal carbonates as sintering aids were examined. During the sintering process, carbonates decomposed to alkaline earth metal oxide and released CO_2 gas, which acted as pore site and lowered density as well as vickers hardness compared to the pure MAS. However, above high temperature, all of the carbonates-added samples showed higher density and vickers hardness compared to the pure MAS. This enhanced property was achieved through formation of local liquid phase from the reaction between oxides and MAS.

P3-G9-1 Thermal Stability of SrAl_2O_4 : Eu^{2+} , Dy^{3+} Long Afterglow Phosphors Synthesized by Solid State Reaction Method and Polymerized Complex Method

고상반응법과 착체중합법으로 합성된 SrAl_2O_4 : Eu^{2+} , Dy^{3+} 축광성 형광체의 열적 안정성 평가

김태호^{1*}, 황혜진¹, 한규성², 황광택², 김진호²

¹인하대학교

²한국세라믹기술원

SrAl_2O_4 : Eu^{2+} , Dy^{3+} 축광성 형광체는 산화물계 축광성 형광체 중에서 화학적 안정성과 함께 가시광 영역에서 가장 우수한 잔광 특성을 갖는다. 또한, 발광 시 녹색을 나타내며 합성 공정 및 사용 조건에 따라 축광 특성이 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 특히 고온의 소성 공정이 사용되는 타일과 도자기 등과 같은 세라믹 제품 분야에 활용되기 위해서는 고온에서의 열적 안정성이 필수적으로 요구된다. 본 연구에서는 고상반응법과 착체중합법으로 합성된 SrAl_2O_4 : Eu^{2+} , Dy^{3+} 축광성 형광체 분말의 특성을 비교 분석하고 두 합성법으로 합성된 분말의 열적 안정성을 연구하였다. 특히 산업 도자 제조 공정에서 사용하는 고온 열처리 공정 조건인 온도(1250°C) 및 분위기(LPG 가스를 사용하는 환원 분위기)에서 진행함으로써 고상반응법과 착체중합법으로 합성된 SrAl_2O_4 : Eu^{2+} , Dy^{3+} 축광성 형광체의 고온 열처리 전후의 축광 특성 변화에 대해 고찰하였다. 합성된 분말과 고온 열처리 전후의 분말은 XRD 분석을 통해 결정구조 및 결정자 크기 변화를 확인하였고, SEM과 PSA 분석을 이용하여 미세구조 및 입자 크기 변화를 관찰하였다. Spectrofluorometer 분석을 통해 SrAl_2O_4 : Eu^{2+} , Dy^{3+} 축광성 형광체의 여기 및 발광 특성, 장잔광 특성을 확인하였다.

P3-G9-2 A Study on The Applicability of Ceramic Pigments for Ink-jet Printing using Micronization Process

미립화를 통한 세라믹 안료의 잉크젯 프린팅 적용 가능성 연구

이지현^{1*}, 황혜진¹, 권중우², 김진호³, 조우석³, 황광택³, 한규성³

¹인하대학교

²고려대학교

³한국세라믹기술원

디자인 이미지를 디지털 파일로 전송·출력하는 세라믹 잉크젯 프린팅 기술은 기존의 실크 프린팅 기법에 비해 소비자가 원하는 이미지 또는 패턴 변화에 대해 빠르게 대응이 가능하고, 잉크 효율이 매우 높아 폐기물이 거의 발생하지 않는 친환경적인 공정이라는 장점이 있어 지난 수년간 관련 산업분야에서 빠른 속도로 성장해왔다. 이러한 잉크젯 프린팅용 세라믹 잉크의 요구조건으로는 적절한 점도, 표면장력, 잉크 토출 시 구형의 액적 형성, 1000°C 이상에서의 고온발색, 나노급의 안료입도, 분산안정성 등이 최적화 되어야 한다. 본 연구에서는 잉크젯 프린팅에 사용되는 디지털 4원색인 Cyan, Magenta, Yellow, Black 색상의 세라믹 안료를 고상합성법(solid state method)을 이용하여 제조하였다. 제조된 각각의 세라믹 안료는 고에너지 밀링 공정에 의해 미립화 되었고, 밀링 시간에 따른 세라믹 안료의 입도 분포, 결정구조, 그리고 발색 특성의 거동 변화를 분석 하였다.

P3-G9-3 Characterization of High Temperature Coloring Ceramic Pigment for Digital Printing

디지털 프린팅용 세라믹 안료의 고온 혼합 발색 거동에 관한 연구

권중우^{1*}, 이지현², 이종훈¹, 황광택³, 김진호³, 한규성³

¹고려대학교

²인하대학교

³한국세라믹기술원

세라믹 잉크젯 프린팅 기술은 기존의 실크 프린팅 공정과 비교하였을 때 잉크의 효율이 높아 공정 비용이 낮고 친환경적인 장점을 가진다. 또한 디지털 파일을 통한 인쇄 공정으로 대량 생산이 가능하면서도 소비자의 수요에 빠르게 대응할 수 있는 맞춤형 제품이 생산 가능하다. 일반적으로 잉크젯 프린팅 공정은 디지털 4

원색(Cyan, magenta, yellow, black)을 이용하여 모든 컬러를 구현할 수 있으나, 세라믹 소재의 특성상 1000°C 이상의 고온 소성 공정을 거치기 때문에 적용되는 세라믹 안료의 고온에서의 발색 안정성과 화학적 안정성이 필수적으로 요구된다. 본 연구에서는 디지털 프린팅 공정의 적용을 위해 세라믹 안료의 열적, 화학적 안정성을 분석하기 위해 고온 혼합 발색 거동을 평가하였다. 세라믹 안료의 미세구조 및 결정성을 분석하였고, CIE 표색계 값(L*a*b*)을 측정하여 고온 소성 공정이 세라믹 안료의 발색도에 미치는 영향에 대해 연구하였다.

P3-G9-4 Quantitative Phase Analysis on the Basis of Powder X-ray Diffraction: Phase Evolution during a Firing Process in Porcelain Raw Materials

분말 X-선 회절에 기초한 정량분석: 도자기 원료의 소성 과정에서 상 변화

김재겸^{1*}, 김중영², 김승주¹

¹아주대학교

²한국세라믹기술원

Powder X-ray diffraction enables a quantitative analysis of the composite materials including crystallite phases and amorphous phases. In this work, porcelain raw materials fired at different temperatures were characterized by X-ray powder diffraction combined with quantitative phase analysis using the Rietveld method. The phase proportion is very important factor to affect the physical properties of porcelains. The raw materials were mainly composed of five mineral phases: quartz, microcline, albite, muscovite and kaolinite. During the firing process, the microcline, albite, muscovite and kaolinite phases started to react with each other to produce the mullite and quartz phases embedded in an amorphous matrix. The amount of quartz remained nearly unchanged until a temperature above 1200°C; then, it converted to an amorphous phase at higher temperatures.

P3-G9-5 A Study on Relationship between Frictional Wear Characteristics and Synthetic Conditions of Potassium Titanate with Non-fibrous Type

판상형 포타슘 티타네이트 합성 및 마찰특성 연구

이정주^{1*}, 이나리², 피재환², 김종영², 김유진², 김정주³

¹상신브레이크 (주) 기술연구소

²한국세라믹기술원

³경북대학교

포타슘 티타네이트는 $K_2O \cdot nTiO_2$ ($n=1\sim6$)의 화학조성으로 이루어진 물질로 주로 침상형으로 합성되며, 자동차용 브레이크 마찰재의 석면 대체재로 사용되어 왔다. 하지만 침상형의 포타슘 티타네이트가 발암성 유해물질로 분류되면서 현재는 판상형 포타슘 티타네이트를 마찰재로 적용하고 있다. 판상형 포타슘 티타네이트는 침상형 포타슘 티타네이트에 비해 마찰특성이 우수하지 않아 이를 해결하기 위한 비침상형의 포타슘 티타네이트 합성에 관한 연구가 진행되고 있다. 포타슘 티타네이트의 물성은 제조사별로 합성 방법이 다르므로 특성에 차이가 있으나 원인에 대한 연구결과는 미비한 편이다. 따라서 결정을 성장시키는 형상제어 기술로 $K_2Ti_6O_{13}$ 상의 결정 구조를 지닌 판상형 포타슘 티타네이트를 합성하고 물성을 분석하였다. 합성조건에 따라 포타슘 티타네이트의 형상과 입도가 달라졌으며 경도 또한 차이가 나타났다. 포타슘 티타네이트 합성시 결정의 두께층이 증가한 경우 이에 따라 경도가 증가하였다. 합성한 포타슘 티타네이트와 상용 포타슘 티타네이트를 마찰재로 제조하여 마찰특성을 분석하였다. 마찰 마모 평가에서 경도가 높고 입도가 커질수록 상대재인 디스크(회주철)의 마모량은 증가하였으며 마찰계수도 상승하였다. 이것은 높은 경도, 큰 입도의 포타슘 티타네이트가 상대적으로 높은 연삭마모를 발생시키고 이에 따라 상대재의 마모량이 증가되며, 마찰계수가 높아진 것으로 확인되었다.

P3-G9-6 The Role of Hydrogen Peroxide to Improve the Leaching rate of Tungsten Oxide in Basic Solution

알카리 용액에서의 텅스텐 산화물의 용해 촉진을 위한 과산화수소의 역할

김근희^{1*}, 피재환², 김유진², 조우석², 황해진¹

¹인하대학교

²한국세라믹기술원

최근 우리는 고순도 산화텅스텐(WO_3)을 중국으로부터 수입하여 국가 기간산업인 자동차, 철강, 전기전자 제품을 생산하기 위해 초경합금(WC-Co)를 활용하여 제조하고 있다. 텅스텐 자원을 활용한 초경산업은 해마다 산업규모가 증가하고 있는 추세이다. 하지만 텅스텐의 원자재 가격 폭등, 수급 불안정에 따라 수익률이 낮아지고 있다. 따라서 자원의 확보와 공급안정화를 위해 폐초경공구의 재활용 기술이 절실히 필요하다. 이전 연구에서 우리는 초경합금의 산화저동과 산화율 향상을 위한 연구결과를 발표하였고, 이를 바탕으로 폐초경공구의 산화물들을 용해하는 공정에서 용해율 향상을 위한 기술에 대해 논하고자 한다. 특히 기존 알카리 용액을 활용한 수열용해공정에서는 과량의 가성소다(NaOH)를 활용하여 용해율을 높이거나 가혹한 수열조건을 활용하여 용해율을 향상시켰다. 이는 재활용 산업의 경제성을 저하시켜 이를 개선할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 기존 수열용해공정에서 가성소다(NaOH)의 사용량을 줄이고 용해율을 높이기 위하여 과산화수소(H_2O_2) 첨가 실험을 진행하였다. 과산화수소(H_2O_2)의 첨가가 기존 수열용해공정에서의 산화물 용해 기구인 Diffusion Control Model에 의해 진행되는지를 수열용해공정 중의 활성화에너지(Acivation Ennergy) 변화를 관찰하여 그 용해기구(Mechanism)를 확인하고자 하였다.

P3-G9-7 Preparation and Sintering Properties of 16Ce-TZP Ceramics by Different Heating Conditions

열처리 조건 변화에 따른 16Ce-TZP계 세라믹스 제조 및 소결특성

김보량^{1*}, 임현규², 채지훈³, 조범래², 오영우⁴, 강종봉¹

¹경남대학교

²계명대학교

³(재) 경북하이브리드부품연구원

⁴(주)세노텍

순수한 지르코니아는 가열시 구조적으로 불안정하여 상온에서 치밀한 지르코니아 소결체를 얻기 위해서 CeO_2 , Y_2O_3 , CaO , MgO 등의 다양한 산화물을 첨가하여 안정한 결정상이 상온에서 유지되도록 하며, 고용체를 이루고 우수한 기계적 특성을 지니는 부분안정화 지르코니아인 TZP(Tetragonal Zirconia Polycrystal)를 제조할 수 있다. 특히, CeO_2 로 안정화 되어진 지르코니아는 ZrO_2 계 세라믹스 중에서 파괴인성이 가장 높으며, 광범위한 범위($\sim 20\text{mol}\%$)에 걸쳐 고용되어 정방정상을 형성하며, 소결체의 입자크기가 약 $30\text{ }\mu\text{m}$ 에서도 상온까지 준안정 상태로 유지되는 우수한 Ce-TZP 소결체 제조가 가능하다는 장점이 있지만 세라믹스 분체 제조를 위한 여러 방법들 중에서 공침법의 경우 결정립 크기 및 균일한 미립자 제조가 용이하며 대량생산이 가능하여 널리 사용되고 있지만 공정 변수의 제어가 어려운 단점이 있다. 본 연구에서는 $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 를 출발원료로 선택하여 열처리 온도변화를 통하여 ZrO_2 의 결정립 형상 및 입자변화 정도를 알아보고, 넓은 고용범위 중 선행실험의 결과로 $16\text{mol}\%$ 의 CeO_2 로 안정화된 16Ce-TZP를 습식 공정법으로 제조하여 소결체의 특성평가를 실시하였다.

P3-S7-1 Generation Mechanism of Dislocation Arrays at Grain-boundaries in Sb_2Te_3

Sb_2Te_3 물질의 입계 전위 배열에 대한 생성 메커니즘 연구

문현아^{1*}, 이규형², 김성용¹

¹성균관대학교

²강원대학교

During the last decade, the outstanding performance of thermoelectric materials is challengeable due to the trade-off relationship between electrical and thermal conductivity. Recently, we reported the reduction of thermal conductivity without deterioration of the electrical conductivity by the formation of highly dense dislocation embedded in low-energy grain-boundaries of p-type $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ alloy [1]. In this presentation, we will show the generation mechanism of grain-boundary dislocation arrays in Sb_2Te_3 alloy for understanding the role of dislocation arrays to reduce thermal conductivity and verifying the feasibility of dislocation arrays in other state-of-the-art materials. We observed by using high resolution and in-situ transmission electron microscopy that the grain-boundary interface of Te-terminated Sb_2Te_3 and eutectic phases in lamella-structured melt spun ribbon is a critical factor to generate dislocation arrays at grain boundaries in a transient liquid assisted sintering process. Also, we observed a low energy interface between Te-terminated Sb_2Te_3 and liquid Te, leading to a high self-diffusion rate of Te atoms at interface. The interface constructed with the same kind of atoms in precursors is the key factor to achieve a low-energy grain-boundary accommodating dense dislocation arrays.

References:

[1] S.I. Kim et al. Dense dislocation arrays embedded in grain boundaries for high-performance bulk thermoelectrics, *Science*, 348 (6230), 109–114 (2015).

P3-S7-2 Direct Observation of Inherent Atomic Disorders Responsible for High Thermoelectric Performance of $\text{Ti}_{1-x}\text{Hf}_x\text{NiSn}$ based Half-Heusler Alloys

고성능 열전소재를 위한 $\text{Ti}_{1-x}\text{Hf}_x\text{NiSn}$ 계 half-Heusler 물질 연구

김기성^{1*}, 이규형², 김성용¹

¹성균관대학교

²강원대학교

Half-Heusler alloys with a solid-solution form have provided a rich repository for studying the effect of atomic-scale defects on thermoelectric properties. Here we demonstrate from the direct observation of defective atomic structure using scanning transmission microscopy (STEM) that the formation of antisite defects of Ti/Hf and Sn atoms triggers the disorder of interstitial Ni atom in $\text{Ti}_{1-x}\text{Hf}_x\text{NiSn}$ alloys, accelerating a local compositional fluctuation that plays a critical role on the enhancement of TE performance. Further, a simple and efficient process obviating the need for long-time annealing, which is melt spinning followed by spark plasma sintering, successfully produces the single phase of $\text{Ti}_{1-x}\text{Hf}_x\text{NiSn}_{1-y}\text{Sb}_y$ ($X=0.5$, $y=0.02$) alloy with average grain size of ~ 150 nm, leading to an intensive phonon scattering by grain boundaries. These defects synergistically increase the power factor and decrease lattice thermal conductivity, achieving the maximum zT value of 1.03 at 850K in $\text{Ti}_{0.5}\text{Hf}_{0.5}\text{NiSn}_{0.98}\text{Sb}_{0.02}$ alloy.

P3-S7-3 Thermoelectric Properties of Cerium Added n-type CoSb_3 based Skutterudite Compounds Depending on Process Change

Ce를 첨가 한 n형 CoSb_3 계 Skutterudite 화합물의 공정 변화에 따른 열전특성 비교

맹은지^{1*}, 서원선¹, 김일호², 이순일¹

¹한국세라믹기술원

²한국교통대학교

본 연구에서는 Ce이 충전된 CoSb_3 Skutterudites 화합물과 공정을 단순화하여 $\text{In}_{0.2}\text{Yb}_{0.1}\text{Co}_4\text{Sb}_{12}$ (IYCS)에 Ce를 첨가 한 화합물의 열전물성의 변화에 대해 조사하였다. 화합물은 밀폐유도 용

해법으로 합성하여 $45\mu\text{m}$ 이하로 체가를 하였고, 방전 플라즈마 소결법(Spark Plasma Sintering)으로 소결하였다. 모든 시편의 X-ray 패턴에서는 미량의 2차상 CoSb_2 상이 발견되었으나 거의 순수 CoSb_3 와 일치하였다. 충전제(filler)로의 Ce과 inclusion으로의 Ce, 두 가지 공정 모두 Ce의 양이 증가할수록 전기전도도는 증가하고 제백은 감소되는 현상을 보였다. 열전도도의 경우 Ce이 증가함에 따라 감소하는 것을 볼 수 있었고, Ce을 filler로서 합성한 시편이 더 낮은 열전도도를 보였으나 격자열전도도는 두 공정이 비슷한 값을 보였으므로 $\text{In}_{0.2}\text{Yb}_{0.1}\text{Co}_4\text{Sb}_{12}$ 에 Ce을 inclusion으로 첨가 한 경우에도 Ce이 래틀러로서의 역할을 하는것으로 추정된다. 결과적으로 $\text{In}_{0.2}\text{Ce}_{0.125}\text{Co}_4\text{Sb}_{12}$ 에서 최대 ZT 값 1.3, IYCS + 1 wt% Ce에서 최대 ZT 값 1.18을 얻을 수 있었ek.

P3-S7-4 Thermoelectric Properties of n-type $\text{Bi}_2\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y\text{I}_m$ Prepared by Mechanical Alloying and Hot Pressing

MA-HP 공정에 의한 N형 $\text{Bi}_2\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y\text{I}_m$ 고용체의 합성 및 열전특성

음아영*, 김일호

한국교통대학교

능면체 결정구조를 갖는 Bi_2Te_3 계 화합물은 상온영역에서 우수한 성능을 갖는 재료로서, 일반적으로 p형 (Bi , Sb) $_2\text{Te}_3$ 와 n형 $\text{Bi}_2(\text{Te}, \text{Se})_3$ 고용체로 활용된다. Bi_2Se_3 는 Bi_2Te_3 와 결정구조가 동일하고 전자구조가 유사하여 $\text{Bi}_2\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ 고용체를 형성한다. Se은 Te 자리를 차지하게 되고, 이는 전자와 포논으로 인한 합금산란이 강화되어 캐리어 이동도와 격자 열전도도를 감소시킬 수 있다. 또한 도너 도핑에 의해 캐리어 농도를 증가시켜 전기전도도의 향상이 필요하다. 이번 연구에서는 유성 불밀로 기계적 합금화한 $\text{Bi}_2\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ 와 Iodine이 도핑된 $\text{Bi}_2\text{Te}_{3-y}\text{Se}_y$ ($y = 0 \sim 0.6$) 고용체 분말을 열간압축 성형하여 제작하였다. Se 고용과 Iodine 도핑에 따라 결정격자에 영향을 주어 이동특성 및 열전특성이 변화하였다. 모든 시편은 측정온도 범위 내에서 n형 전도특성을 나타내었고, 온도가 증가함에 따라 전기전도도가 약간 감소하는 축퇴 반도체 특성을 보였다. 전기전도도는 Se 고용량이 증가함에 따라 감소하는 반면, Iodine 도핑에 따라 증가였으며, 제백계수는 반대 경향을 보였다. Se 치환의 증가와 Iodine 도핑의 감소에 따라 합금 산란의 증가와 캐리어 농도의 감소로 전자 열전도도와 격자 열전도도가 감소하였다. 무차원 성능지수는 도핑하지 않은 $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.55}\text{Se}_{0.45}$ 가 473 K에서 $ZT_{\text{max}} = 0.76$ 의 값을 얻었고, Iodine이 도핑된 $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.4}\text{Se}_{0.6}:\text{I}_{0.005}$ 가 473 K에서 $ZT_{\text{max}} = 0.84$ 를 얻었다.

P3-S7-5 Thermoelectric Properties of $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_3$ Prepared by Encapsulated Melting and Hot Extrusion

밀폐용해와 열간압출에 의해 제조된 P형 $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_3$ 고 용체의 열전특성

정우진*, 김일호

한국교통대학교

Bi_2Te_3 계 화합물은 상온영역에서 우수한 열전성능을 보여 냉각 소자로 널리 이용되고 있다. Bi_2Te_3 계 화합물은 $-\text{Te}^1-\text{Bi}-\text{Te}^2-\text{Bi}-\text{Te}^1-$ 의 순서로 c축으로 수직하게 적층된 능면체 구조를 가지며, Te^1-Te^1 사이의 약한 van der Waals 결합으로 인해 c축에 수직인 기저면을 따라 벽개면이 존재한다. Zone melting, Bridgman, Czochralski 방법과 같은 일방향 결정성장 방법은 a축을 따라 우수한 특성을 나타내지만, 시간과 에너지 소비가 크고, 벽개면을 따라 기계적 특성이 취약하다. 하지만, 열간압출은 공정 동안 강한 변형으로 인해 우선 성장방향과 매우 치밀한 미립자의 미세조직으로 기계적 특성과 열전특성을 향상시키는 매우 유용한 공정이다. 또한 열간압출에 의해서 결정립 미세화 및 c축으로 편향된 열전재료를 얻을 수 있다. 본 연구에서는 $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_3$ ($x = 1.4 \sim 1.7$) 고용체를 밀폐용해로 합성하고 열간압출로 성형하였다. 압출조건에 따른 미세조직, 결정 방향성, 기계적 특성 및 열전특성을 평가하여, 열간압출 성형으로 제작한 시편의 특성과 비교하였다.

열전도도를 통해 열전 성능을 향상시킬 수 있다. 이번 연구에서는 p형 $(\text{La/Ce})_{1-z}(\text{Pr/Nd})_z\text{Fe}_{4-x}\text{Co}_x\text{Sb}_{12}$ ($z = 0.25, 0.75$ 및 $x = 0, 0.25$) 계 이중 충전 스커테루다이트를 밀폐용해법과 열간 압축소결 방법을 통해 제작하여 열전 특성에 대한 이중 충전과 전하보상 효과를 조사하였다. 온도가 증가함에 따라 전기전도도가 감소하는 축퇴 반도체 특성을 보였으며, La, Pr, Co 함량이 증가함에 따라 캐리어 농도의 감소로 인해 전기전도도가 감소하였다. La, Pr, Co 함량이 증가함에 따라 제백계수가 증가하였으며, 이는 캐리어 농도의 감소 때문이다. 온도가 증가함에 따라 제백계수는 증가하였으며, 825 K에서 최대값을 가졌다. 623 K 이상에서 bipolar conduction로 인해 열전도도가 증가하였다. 격자 열전도도는 Pr과 Nd 함량이 증가함에 따라 감소하였다. 열전 성능지수는 $\text{La}_{0.75}\text{Pr}_{0.25}\text{Fe}_4\text{Sb}_{12}$ 가 823 K에서 $ZT = 0.83$, $\text{La}_{0.75}\text{Nd}_{0.25}\text{Fe}_4\text{Sb}_{12}$ 가 823 K에서 $ZT = 0.82$, $\text{Ce}_{0.25}\text{Pr}_{0.75}\text{Fe}_4\text{Sb}_{12}$ 가 823 K에서 $ZT = 0.84$ 를 보였다. 또한 Co로 전하보상한 시편의 경우, $\text{La}_{0.75}\text{Pr}_{0.25}\text{Fe}_{3.75}\text{Co}_{0.25}\text{Sb}_{12}$ 가 723 K에서 $ZT = 0.81$, $\text{La}_{0.25}\text{Nd}_{0.75}\text{Fe}_{3.75}\text{Co}_{0.25}\text{Sb}_{12}$ 가 723 K에서 $ZT = 0.78$, $\text{Ce}_{0.25}\text{Pr}_{0.75}\text{Fe}_{3.75}\text{Co}_{0.25}\text{Sb}_{12}$ 가 823 K 온도에서 $ZT = 0.8$ 을 보였다.

P3-S7-6 Thermoelectric Properties of $(\text{La/Ce})_{1-z}(\text{Pr/Nd})_z\text{Fe}_{4-x}\text{Co}_x\text{Sb}_{12}$ Skutterudites

$(\text{La/Ce})_{1-z}(\text{Pr/Nd})_z\text{Fe}_{4-x}\text{Co}_x\text{Sb}_{12}$ 계 이중 충전 스커테루다이트의 열전특성

송권민*, 신동길, 김일호

한국교통대학교

스커테루다이트는 단위 격자당 2 개의 공극을 가지고 있으며, 결정구조의 공극에 충전된 충전 원소는 두 가지 중요한 역할을 한다. 첫째, host compound에 전자를 제공하여 스커테루다이트의 전기적 특성을 조절할 수 있다. 둘째, 충전 원소의 진동을 통해 포논 산란 효과를 일으켜 격자 열전도도를 줄일 수 있다. 각각의 충전 원소는 고유 질량과 고유 진동수를 갖는다. 그러므로 이중 또는 다중 충전은 더 많은 포논 산란을 기대할 수 있으며, 이는 낮은 격자

P3-S7-7 Optimization of Thermoelectric Properties for Bi-Sb-Te Sintered by Spark Plasma Sintering

방전 플라즈마 소결법에 의해 합성된 Bi-Sb-Te의 열전 특성 최적화

윤정섭*, 정만, 서원선, 이순일, 신원호

한국세라믹기술원

We have investigated the thermoelectric performance of bismuth antimony telluride synthesized by spark plasma sintering (SPS), which is fast and effective compared to the conventional sintering method. To optimize the thermoelectric properties of $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_3$, we have changed the sintering temperature between 600K and 800K, and the thermal conductivity was measured by laser flash analyzer (LFA). Change of the dwell time and sintering powder amounts were also conducted for further optimization of thermoelectric properties. From this study, we elucidated the correlation between the grain size variation and the carrier mobility correspondingly in order to understand the scattering mechanism.

P3-S7-8 Microstructure and Thermoelectric Properties of $\text{Bi}_{0.36}\text{Sb}_{1.64}\text{Te}_3$ Compounds by Melt Spinning

Melt spinning에 의한 $\text{Bi}_{0.36}\text{Sb}_{1.64}\text{Te}_3$ 화합물의 미세구조 및 열전특성 연구

정만^{1*}, 신원호¹, 서원선¹, 임영수²

¹한국세라믹기술원

²부경대학교

We investigated the thermoelectric properties of p-type $\text{Bi}_{0.36}\text{Sb}_{1.64}\text{Te}_3$ compounds prepared by melt spinning process followed by spark plasma sintering. The melt spinning process reduces the preparation time of specimen compared with the traditional melting methods and produces the homogeneous nano-structure phase. The aim of this study is to investigate the relationship between thermoelectric properties and microstructures, which could be changeable with copper wheel speeds. The $\text{Bi}_{0.36}\text{Sb}_{1.64}\text{Te}_3$ compounds were melt-spun with varying copper wheel speeds from 500 to 4000 rpm. With an increase in wheel speed, the nano-structures became smaller than those produced at relatively low wheel speed. The thermoelectric properties of the above compounds were measured from room temperature to 473 K.

P3-S7-9 Synthesis and Thermoelectric Properties of Highly Reduced $\text{SrTiO}_{3-\delta}$ Ceramics

Jamil Ur Rahman^{1*}, Nguyen Van Du¹, Won-Seon Seo¹, Myong Ho Kim², Soonil Lee¹

¹한국세라믹기술원

²창원대학교

In this paper, the thermoelectric properties of highly reduced, undoped- $\text{SrTiO}_{3-\delta}$ ceramics were investigated. Undoped polycrystalline SrTiO_3 were fabricated using conventional solid-state reaction method. The sintered samples were then reduced by annealing at 1300°C for 30h in a very low oxygen partial pressures. The X-ray diffraction pattern suggests that the main crystal structure is cubic perovskite. The electrical conduction of the reduced samples as a function of temperature had similar behavior to that of metallic conductivity. Negative Seebeck coefficients have been obtained, which indicates that electrons are the dominant carriers and increased with increasing temperature. As a result, they have a high power factor, $4 \mu\text{W}/\text{cmK}^2$, defined as $\text{PF} = S^2\sigma$, where S is the Seebeck coefficient and σ is the electrical conductivity. These results suggest that the reduced $\text{SrTiO}_{3-\delta}$ can be considered as a promising candidate material for thermoelectric applications.

P3-S7-10 Synthesis and Thermoelectric Properties of Ti-substituted $(\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5})_{1-x}\text{Ti}_x\text{NiSn}_{0.998}\text{Sb}_{0.002}$ n-type half-Heusler Compounds

Nguyen Van Du^{1*}, Jamil Ur Rahman¹, 맹은지¹, 임창현², 탁장렬³, 서원선¹, 김명호⁴, 이순일¹

¹한국세라믹기술원

²연세대학교

³성균관대학교

⁴창원대학교

In the present work, the half-Heusler $(\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5})_{1-x}\text{Ti}_x\text{NiSn}_{0.998}\text{Sb}_{0.002}$ ($x = 0, 0.1, 0.3, 0.5$ and 0.7) system were prepared by vacuum induction melting method combined with annealing and mechanical grinding process. For the prepared compacts, the phase, and the temperature dependent thermoelectric properties were characterized. The pure phase of half-Heusler structure were successfully obtained by subsequent spark plasma sintering (SPS) at 1273 K for 1 h under vacuum and argon. The interrelation of the materials factors: relative density, Ti content, with the thermoelectric properties: thermal conductivity, Seebeck coefficient, electrical conductivity, and dimensionless figure of merit ZT , were investigated. The Seebeck coefficient and the Hall coefficient confirmed that all the samples $(\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5})_{1-x}\text{Ti}_x\text{NiSn}_{0.998}\text{Sb}_{0.002}$ showed n-type conduction. The optimum content of Ti substitution was determined to be $x = 0.3$. As a result, the highest ZT of about 0.92 at 837 K in $(\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5})_{0.7}\text{Ti}_{0.3}\text{NiSn}_{0.998}\text{Sb}_{0.002}$ was achieved.

P3-S7-11 Tunable Thermoelectric Transport Properties of n-type $\text{Cu}_{0.008}\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ with Sintering Conditions

소결조건에 따른 n형 $\text{Cu}_{0.008}\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ 의 열전 특성

이규형^{1*}, 김성용², 소명기¹

¹강원대학교

²성균관대학교

본 연구에서는 다결정 n형 $\text{Cu}_{0.008}\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ 의 방전플라즈마 소결 조건에 따른 열전특성 변화를 고찰하였다. 773 K에서 소결 시 압력을 변화함에 의해 001 방향으로의 결정배향성을 증가할 수 있었고, 이를 통하여 동일한 조성에서 전기전도 및 열전도 거동을 제어하는 것이 가능함을 실험적으로 규명하였다. 소결압력에 의한 전기전도 및 열전도 거동 최적화로 300 K에서 최대 열전성능 $ZT = 0.75$ 를 구현하였으며, 가압소결 기반의 공정으로 열전냉각 및 열전발전 응용 환경에서 요구되는 전기 및 열전도 특성 제어가 가능함을 확인하였다.

P3-S7-13 Thermoelectric Properties of $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ -Reduced Graphene Oxide Composites

임장현^{1*}, 남우현², 임영수³, 서원선⁴, 박형호¹, 이순일⁴

¹연세대학교

²기초과학연구원

³부경대학교

⁴한국세라믹기술원

The *p*-type $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ (CCO) ceramic is a promising candidate among the thermoelectric (TE) materials for high temperature applications, and many groups have been trying to improve its TE properties utilizing numerous methods like various dopants, new sintering techniques, etc. As one of these efforts, we made CCO-reduced graphene oxide (RGO) composites to engineer the TE properties, especially, thermal conductivity. Samples were obtained by using a spark plasma sintering after coating RGO on the synthesized CCO powder surface. The well-dispersed states of RGO on CCO powders and highly textured microstructures were confirmed by a transmission electron microscopy and a scanning electron microscopy, respectively. TE properties of the samples were studied by means of the electrical conductivity, Seebeck coefficient, and the thermal conductivity measurements.

P3-S7-12 Enhanced Thermoelectric Performance of n-type Cu-Te/Bi-Te Nanocomposite

Cu-Te/Bi-Te 나노복합체형 열전소재

문현아^{1*}, 이규형², 김성용¹, 소명기²

¹성균관대학교

²강원대학교

We fabricated the n-type Bi-Te-based nanocomposites with in situ forming nanoscale Cu-Te phase by combined technique of rapid solidification and spark plasma sintering. Excess Cu and Te of starting materials result in the Cu-Te nanoinclusions which is embedded within Bi-Te grains during the melt spinning process. In the presence of Cu-Te nanoinclusions, thermoelectric performance (ZT) was significantly enhanced by simultaneous improvement in electrical conduction and phonon scattering.

P3-S7-14 The Effect of Te Substitution on c-axis Oriented BiCuSe_{1-x}Te_xO Thin Films Deposited by Pulsed Laser Deposition

Te 치환이 Pulsed Laser Deposition을 통해 증착된 c-축 배향 BiCuSe_{1-x}Te_xO 박막에 미치는 영향

신수영*, 안태호, 박찬
서울대학교

BiCuOSe is a p-type semiconductor which has potential to become a good thermoelectric material due to its low thermal conductivity. BiCuOSe has been researched as a bulk TE material continually, however, there are a few publications which studied BiCuOSe as a thin film TE material. Epitaxially grown BiCuOSe thin film can be an excellent TE material due to its layered structure. c-axis oriented Ba doped BiCuOSe p-type thermoelectric thin films was deposited on SrTiO₃ (100) substrates via Pulsed Laser Deposition technique. X-ray diffraction and transmission electron microscopy measurements was performed to identify c-axis texture of the films. The increase of interplanar spacing along c-axis as the amount of the Ba dopant increases, the hole concentration of the films decreases. Consequently, the resistivity (ρ_s) and the Seebeck coefficient (S) decrease. The power factor ($PF = S^2/\rho_s$) of the films at different temperatures is calculated from ρ_s -T and S-T data. The optimum Ba concentration which makes the highest power factor is investigated.

P3-S7-15 Effects of Doping on the Positional Uniformity of the Thermoelectric Properties of n-type Bi-Te-based Alloys

n형 Bi-Te계 열전특성의 균일성에 대한 첨가제의 영향

이규형*, 소명기
강원대학교

The reproducibility problem is one of the central issues in n-type Bi₂Te₃-based thermoelectric materials. We herein investigate the effects of doping on the positional uniformity of the electronic transport properties of Bi₂Te_{2.7}Se_{0.3} polycrystalline bulks. Both the electrical conductivity and the Seebeck coefficient showed severe deviations with position in the pristine Bi₂Te_{2.7}Se_{0.3} bulk due to the variation in carrier concentration originating from the formation of Te- and Se-site vacancies. This non-uniformity problem could be significantly improved by the addition of excess elemental Cu and Te.

P3-S7-16 Enhancement of the Thermoelectric Performance in n-type Bi₂Te₃-based Alloys by Doping

Doping에 의한 n형 Bi₂Te₃계 열전소재 성능 증대

이규형*, 소명기
강원대학교

Doping with foreign atom has been shown to be an effective way to enhance the thermoelectric performance of Bi₂Te₃-based thermoelectric materials. Herein, we report that enhanced thermoelectric transport properties of n-type Cu_{0.008}Bi₂Te_{2.7}Se_{0.3} polycrystalline bulks by several elements doping. This compositional tuning approach highlights the possibility of further enhancement of ZT for n-type Bi₂Te₃-based compounds by using a combination of nanostructuring technologies to reduce the thermal conductivity.

P3-S7-17 Thermoelectric Properties of n-type Bi₂Te_{2.7}Se_{0.3} Prepared by Rocking Furnace

Rocking furnace 공정에 의해 제조된 Bi₂Te_{2.7}Se_{0.3} 열전 소재의 열전 특성 평가

서강현^{1*}, 최순목¹, 이순일², 김일호³
¹한국기술교육대학교
²한국세라믹기술원
³한국교통대학교

단결정 제조 공정을 한계를 극복하고자 Cu 첨가제가 첨가된 나노 구조의 Bi₂Te_{2.7}Se_{0.3} 다결정체를 제조하였다. Rocking furnace 기술로 제조된 n형 Bi₂Te_{2.7}Se_{0.3} 벌크체의 열전특성을 평가하였다. High energy ball-mill 기술과 SPS 소결법을 추가로 사용하였으며, 다양한 첨가제 조성 기술과 고온 합성 기술을 사용하였다. 결과적으로, 다결정 소결체 내부 물성 편차의 주요원인으로 생각되는 점결함 (dangling bonds, V_{Te}²⁻, V_{Se}²⁻) 들을 제어하여, p형 물질에 버금가는 n형 열전 소재를 개발 하고자 하였다.

P3-S10-1 Flexible Electrode of Crystalline Indium Tin Oxide with Graphene Monolayer for Electrochromic Device

결정질 ITO와 그래핀 복합 플랫폴 기반 유연 전기변색소자

이상진^{1,2*}, 김예경¹, 서진우¹, 남산², 장세홍¹, 한승호¹, 김형근¹

¹전자부품연구원

²고려대학교

The thermally and mechanically stable graphene is employed in this study as a platform of flexible transparent electrode preparation using indium tin oxide (ITO) on polyethylene terephthalate (PET) film. By introducing graphene monolayer, flexible and crystallized ITO thin films were successfully prepared on a PET film which is hardly fabricated due to the high temperature requirement for ITO crystallization which is higher than the polymer melting temperature of PET. The highly crystalline ITO (*c*-ITO) was obtained on a substrate of graphene/Cu foil, and subsequently transferred to PET film by well-established graphene transfer techniques. The *c*-ITO on monolayer graphene support showed significant enhancement of flexibility compared with the *c*-ITO film without graphene, because the atomically thin graphene monolayer acts as a mechanically robust support for brittle *c*-ITO layer. The prepared flexible crystalline ITO electrode was then applied to an electrochromic device. Nickel and tungsten oxide, the most well-known electrochromic materials of anodic and cathodic coloration, respectively, were deposited on the *c*-ITO/graphene/PET films to build a flexible electrochromic device. In an electrochromic device, nickel oxide is generally used as a counter electrode with enhancing coloration efficiency of whole device with a pair of tungsten oxide, which mainly determines the efficiency of coloration and decoloration of whole device.

P3-S10-2 Peeled-wire' CNT-SiO₂ Core-Shell Structures with Self-exposed End Caps

Self-exposed End Caps를 가진 Peeled-wire" CNT-SiO₂ 코어셸 구조

정영규^{1*}, 방철수¹, 이재혁², John A. Peters³, 남광현⁴, 진성환²

¹한국생산기술연구원

²Northwestern University

³Chicago State University

⁴아주대학교

CNT-SiO₂ core-shell structure is particularly appealing since the insulating SiO₂ layer wraps around the CNTs functioning as a gate dielectric. However, it is still a challenge to expose both end caps of the structure for enabling them being served as electrodes, which additionally requires complicated post-processes. Here, we present a unique CNTs-SiO₂ core-shell structure where both ends are uncovered with SiO₂ in a 'peeled-wire' structure. In this structure, SiO₂ particles partially encapsulate the CNTs during the synthesis, resulting in both end caps of the nanotube self-exposed and electrically conductive. The field-effect transistor build-up with this structure exhibits p-type characteristics with a linear conductance behavior on I_d-V_d output performance. This approach for making self-formed electrodes in the CNT-SiO₂ core-shell structure provide a simple and efficient way in applying future nanodevices in terms of process simplicity and cost effectiveness.

P3-S11-1 SiC and C_f/C Joining by Electric Field Assisted Sintering for Nuclear Reactor Application

통전가압소결법에 의한 원자로 부품용 SiC와 C_f/C의 접합

한영환^{1*}, Zhou, Xiaobing²

¹영남대학교

²NIMTE (China), 영남대학교

Silicon carbide (SiC) is promising candidate for the next generation cladding material in pressure water reactor and flow channel insert material in thermonuclear fusion reactors. However the joining issue is a critical technology to develop because of the manufacture of SiC with a complex shape or large size is quite difficult. In the present work, SiC ceramics were joined successfully with TSC tape layer by Electric current field assisted sintering technology (FAST). The effects of the joining processing on the interlayer phase composition and fracture behavior were investigated. The interface bonding mechanism was studied based on an analysis of the joint morphology, phase transition and fracture behaviors. The residual stress relaxation behavior by annealing at low temperature was investigated for the successful joining.

P3-S13-1 Decoration of Multi-Walled Carbon Nanotubes with Fe_xNi_{1-x} Alloys and Their Improvement of Soft Magnetic Property

Fe_xNi_{1-x} 입자가 코팅된 다중벽 탄소나노튜브의 연자성 특성 증가에 대한 연구

구민예*

한국과학기술연구원

Multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) decorated with an Fe-Ni alloy using a wet impregnation process, and their magnetic properties are investigated. The composition ratio of the Fe_xNi_{1-x} alloys was controlled by the Fe weight fraction (x), where x was set as 0.2, 0.5, and 0.8. The total weight percentage of the metal alloys in the alloy-decorated MWCNTs was adjusted to 16.7 and 33.3 wt%. As both the Ni concentration in the alloys and the total weights of the metal alloy in the samples were increased, the Ms and the Ms/Mr ratio improved, which indicates that the increase in the Ni concentration of the FeNi alloy-decorated MWCNTs induces a transition to soft magnetic materials. Furthermore, the differences in the magnetic properties between the metal alloys attached to and detached from the MWCNTs are discussed.

P3-S13-2 Focused LASER-beam Assisted Local Growth of Graphene

집속된 레이저빔을 활용한 그래핀의 국소 성장

이동운*, 남정태, 김근수

세종대학교

화학 기상 증착(Cheical Vapor Deposition; CVD)법은 그래핀을 대면적으로 얻을 수 있는 인공적 합성방법으로 고온-저압에서 기체화된 탄소원을 니켈, 구리와 같은 금속촉매의 표면에 흡착 되게 하고, 냉각 과정에서 탄소원자가 재결정화 됨으로써 그래핀이 성장하게 된다. 또한, CVD 방법과 유사하게, 압력 및 온도 조건을 맞추고 촉매 또는 무 촉매 기판 상에 탄소원을 가진 고체 박막을 코팅하여 탄화를 시킴으로써 그래핀 필름 합성이 가능하다. 본 연구에서는 레이저를 활용하여 국소적으로 열을 공급함으로써 그래핀 합성 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 석영기판과 금속촉매가 코팅된 석영기판 위에 폴리머를 스프인코팅 한 후, 윈도우가 있는 진공 챔버에 시료를 로딩하고, 고출력 펄스 레이저 스캐너를 이용하여 열을 가하여 폴리머를 탄화시키는 방법에 의해 국소적으로 그래핀을 합성하였다. 레이저를 활용한 그래핀의 합성을 위해, 레이저 파워, 주파수, 스캔 속도 그리고 기판상의 촉매 금속 여부 등을 변수로 하여 원하는 위치에 원하는 모양으로 그래핀을 합성하였다. 합성된 그래핀의 품질은 라만분광법(Raman spectroscopy)을 이용하여 광학적으로 평가가 되었고, 전류-전압 특성을 통해 전기적 기초 물성 평가도 병행하였다. 한편, 레이저를 활용한 그래핀의 합성 방법은 기존에 그래핀을 얻는 방법으로 연구를 하는 방법에 비해, 그래핀 전사 공정에서 수반되는 물리화학적 변화들을 배제할 수 있는 연구 방법이며, 그래핀 원하는 모양으로 직접 형성이 가능함으로 리소그래피 간소화하여 소자를 바로 제작함으로써 시간과 비용을 절약할 수 있는 방법으로 향후 그래핀 및 2차원 소재의 기초연구 및 응용소자 연구개발에 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

P3-S14-1 Synthesis of Polymer-infiltrated Ceramics

고분자 침투 세라믹 복합체의 제조

이득용^{1*}, 김예나¹, 전철병¹, 손시원¹, 이혜란¹, 설보경¹, 오가연¹, 임형봉², 김성민²

¹대림대학교

²(주)하스

Although tougher ceramics have been used in dentistry, all ceramic systems limit a widespread use due to the brittleness and higher hardness. Ceramics and polymers are highly suitable for the synthesis of composites with tailored mechanical properties due to their synergic combination of excellent strength and flexibility, which can be used for dental restorations. Unlike conventional processing of dispersion of ceramic particles in a polymer matrix, a stabilized interpenetrating network materials can be achieved by infiltration of polymer in a porous ceramic matrix. By replacing loose ceramic particles in the polymer matrix by a stable ceramic matrix, higher strength, elastic modulus, toughness, and better wear resistance are possible. In the present study, the polymer infiltrated ceramic composites (PICs) are prepared by modifying the ceramic matrix surface with an adhesion promoter before the monomer infiltration into the porous ceramic matrix to improve the interface strength between organic polymer and the inorganic ceramic. Mechanical properties of PICs were then investigated.

nanosheets are one of the key part of the multilayer electronics. Generally, BaTiO₃ is a typical high-k dielectric material. BaTiO₃ thin film yields a reduced permittivity that is several orders of magnitude smaller than a bulk permittivity. In other words, the miniaturization of BaTiO₃ is restricted. Thus, we explore the special materials having good permittivity (high-k) and a lower loss tangent ($\tan \delta$) in bulk and thin film like Sr₂Nb₃O₁₀. Also, we made a nanosheet dielectric layer by electrophoretic deposition (EPD). EPD is a promising method for obtaining uniform films under the DC electric field. In this work, we made dielectric nanosheets treated with UV/Ozone and thermal treatments to remove organic materials. Finally, we will obtain simultaneously thin and small high performance capacitors.

P3-S14-3 The Effects of Polymer Brush on Self-assembly Kinetics for High- χ Block Copolymers

높은 상호인력계수 (high- χ)를 가지는 블록공중합체 자기조립에서 고분자 브러쉬 효과

최영중*, 박태완, 정영훈, 조정호, 백중후, 박운익

한국세라믹기술원

Well-ordered pattern generation of block copolymers (BCPs) with high Flory-Huggins interaction parameter (χ) is very important for wide applications in next generation lithography. However, there are critical issue to be solved for wide applications of high- χ BCPs such as the slow self-assembly kinetics and pattern formation on a small area. To solve these problems, we here introduce how to enhance the self-assembly kinetics of poly(styrene-*b*-dimethylsiloxane) (PS-*b*-PDMS) BCPs with a high- χ (~ 0.26) by precisely controlling the molecular weight and weight percent of a hydroxyl-terminated polystyrene (PS-OH) homopolymer. Well-ordered sub-20-nm BCP patterns were successfully obtained over the large area in the guiding templates within 10 min under the optimum PS-OH brush conditions. Furthermore, we realize well-aligned 12 nm line and 18 nm dot patterns within 3 minutes in the trench by using binary solvent vapor annealing. We suggest this brush-engineering method can be extendable to other BCP materials, contributing to the real industry applications of BCPs.

P3-S14-2 Study for Dielectric Nanosheets by Electrophoretic Depositon (EPD) and Post Treatments

전기영동법으로 증착된 유전 나노시트와 후처리에 관한 고찰

이영신^{1*}, 임혜나¹, 류소연^{1, 2}, 주병권², 최지원¹

¹한국과학기술연구원

²고려대학교

The production of microelectronic devices has continually motivating to be smaller for increasing density. Therefore, nanoscale multilayer electronics are promising candidate, and high-k dielectric

P3-S14-4 Optical and Electronic Properties of M-doped SnO₂ /Metal/M-doped SnO₂ Multilayer on Glass for Transparent Conducting Thin Films

투명전도막에 적용하기 위해 M-doped SnO₂/metal/M-doped SnO₂ 다층박막의 특성평가

장주희*, 조운호, 최지원

한국과학기술연구원

Nowadays, the transparent energy devices have been studied and the transparent conducting oxides (TCOs) have received much attention as a current collector for transparent batteries. Among many TCOs, SnO₂ has been studied because it is inexpensive and has wide band gap. SnO₂ optical and electrical properties can be improved by doping. Moreover, the multi-layer structure of oxide-metal-oxide (OMO) has been designed to achieve both high conductivity and transmittance. In this work, we fabricated the M-doped SnO₂/Ag/ M-doped SnO₂ multilayer structure using optimized composition. The composition of M-doped SnO₂ was analyzed by Rutherford backscattering spectrometry. Electrical and optical properties of M-doped SnO₂/Ag/M-doped SnO₂ explored by RF sputter CCS, were measured by Hall measurement and UV-Visible-spectrometer, respectively.

their low resistivity ($< 10^{-4}$ Ohm-cm) and high transmittance ($> 85\%$) in the visible region. However, Indium elements are rare metal and expensive, so development of alternative materials is required. SnO₂ thin films have been recently attracted as one of the useful materials as TCOs, because of the inexpensive, good chemical stability, and high transmittance in the visible spectrum. However, SnO₂ have higher resistivity than ITO films. To overcome this disadvantage, the multilayer structure of oxide-metal-oxide (OMO) has been studied. In this study, we make the doped SnO₂/Ag/doped SnO₂ structure to get reach for the equivalent resistivity of ITO and find that electrical properties of the doped SnO₂ film are better than SnO₂ by continuous composition spread (CCS) method.

P3-S14-6 Investigation of Nitrogen Doping on Sputtered Mn-doped SnO₂

망간이 도핑된 주석산화물에서 질소도핑 연구

이원재*, PARMAR NARENDRA SINGH, 최지원

한국과학기술연구원

In this work, we report nitrogen doping incorporated in Mn-doped SnO₂ films grown employing a radio frequency (RF) sputtering system at different nitrogen partial pressures using a Mn-doped SnO₂ target. The optimized composition of Mn-doped SnO₂ (Mn 2.59 wt%) has been obtained by continuous composition spread (CCS) sputtering in the previous work [ACS Combinatorial Science, 17, p.247 (2015)], demonstrating low resistivity ($\sim 7.3 \times 10^{-5}$ Ωcm) and high transmittance ($\sim 86\%$) of a transparent conductive oxide (TCO) film with an oxide/metal/oxide multilayer structure. From a slightly different viewpoint, this work was conducted aiming at obtaining higher mobility and proper carrier concentration with an improvement of optical properties to fabricate p- or n-type amorphous oxide semiconductor at room temperature for thin film transistors. Optical and electrical properties of the deposited films were characterized using spectroscopy, four point probe, and Hall effect measurement. It is believed that the results help understand further research related N-doping SnO₂-based optoelectronic devices.

P3-S14-5 Optical and Electrical Properties of doped SnO₂ Explored by Continuous Composition Spread and Oxide/Metal/Oxide Multilayer Transparent Conducting Thin Films Fabricated on Flexible PET Substrate

연속조성확산법으로 탐색한 도핑된 SnO₂와 PET 기판 위에 증착된 산화물/금속/산화물 다층 투명 전도막의 전기적, 광학적 특성

조운호^{1*}, 최지원¹, 남산²

¹한국과학기술연구원

²고려대학교

Transparent conducting oxides (TCOs) have been widely used as a transparent electrode for various applications. Among the various TCOs, Indium tin oxide (ITO) thin films are mainly used due to

P3-S14-7 Exploring *p*-type Cu-doping in α - SnO_x Thin Films by Continuous Composition Spread RF Sputtering

CSS RF 스퍼터링으로 증착된 α - SnO_x 박막의 p타입 구리 도핑 연구

PARMAR NARENDRA SINGH*, 척지원
한국과학기술연구원

SnO_2 has a direct wide band gap of 3.6 eV and is widely used as a transparent conductor and in gas sensors. As grown SnO_2 generally exhibits high levels of unintentional *n*-type conductivity. It can easily be doped *n*-type but achieving reproducible *p*-type doping still poses serious challenges. Getting stable *p*-type conduction will realize its full potential application, leading to opto-electronic devices. Cu is a potential *p*-type dopant in SnO_2 . I will discuss full range Cu-doping composition explored by Continuous Composition Spread (CCS) RF Sputtering thin film growth method. Hall measurements results along with optical transmission, XRD and SEM will also be presented.

method in comparison with the use of a spray has reduced stabilizer loss, resulting in better scattering prevention performance. In addition, the stabilizer loss is increased with increasing treatment quantity; as a result, treating a larger quantity of stabilizer does not improve the performance. For the conditions related to ceiling materials, the scattering prevention performance is enhanced by removing the backside dust and spreading the stabilizer evenly on the masking portion by steel frame structures. Based on these effects of the real environmental simulations, the optimum stabilization treatment conditions that are applicable to the real asbestos work sites were suggested.

P3-S14-9 A Study on Solid State Diffusion Bonding of Quartz Glass/Quartz Glass

석영유리/석영유리의 고상 확산접합에 관한 연구

손원근*, 김영주, 박영식, 송준백, 정연용
디에스테크노

석영유리는 우수한 열적 안정성, 화학적 내구성 및 광학적 특이성으로 인해 반도체, 디스플레이, LED 및 태양광 공정 등의 다양한 분야에 적용되고 있다. 반도체 식각 공정에 적용되는 샤워링(Shower ring)과 같이 뛰어난 물성과 미세하고, 복잡한 구조를 가지는 석영유리 부품 제조는 모재의 물성을 유지하며, 변형을 최소화하고, 정밀한 형상의 접합부를 얻기 위한 고상 확산접합이 우수하다고 알려져 있다. 국내에서는 석영유리를 접합하기 위해서 중간층인 용가재를 이용한 브레이징과 석영유리 모재를 용융하는 방법인 액상 확산접합이 널리 적용되고 있으나, 이는 이중재료인 용가재 사용으로 접합부 특성저하를 일으키는 단점이 있다. 모재를 용융하는 방법은 모재 변형이 발생하여 복잡한 구조의 접합에는 적합하지 않다. 이를 보완한 석영유리 고상 확산접합에 관한 연구는 보고된 바가 드물다. 본 연구에서는 저융가열로를 이용한 석영유리/석영유리 고상 확산접합을 실시하여, 접합부의 표면조도, 접합온도, 접합하중의 조건에 따른 석영유리 고상 확산접합부의 미세구조와 기계적 특성을 분석하여 최적 접합조건을 확립하고자 하였다. 그 결과 접합부 미세구조는 석영유리 모재 조직과 유사함을 확인하였고, 인장강도는 석영유리 인장강도 $4.8 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ 와 유사한 $4.6 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ 의 강도를 가지는 접합부를 확인하였다.

P3-S14-8 A Study of Asbestos Stabilizer Treatment Considering the Actual Work Environment of Ceiling Materials

실제 작업환경을 고려한 석면함유 천장재의 무기계 안정화제 처리 연구

김기용¹*, 신현규², 최용규², 전보람², 하주연²

¹원준하이테크

²한국산업기술시험원

The effects of various conditions of stabilizer and ceiling materials on the asbestos scattering prevention performances were investigated in terms of the simulation of a real asbestos stabilization treatment work site, considering factors such as the treatment methods, the amount of asbestos stabilizer, and whether or not the backside dust of ceiling materials and portion covered by steel frame structures. The asbestos stabilization treatment using the brush

P3-S14-10 The Effect of Process Pressure and Surface Roughness on SiC Growth by CVD Method

CVD법으로 제조한 SiC ring의 공정 pressure와 surface roughness 변화에 따른 특성 분석

류희범*, 김영주, 박영식, 송준백, 정연옥, 손원근, 우대현, 이주호
디에스테크노

SiC(탄화규소)는 높은 강도와 경도, 내화학적, 내부식성, 내마모성 및 열충격 저항성을 가진 재료이다. SiC는 우수한 기계적, 열적 물성으로 인하여 반도체 etching 공정에 사용된다. SiC ring의 경우 wafer를 지지하며 고주파 plasma를 견디는 능력이 기존 Si ring에 대비하여 1.5배로 낸다고 알려져 있다. 최근 반도체 선평의 세밀화와 대구경화 연구가 중심적으로 이루어져 있고 이에 따라 좀 더 높은 plasma 환경이 요구되어 기존의 제품보다 물리적, 화학적 충격이 높아짐에 따라 이에 대응 할 수 있는 SiC material 개발 연구가 기업과 대학을 중심으로 이루어 지고 있다. 상기 연구 중 high density SiC ring의 경우 물리적, 화학적 충격에 가장 우수하다고 알려져 있어서, 본 연구에서는 CVD법을 이용하여 제조한 SiC ring을 공정 pressure 제어와 모재인 graphite surface roughness에 따른 SiC ring에 density 특성변화분석을 하였다. 1300°C 온도에서 source gas로 MTS를 사용하였으며, carrier gas로는 H₂와 N₂를 사용하여 CVD법으로 SiC를 성장 하였다. 각각의 조건으로 성장시킨 SiC 시편을 etching 수명, 강도 및 결정성 확인을 통해 비교 분석 하였다.

P3-S14-12 Properties of Ceramic Coating Layer of Mg Alloy System AZ91 and AZ31 with PEO Process Conditions

플라즈마전해산화 공정조건에 따른 AZ91 및 AZ31 마그네슘합금표면 세라믹코팅의 물성

신현규^{1*}, 김배연², 함재호², 송준광¹, 전민석¹, 김동훈³

¹한국산업기술시험원

²인천대학교

³(주)아모텍

Mg계 합금은 비중이 낮고 제진특성이 우수하여 차세대 수송용 재료로서 활용이 기대되나 Mg의 활성으로 인한 내부식성 문제 해결이 시급하다. 본 연구에서는 Plasma Electrolytic Oxidation(PEO)을 이용하여 Mg계 합금 표면에 내부식성 향상을 위한 세라믹 산화피막을 형성하고, PEO 세라믹 피막의 형성에 영향을 미치는 applied voltage, type of electrolyte, 및 applied time이 PEO 산화피막의 crystallography, surface roughness, thickness, surface morphology 등을 통하여 각 조건이 물성에 미치는 영향을 비교 검토하였으며 이를 통하여 Mg계 합금 중 가장 널리 사용되고 있는 AZ91 및 AZ31 Mg alloy의 최적 PEO 코팅 조건을 탐구하고자 하였다.

P3-S14-11 Effect of Electrolyte Differences on PEO Oxidized Surface Properties of Mg Alloy

플라즈마전해산화막이 형성된 마그네슘합금 표면물성에 대한 전해질의 영향

전민석^{1*}, 김배연², 함재호², 김정근², 송준광¹, 신민철¹, 신현규¹

¹한국산업기술시험원

²인천대학교

Effect of Na-P and Na-Si system electrolyte composition and concentration on properties of PEO coated surface of Mg alloy, AZ31 and AZ91 were investigated. Thickness, roughness, X-ray crystallographic analysis and breakdown voltage measurements revealed several results. When increasing concentration of electrolyte thickness of oxide layer also increase too. And roughness also increased as concentration of electrolyte increasing. Mg₂SiO₄ phase were observed as well as MgO. Breakdown voltage of coated layer showed same behavior, the voltage goes high as increasing thickness of coating layer, as increasing concentration of electrolyte, and increasing applied voltage of PEO.

P3-S14-13 Influence of Surface Treatments on Guided Bond Regeneration of Titanium Barrier Membrane

표면처리에 따른 Ti 차폐막의 조직재생 효과

이득용*, 김예나, 이혜란, 오가연, 설보경
대림대학교

Titanium barrier membranes are prepared to investigate the effect of surface-treatments, such as machining, electropolishing, anodizing, and electropolishing + TiN coating, on the biocompatibility and physical properties of the membranes. The surface roughness (Ra) of the membrane decreases from machining ($0.37 \pm 0.09 \mu\text{m}$), TiN coating ($0.22 \pm 0.09 \mu\text{m}$), electropolishing ($0.20 \pm 0.03 \mu\text{m}$), to anodizing ($0.15 \pm 0.03 \mu\text{m}$). The highest ductility (24.50%) is observed for the electropolished Ti membrane. No evidence of causing cell lysis or toxicity is found for the membranes regardless of the surface-treatments. Cell adhesion results of L-929 and MG-63 show that the machined Ti membrane exhibits the highest cell adhesion while the electropolished membrane is the best membrane for the L-929 cell proliferation after 7 days. However, no appreciable difference in MG-63 cell proliferation among variously surface-treated membranes is detected, suggesting that the electropolished Ti membrane is likely to be the best membrane due to the synergic combination of tailored flexibility and excellent fibroblast proliferation.

P3-S14-14 Synthesis of $\text{SrBi}_{(2+x)}\text{Ta}_2\text{O}_9$ Nanosheets by Soft Chemical Method

소프트 케미컬 방법을 이용한 $\text{SrBi}_{(2+x)}\text{Ta}_2\text{O}_9$ 나노시트의 합성

류소연^{1,2*}, 남산², 최지원¹
¹한국과학기술연구원
²고려대학교

Aurivillius phase (AP) are compounds with ionic conductivity and good ferroelectric properties. $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9(\text{Bi}_2\text{O}_2[\text{A}_{(n-1)}\text{B}_n\text{O}_{3n+1}])$ is one of the Aurivillius phases that consists of bismuth oxide layers and perovskite structure slab. We have investigated the exfoliation of various layered oxides and their dielectric properties. In this study, we investigated the ferroelectric properties of an oxide nanosheet derived from layered perovskite $\text{SrBi}_{(2+x)}\text{Ta}_2\text{O}_9(x = 0 \sim 0.5)$. We use the solid state reaction and soft chemical method. $[\text{Bi}_2\text{O}_2]^{2+}$ was exchanged with proton ions to obtain acid-treated $\text{SrBi}_{(2+x)}\text{Ta}_2\text{O}_9$. Its compositional dependence behavior was analyzed through X-ray diffraction, Scanning Electron Microscope and electrical properties. These results were obtained from sintered body of $\text{SrBi}_{(2+x)}\text{Ta}_2\text{O}_9$ and acid-treated $\text{SrBi}_{(2+x)}\text{Ta}_2\text{O}_9$.

P3-S14-15 Characteristics of Hybrid Over Current and Temperature Limiting Device Using PTC Ceramics and SMA

PTC세라믹 및 SMA를 이용한 하이브리드 과전류 및 과열 방지 소자 특성

이익중*, 이재훈, 고강훈, 송준광, 장영권, 전민석
한국산업기술시험원

Lithium-ion batteries contain more energy per unit of weight than conventional batteries, which, while contributing to their success, also triggers safety concerns. These same properties that result in high-energy density also pose potential hazards if the energy is released at a fast, uncontrolled rate. Therefore, safety is of great interest to the industry, resulting in areas of intense research. These needs has created the need for small, high cost-effective, re-usable protection devices limiting over current and temperature. Over current and temperature limiting device (OCTL) is capable of meeting this need and is a hybrid device that connects a shape memory alloy (SMA) protector in parallel with a ceramic PTC (positive temperature coefficient). Micro-structured Ni-Ti SMA gives resettable functions and ceramic PTC makes the OCTL be in off-state in required period.

P3-S14-16 Degradation Behavior and Reliability Test of $\text{Mo}_x\text{W}_{1-x}\text{Si}_2$ Ceramic for Ultra-high Temperature Application

초고온용 MoWSi_2 세라믹 발열체의 열화거동 및 신뢰성 평가

이상현^{1*}, 이동원¹, 이성철², 이종모², 이정학², 김용남¹

¹한국산업기술시험원

²위너테크놀로지

최근 MoSi_2 발열체를 ZrO_2 계 인공치아용 재료 소결장비의 열원으로 사용하기 위해 MoSi_2 의 Mo 중 일부를 W으로 치환하여 $\text{Mo}_x\text{W}_{1-x}\text{Si}_2$ 세라믹 발열체를 제조하는 연구가 진행되고 있다. MoWSi_2 는 고온에서의 내 산화성 및 강도가 뛰어나고 대기중에서 안정적인 장점이 있고, 반응물들의 반응열을 이용하는 Self-propagating High Temperature Synthesis (SHS) 공정이 주로 사용되고 있다. 본 연구에서는 SHS 공법을 이용하여 $\text{Mo}_x\text{W}_{1-x}\text{Si}_2$ 를 합성하였고 성형 및 소결공정을 통해 $\text{Mo}_x\text{W}_{1-x}\text{Si}_2$ 발열체를 제조하였다. 제조된 $\text{Mo}_x\text{W}_{1-x}\text{Si}_2$ 세라믹 발열체를 대상으로 미세구조, 기공률, 결정상 및 기계적 물성을 평가하였다. 또한 제조된 초고온 세라믹 발열체의 온도와 승온속도에 따른 열화거동과 그에 따른 신뢰성평가를 진행하였다. 가속열화시험 후 표면에 버블이 발생하면서 유리질의 산화 피막이 부분적으로 박리되는 현상이 관찰되었으며, 고온에서 발열체의 일부가 끊어지는 현상도 관찰되었다. 이러한 현상을 규명하기 위해 수명 시험 후 발열체를 대상으로 고장 분석을 수행하였다. 고장분석 결과 수명 시험 후 이차상인 Mo_5Si_3 이 증가 및 표면 부하 밀도가 증가와 함께 기계적인 특성도 감소함을 확인할 수 있었다.

P3-S14-17 Transparent and Flexible Zinc Tin Oxide Thin Film Transistors and Inverters Using Low-pressure Oxygen Annealing Process

저압 산소 어닐링을 이용한 투명 유연 ZTO 박막 트랜지스터 인버터

박유진*, 오민석

전자부품연구원

We report on the fabrication of the transparent and flexible enhancement-load inverters which consist of zinc tin oxide thin film transistors using the low-pressure oxygen annealing process at low

temperature. When we annealed the zinc tin oxide thin film transistors in the oxygen ambient of 2 Torr, they showed better electrical characteristics than those of the devices annealed in air. To realize the simple circuits on flexible substrate, we annealed the devices at 150°C and could achieve the decent electrical properties. Our transparent and flexible inverter showed the voltage gain of ~ 5 and the transition voltage in voltage transfer curve was located well within the range of operation voltage.

P3-S14-18 Fabrication of TiO_2/Cu Composite Films Using Aerosol Deposition Process

에어로졸 증착법에 의한 TiO_2/Cu 복합 코팅막 제조

이동원*, 김용남

한국산업기술시험원

최근 수동소자 (passive element) 부품의 소형화가 이루어지면서 전자회로의 소형화와 소자의 집적화 기술이 크게 발달하고 있다. 이중 박막저항은 전자회로에서 전류조절 또는 전압분배에 있어서 필수적인 수동소자로 높은 전원손실과 작은 크기, 최상의 동작특성을 충족시켜야 하며, 설계 시 적절한 재료의 선택을 고려해야 한다. 박막 저항 물질로는 높은 경도와 우수한 열적 안정성을 가지고 있는 TaN (tantalum nitride)이 주로 사용되고 있다. 일반적으로, TaN 박막은 스퍼터링을 사용하여 제조되며 TaN 박막의 성질은 탄탈륨과 질소의 화학정량비, 또는 공정압력 및 증착 온도, 플라스마 파워 등과 같은 공정 조건들에 의해 조절된다. 그러나 탄탈륨의 높은 단가 때문에 TaN 뿐만 아니라 적합한 범위에서 저항 역할을 할 수 있는 물질 개발에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다. 최근, 박막 저항 물질 개발을 위하여 상온에서 세라믹/금속 복합체막 형성이 가능하고 이중 소재간의 접합이 유리한 Aerosol Deposition (AD) 법이 크게 주목 받고 있다. AD 법은 미세한 혼합 분말을 운송 가스에 실어서 복합 코팅막을 형성하므로 혼합된 분말에 따라 원하는 저항 값을 쉽게 구현할 수 있다. 본 연구에서는 AD 법을 사용하여 TiO_2 분말 함량에 따라 TiO_2/Cu 복합 코팅막을 제조하였다. 또한, TiO_2 분말 함량에 따라 미세구조 관찰, 전기적 특성 및 구조적 특성 분석을 통하여 박막 저항체로서 TiO_2/Cu 복합 코팅막의 가능성을 제안하였다.

P3-S14-19 Effect of Surface Treatment for Inorganic Nano-particle Electron Transport Layer on Quantum Dot Light Emitting Diode

무기 나노입자 전자 수송층의 표면처리 공정이 양자점 발광 다이오드에 미치는 영향

오민석*

전자부품연구원

최근 많은 관심을 받고 있는 양자점 발광 다이오드 소자의 경우, 전하 수송층을 무기물로 대체하여 향상된 특성을 나타내고 있다. 그러나, 무기 전하수송층을 나노입자를 적용할 경우에는 기존의 다른 양자점이나 나노입자와 마찬가지로 표면 리간드의 표면처리 공정에 따른 많은 특성 변화를 보여주고 있다. 표면 리간드의 존재 여부 및 정제 특성 등의 공정을 통하여 소자 특성의 변화를 관찰하였으며, 새로운 무기 전하 수송층 적용을 통하여 소자 특성의 향상을 확보하였다. 또한 표면 처리에 의한 표면 특성의 변화를 다양한 분석을 통하여 해석하였으며, 향후 향상된 발광 소자 적용을 통하여 응용할 예정이다.

the conductivity for thick layer on oxide TFTs with double-stacked channel layer. When we changed the thickness of thin conductive IZO, the resistivity values were changed. This conductivity of thin channel layer affected on the saturation field effect mobility and the off current of TFTs. In case of the thick zinc tin oxide channel layer which was deposited by sputtering in Ar : O₂ = 10 : 1, the device showed better performances than that which was deposited in Ar : O₂ = 1 : 1. Our TFTs show the high mobility (μ_{FE}) of $\sim 40.7 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ and the V_{th} of $\sim 4.3 \text{ V}$. We assumed that high mobility and the controlled V_{th} were caused by thin conductive IZO layer and thick stable ZTO layer. So, we think that this double-stacked channel structure can be very promising way to improve the electrical characteristics of the oxide thin film transistors.

P3-S14-20 Effects of Channel Thickness and Conductivity on Oxide Thin Film Transistor with Double-stacked Channel Layer

이중 채널 구조를 가진 산화물 박막 트랜지스터에 대한 채널 두께 및 전도 특성의 영향 분석

최묘정*, 오민석

전자부품연구원

To improve the field effect mobilities and control the threshold voltages (V_{th}) of the thin film transistors (TFTs), we fabricated the oxide TFTs with the double-stacked channel layer which consisted of very thin In-Zn-O (IZO) and thick Zn-Sn-O (ZTO) layers. We investigated the effects of the thickness for thin conductive layer and

P3-S14-21 Electrical Characteristics of Multilayer MoS₂ Transistors on Solution-processed High-k Oxide Gate Dielectric

용액공정을 적용한 고유전율 산화물 게이트 유전층 상에 형성된 다층 MoS₂ 박막 트랜지스터의 전기적 특성 분석

최솔이^{1*}, 오민석¹, 유건욱²¹전자부품연구원²승실대학교

So far most of MoS₂-based devices have been demonstrated on oxide gate dielectrics (e.g. SiO₂, Al₂O₃, HfO₂, etc) deposited by vacuum process or on polymer gate dielectrics. In this study, we report electrical characteristics of multilayer MoS₂ transistors fabricated on solution-processed high-k AlOx gate dielectric via deep ultraviolet (DUV) activation in combination with rapid thermal annealing process at 250°C. Our solution-processed AlOx gate-dielectric can provide de-cent electrical properties to MoS₂ compared with the Al₂O₃ layer deposited by vacuum process.

P3-S14-22 A Study on the Self-powered Wireless Sensor Node for Vibrating Conveyors in the Thermal Power Plant

자가발전 무선 센서 노드를 이용한 화력발전 컨베이어 구조물 응용 연구

김창일^{1*}, 이민선¹, 정영훈¹, 조정호¹, 장용호², 척범진², 손천명³, 서덕기³, 백중후¹

¹한국세라믹기술원

²(주)센볼

³한전KDN(주)

압전 캔틸레버 발전 소자를 제작하여 진동 구조물에서 발생하는 진동 에너지를 전기 에너지로 변환하여 무선 센서의 전원으로 사용 가능한지를 평가하고자 하였다. 진동 구조물로는 화력발전소에서 사용되는 석탄 원료를 이송하는 운탄 컨베이어(conveyor) 시스템을 활용하였으며 저전력 무선 통신 (LoRa) 칩셋을 탑재하여 자체 제작한 무선 센서 모듈을 적용하였다. 제작한 무선 센서 모듈은 슬립 모드(sleep mode)에서 소비 전류는 약 4 μ A 이며, 통신을 위한 연산 수행 시 0.2초 동안 약 42.46 mA, 통신 시 0.4초 동안 약 40.56 mA의 전류를 주기적으로 소비하도록 설계되었다. 화력 발전의 운탄 컨베이어의 진동 환경은 아이들러 서포터의 최상단 부분에서 Z축 방향으로 126 Hz, 1.57 g의 평균 주파수와 가속도를 각각 나타내었다. 이러한 진동 조건에서 본 연구에서 제작한 압전 캔틸레버 발전 소자는 160 Ω 의 부하 저항에서 최대 2.81 mW를 나타내었다. 이렇게 생성된 전력은 전기용량 0.68 패럿(farad), 3.8 V의 에너지 저장용 캐패시터에 충전됨을 확인하였고, 5분 단위로 센서 신호를 송신하도록 설계 및 제작한 무선 센서 모듈의 통신 동작 시 캐패시터에서 나타나는 전압 변화로부터 통신이 가능함을 확인하였다. 이로부터 본 연구에서 제작한 압전 캔틸레버 발전 소자는 화력발전 컨베이어의 운탄 시 진동 에너지를 변환하여 IoT 무선 센서의 전원으로 응용이 가능함을 확인하였다.

P3-S14-23 Effect of CuO Addition on the Mn-Co-Ni Oxide Negative Temperature Coefficient Thermistor

CuO첨가에 따른 Mn-Co-Ni 산화물 부저항온도계수 씨미스터 특성

최용규*, 전민석, 신현규, 송준광

한국산업기술시험원

Mn-Ni-Co 스피넬구조 산화물은 온도에 따라 저항이 감소하는 부저항온도특성을 나타낸다. 첨가물의 종류와 양에 따라 스피넬구조의 변형, 미세구조의 변화는 저항-온도특성에 영향을 주며 발전소 등에서 주변온도 감지를 위한 적외선 감지소재로 사용할 시 감지소자의 특성을 제어할 수 있게 된다. 설계된 조성대로 일축가압 성형을 하여 스퍼터링 타겟을 제작하였다. 상형성을 위해 산소분위기에서 700, 800도씨에서 열처리하였으며 XRD로 상분석을 하였다. CuO의 첨가량에 따라 부저항온도 특성을 파악하였으며 Mn-Ni-Co산화물박막의 표면을 SEM으로 관찰하여 전기적특성과 미세구조에 대한 고찰을 실시하였다.

P3-S14-24 Analysis of Coating Deposition Behavior of YSZ Thermal Barrier Coating Ingot by Manufacturing Method

제조 방식에 따른 YSZ 열차폐코팅 Ingot의 코팅 증착 거동

채정민*, 오윤석

한국세라믹기술원

전자빔 물리기상증착(EB-PVD, Eletron Beam Physical Vapor Deposition) 기술은 발전용 터빈이나 항공용 터빈엔진 등에 사용되는 열차폐코팅(TBC, Thermal Barrier Coating)을 제조하는 선진 코팅 기술중의 하나이다. 통상적으로 전자빔 증착을 위한 원료는 성형 및 소결 등과 같은 분말 공정을 통해 제조되어 Ingot 형태로 제공된다. 열차폐코팅용 Ingot은 전자빔에 의한 열충격 저항성이 요구되며, 증착 단계에서의 안정적인 형상을 유지하고, 기포 발생이 최소화 되어야 보다 안정적인 코팅을 증착 할 수 있다. 본 연구에서는 8 wt%(4mol%)의 이트리아 (Y_2O_3)가 안정화제로 첨가된 지르코니아 (8YSZ) 조성의 개발 Ingot 및 상용 Ingot을 이용하여 동일한 조건으로 코팅을 진행하였다. 증착된 8YSZ 열차폐코팅층의 미세구조 및 정성 분석을 통하여 증착 거동 및 코팅층 분석을 진행하였다.

P3-S14-25 Coating Properties of Yttrium Oxide Coating in Suspension Plasma Spray

서스펜션 플라즈마 스프레이 코팅 공정에 따른 이트리아 코팅특성분석

김민숙*, 김경자, 박주석, 김경훈

한국세라믹기술원

Thermal plasma spray coating법은 플라즈마를 이용하여 금속 및 세라믹 등과 같은 원료를 반 용융 또는 용융 상태로 용사하는 코팅 방법으로 빠른 속도로 후막의 제조가 가능하다는 장점을 가지고 있다. 기존의 thermal plasma spray coating의 경우에는 원료의 원활한 투입을 위하여 30~200 μm 크기의 과립분말을 코팅원료로 사용하기 때문에 고 용점의 세라믹 코팅시 과립분말의 미 용융 등의 문제로 인하여 코팅 막 내부에 큰 기공이 존재하여 낮은 코팅 막 밀도, 모재와 부착력 저하, 층상 형태의 미세구조형성 등 다수의 결함이 발생하여 코팅 막의 특성이 저하되는 문제를 가지고 있다. 반면 suspension plasma spray coating은 과립 분말 대신 1~5 μm 크기의 세라믹 분말을 용매에 분산시켜 suspension 상태로 원료를 공급하여 고밀도의 코팅 막 제조와 나노 크기의 미세구조 형성이 가능하기 때문에 기존의 과립을 이용한 코팅법 보다 우수한 특성의 코팅 막 제조가 가능하다. 기존의 반도체 장비 부품의 코팅 방법인 Yttrium Oxide 과립분말을 이용한 thermal plasma spray coating법은 점점 가혹해지는 반도체 제조공정에서 발행하는 particle로 인하여 미세화된 선풍을 가진 반도체의 생산 수율이 감소하는 문제가 발행하고 있다. 이에 본 연구에서는 기존의 과립을 이용한 plasma spray coating법 보다 우수한 내플라즈마 특성을 가진 suspension plasma spray coating 공정에 대하여 연구 하였고 Yttrium Oxide suspension 종류에 따른 미세구조와 기계적인 코팅 특성을 분석하였다.

P3-S14-26 Energy Harvesting Characteristics of Cantilever Generators Using Piezoelectric Laminates

적층형 압전 소자를 이용한 캔틸레버 에너지 하베스팅 특성

이민선^{1*}, 윤지선¹, 박운익¹, 홍연우¹, 백중후¹, 조정호¹, 박용호², 정영훈¹

¹한국세라믹기술원

²부산대학교

본 연구에서 세라믹 후막 필름을 제조하기 위해 소프트계 상용 PZT 압전 소재를 사용하여 테잎 캐스팅 방법을 이용하였다. Ag-Pd 전극을 이용하여 25 μm 두께의 압전 후막 필름 표면에 IDE 전극 패턴을 스크린 프린팅 공정으로 인쇄하였다. IDE 패턴이 인쇄된 압전 후막 시트를 1100도와 1150도에서 각각 동시소성하였으며, 이를 이용하여 3-3 모드 진동 구현이 가능한 IDE 전극 패턴 임베디드 압전 에너지 하베스터를 캔틸레버 형으로 제작하였다. 에너지 하베스팅 특성 평가는 120 Hz, 1 g의 가진 조건에서 부하저항을 10 k Ω 에서 200 k Ω 까지 변화시키면서 시행하였다. 부하 저항의 증가에 따라 전압은 포물선 형태로 증가하였으며, 전류는 선형적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 1150도에서 동시 소성한 압전 에너지 하베스터의 경우 100 k Ω 에서 3.64 mW의 높은 출력전력 특성을 나타내었다.

P3-S14-27 Tribological Property of Solution Dispersed Graphite Coatings

김창래^{1*}, 정찬원², 김대은¹, 오영제²

¹연세대학교

²한국과학기술연구원

Graphite has been widely utilized for various mechanical systems as a protective layer. The graphite composed of nano-flakes based on crystalline carbon was used as raw material. The powder state of the graphite nano-flakes was dispersed into solvent. Spin coating and spray processing were adapted to compare the physical properties of graphite coatings. It was confirmed that the morphology and thickness of the graphite coatings showed a significant difference on tribological behavior according to the coating processing. The thickness of the graphite layer was varied from a several hundred of nanometers to a few micrometers. The mechanical and tribological characteristics according to the different coating methods will be discussed. As a result, this protective layers are suitable as a solid lubricant in various industrial fields.

Acknowledgment

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea Government (MSIP) (No. 2010-0018289).

study, CNT solution coatings were studied on polymer and ceramic substrates by a different deposition method. The morphology and thickness of CNT coating layers were investigated according to the deposition time and velocity. The formation method of CNT coatings will be discussed in the point views of optical, electrical, mechanical and tribological properties. It is expected that some fundamental data according to this comparison can be crucial for understanding the main mechanism of CNT coating layers.

Acknowledgment

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea Government (MSIP) (No. 2010-0018289).

P3-S14-29 Effect of Thickness on the Mechanical Property of Solution Coated Graphene Nano-sheet

김창래^{1*}, 이장준², 김대은¹, 오영제²

¹연세대학교

²한국과학기술연구원

Graphene can be used as a protective layer for fragile substance in order to improve its durability. Furthermore, graphene has a superior electrical conductivity and thermal stability. In this work, a graphene solution, which is distributed with nano-sheets consisted of several tens to hundreds layers of graphene, was prepared. The graphene layers on substrates were manufactured by different coating methods: spin coating and spray coating. It was confirmed that the different thickness of graphene type nano-sheet coating layers, which obtained by different coating conditions, lead to vary greatly to its mechanical property. Furthermore, the transmittance, sheet resistance as well as the surface roughness of graphene coatings will be discussed. The result can be used for optimizing the deposition conditions of graphene coatings for enhanced mechanical properties.

Acknowledgment

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea Government (MSIP) (No. 2010-0018289).

P3-S14-28 Structural and Tribological Properties of Carbon Nanotube (CNT) Solution Coatings

김창래^{1*}, 김대은¹, 오영제²

¹연세대학교

²한국과학기술연구원

Over the past few decades, carbon nanotube (CNT) has been investigated for application in various fields due to its outstanding electrical, thermal and mechanical properties. Especially, in order to enhance the mechanical durability and electrical conductivity, CNT was used as a protective coating layer deposited on the fragile or insulated or flexible substance like as polymer and ceramics. In this

P3-S14-30 Synthesis and Purification of CuO[Cu] Nanoparticles with Oxidation Stability by Thermal Reduction Metho

구리 나노입자 생성과 생성시 생기는 산화막의 제거 및 분리방법

OHIIENKO OLEKSII*, 오영제

한국과학기술연구원

Copper nanoparticles, due to their valuable properties, moderate cost preparation and many opportunity applications in catalysis, cooling fluid or conductive inks, have attracted a lot of interest. In same time copper oxide nanoparticles can be used like doping materials in semiconductors, chemical sensors, and efficient anti-microbial agent and for different kinds of biological applications. Here, we show a fabrication method of CuO[Cu] (copper nanoparticles with copper oxide shell around) copper nanoparticles in an ethylene glycol (EG) solution has been shown. This facile method take place through the chemical reduction of copper nitrate and copper sulfate in ethylene glycol within the presence of a polymer surfactant (Polyvinylpyrrolidone – PVP), which was added to preclude aggregation and give dispersion stability to the final colloidal nanoparticles. The size of the hybrid nanoparticles can be controlled from 50 to 120 nm by varying the synthesis parameters. TEM energy dispersive spectroscopy indicated the ratio of copper to oxygen elements as 65% to 35%.

properties. Copper oxide nanopowder was prepared by an alcohothermal or hydrothermal reduction. The average size of the nanoparticles of copper oxide ranged from 20 to 50 nm from 100 nanoparticles randomly selected was observed under a scanning electron microscope (SEM). The particle size decreases with increasing reducing agent concentration and relative concentration of capping molecules. Even after 60 days of storing, energy dispersive spectroscopy shows the same percentage of copper to oxygen elements as after synthesis. Importantly, the Copper oxide NPs can be recycled and reused many times

P3-S14-32 Manufacturing and Characterization of Copper and Copper Oxide Nanowire

구리 나노와이어와 산화구리 나노와이어의 구조 및 특징

OHIIENKO OLEKSII*, 오영제

한국과학기술연구원

The miss of flexibility and high price of Indium Tin Oxide (ITO) films have promoted a search for new alternative materials for transparent flexible electronics needs. Long, thin and well-dispersed Cu nanowires (NWs) were prepared. Synthesized Cu-NWs were coated onto PET substrate to make transparent conductive and flexible films that has equivalent to ITO films properties. Due to our processing, copper nanowires with diameter of 20-40 nm and length up to hundreds micrometers, sometimes even around millimeter, were manufactured. This method for synthesizing of copper nanowires from solution gives transparent conductive films with high performances, typically $28 \Omega \text{ sq}^{-1}$ at 90% transmittance level, without post-treatment. Crystalline structure of copper nanowires was confirmed by XRD analysis, also it was investigated that copper nanowires were grown without oxide layer and were stable for more than 100 days of storing. Copper oxide ($\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuO}$) nanowires can play very important roles in sensor and optoelectronic devices. We used the same synthesis method to make copper oxide nanowires. This method not only yield large quantities of NWs, but produce high quality material. A copper oxide nanowire has the same size and length as copper nanowires and performs the same flexibility properties

P3-S14-31 Manufacturing of Long-term Stable Copper Oxide ($\text{CuO}/\text{Cu}_2\text{O}$) Nano Powders

구리 산화막에 의한 구리나노입자의 구조적인 안정성

OHIIENKO OLEKSII*, 오영제

한국과학기술연구원

Copper oxide ($\text{CuO}/\text{Cu}_2\text{O}$) nanoparticles due to its very low price and promising properties can be greatly useful for large area of ceramics and sensor applications, especially in the production of ceramic resistors and gas sensors. Copper oxide crystal structures have a narrow band gap, which provides useful photocatalytic

발표자 리스트

성명	논문번호
강경문	P2-G1-40
강기석	S6-5
강문수	G3-8
강민희	P1-G4-9
강석중	P1-G1-4, P1-G1-7, P1-G8-1
강석현	P3-G3-2, P3-G1-5, P3-G1-6
강성구	P2-G6-5
강성민	P2-G2-32
강승민	G7-3, P3-G1-5
강예환	S2-5, P1-S2-12
강용목	S6-4
강윤찬	G1-1, P1-G1-6, P2-G2-7, P2-G2-6, P2-G2-24, P2-G2-3, P2-G2-1
강이승	P2-G4-11, P2-G4-12
강인호	S2-13
강종봉	P3-G9-7
강종윤	S14-15, S14-13, S14-10
강준희	G8-14, P3-G2-15
강지수	P2-G3-2
강진규	P1-G1-2
강진기	S2-3
강태성	P3-G3-4, G5-3
강형원	S17-5
강형원	S1-7, P3-G1-9, P2-G1-25, P2-G1-24
강홍전	S2-12
강효상	P3-G1-5, P3-G3-2, P3-G1-6
강희영	P2-G6-4, G3-19
고강훈	P3-S14-15
고신일	G3-4, G3-10
고영모	P3-G2-9
고영학	S4-5, P2-G5-6, P2-G5-5, P2-G5-2, P2-G5-3, P2-G5-9, P2-G5-7
고은정	P1-G8-21
고재웅	G3-2, G3-1, G3-4, G3-10, G3-5
고재환	P1-S6-5
고진석	P3-G7-4, P3-G7-5, P3-G7-8
고현종	S14-9
공영민	P1-G8-7
공은배	G7-6
공의현	P1-G8-11
곽노우	G2-2, P1-G2-18
곽민준	P1-G2-10, P1-G2-15, P1-G2-11, P1-G2-13
구교진	S6-5
구민예	P3-S13-1
구상모	P1-S2-8, P1-S2-9, P1-S2-6, S2-15
구양현	P2-G3-11, P3-G3-10
구원태	G4-1, P1-G1-19, P3-G1-20
구종민	S3-5
구진근	S2-8, P1-S2-7
구태영	P1-S1-2

성명	논문번호
구한솔	P2-G1-14
구 현	G1-8
권달희	S2-2
권도균	G7-5
권성우	P3-G2-14
권성욱	P3-G3-11
권순호	P2-G1-7
권영일	G2-23, P1-G2-24, G2-24, G2-20
권용우	G8-3, P1-G8-7
권우주	P2-G2-20
권우택	P2-G2-18, P2-G2-25, P2-G2-23, P2-G2-26
권정희	P2-G5-8
권종우	P3-G9-3, P3-G9-2
권한중	P2-G3-6
권혁찬	P2-G2-17, P2-G2-16, P2-G2-14, P2-G2-13
금주연	S2-6, P1-S2-10
길유정	P1-G4-9
김건식	P2-G3-11, P3-G3-12, P3-G3-10
김경남	G7-2, G7-3
김경미	P3-G3-3, G8-5
김경원	G6-4
김경자	S17-5
김경자	P2-G3-4, P3-G7-12, P3-S14-25
김경준	P1-G2-12
김경태	S7-7
김경택	S4-9
김경학	G8-1
김경호	P1-G2-29
김경훈	S17-5
김경훈	P2-G3-4, P3-G7-10, P3-S14-25, P3-G1-15, P2-G1-34, P2-G1-33
김관식	S7-13, S7-6
김광범	S14-5
김근수	S13-1, G7-4, P3-S13-2, S13-15
김근희	P3-G9-6
김기성	P3-S7-2
김기영	P1-G8-8
김기웅	P3-S14-8
김기현	S2-11
김기환	P3-G2-9
김길환	P1-G4-18
김남균	P1-S2-2, P1-S2-11
김남수	G1-17
김남인	P1-G2-2
김남일	P2-G4-16, P1-G8-18
김남훈	P1-G4-2
김다정	P1-S1-13, S1-4, P1-S1-12
김대겸	G2-10
김대성	P2-G5-14
김대수	P2-G1-25, S1-7, P2-G1-24
김대웅	G3-8
김대은	P3-S14-27, P3-S14-28, P3-S14-29
김대중	G3-15, G3-17, P1-G2-35,

성명	논문번호
	P3-G2-7, S12-3, P3-G2-3, P3-G2-17, P3-G2-13
김도경	P1-G1-1, P1-G3-5, P1-G3-4, G2-9
김도엽	P1-G2-12, G2-19
김도현	G2-16, P2-G2-8
김도훈	P2-G1-32
김동민	P3-G3-5, G5-2, G5-1
김동석	P3-G3-10, P2-G3-11
김동영	G2-20
김동용	P2-G1-19
김동주	P2-G3-11, P3-G3-12, P3-G3-10
김동표	S4-3
김동하	P1-G1-19
김동호	S1-9
김동환	S13-4
김동훈	P3-S14-12
김락희	P3-G7-7, P3-G7-5
김만진	P3-G1-2
김명호	P3-S7-9, P3-S7-10, S1-4, P1-S1-7, P1-S1-9, P1-S1-8, P1-S1-12, P1-S1-13
김문주	P3-G5-3
김미라	P3-G5-3
김민석	G4-8, P1-G4-12
김민성	G3-10
김민숙	P3-S14-25
김민혁	P3-G1-20
김배연	P3-S14-11, P3-S14-12
김백현	G7-5
김범성	G3-9, P1-G4-21, P2-G4-6, P1-G4-10
김범준	G1-4
김병곤	S14-2
김병국	G1-23
김병기	P2-G5-1
김병욱	S7-13
김병훈	P3-G2-21, P3-G2-20
김보람	P3-G9-7
김보민	P2-G1-8
김보영	S14-10
김보영	P1-G1-5
김복현	G6-4
김부용	P1-G4-13, P1-G4-8
김빛찬	P2-G1-25
김상기	S2-8, P1-S2-7
김상모	P2-G2-2
김상욱	P1-G2-39
김상인	P1-G2-30, P1-G2-38
김상일	S7-10
김상준	G4-1, P1-G1-19, P3-G1-20
김상태	G1-12
김상호	P2-G3-1
김석영	S13-14, P2-G5-19
김선경	P1-G2-5
김선국	S3-10

발표자 리스트

성명	논문번호
김선동	P1-G2-10, P3-G2-10, P1-G2-15, P1-G2-11, P1-G2-13
김선욱	P3-G2-4
김선재	P1-G2-26
김성경	S2-12
김성구	P3-G3-9
김성근	S14-12, S14-15, S14-10
김성덕	P1-G1-2
김성룡	S13-8
김성민	S2-12, P3-S14-1, P2-G5-18
김성웅	P3-S7-1, S7-8, P3-S7-2, P3-S7-11, P3-S7-12
김성원	P2-G3-10, G3-20, S1-3
김성주	P3-G2-1
김성현	P3-G6-8, P2-G2-20
김성호	G1-29, P3-G1-8
김성훈	G8-2
김세영	G2-21, S13-14
김세훈	P2-G3-9
김소망	P1-S2-8, P1-S2-6
김소연	S13-11
김수룡	P2-G2-18, P2-G2-25, P2-G2-23, P2-G2-26
김수빈	P2-G2-19
김수연	S12-9, G4-3
김수창	P1-G3-8
김수현	P2-G3-2, G2-21
김순옥	S12-6
김승원	P2-G1-42
김승주	P3-G9-4
김승철	G2-17, P2-S5-1
김승호	G6-1
김승환	P2-G1-6
김시연	P2-G1-9
김 신	P2-G1-5, P2-G1-7
김아영	P2-G4-16
김연주	G2-2
김영관	P2-G2-10
김영국	P2-G4-7
김영도	P1-G3-10
김영민	G2-7
김영복	P2-G6-4, G3-19, P1-G8-8
김영욱	P1-G3-8, P1-G3-7, G3-6, P1-G3-6
김영주	P3-S14-9, P3-S14-10
김영준	P2-G2-15
김영진	P1-G1-10
김영철	G2-15, G8-7, P1-G2-23, P1-G8-8, P1-G8-9
김영호	G1-17
김영훈	S14-6
김영희	P2-G2-18, P2-G2-11, P1-S2-1, P3-G3-9, P2-G2-25, P2-G2-23, P2-G2-26
김예경	P3-G1-11, P3-S10-1
김예나	P3-S14-1, S14-16, P3-S14-13

성명	논문번호
김예원	P2-G1-16
김완태	P1-G4-17, P1-G4-16, P1-G4-18
김용남	S12-9, P3-S14-16, S12-8, P3-S14-18, S12-4
김용선	P2-G2-19
김용주	P1-S1-5
김용환	S17-6
김용환	P3-G6-7
김우택	P1-S2-13
김원백	P2-G3-6
김원정	P1-S1-7, P1-S1-9, P1-S1-8, P1-S1-12
김원주	G3-17, P1-G2-35, P3-G2-7, S12-3, P3-G2-3, P3-G2-17, P3-G2-13, G3-15
김원택	P3-G7-7
김유나	P2-G1-19
김유리	P2-G2-9
김유리안	P3-G2-25
김유성	P2-G2-32
김유진	P2-G4-9, P2-G6-6, P2-G4-8, P3-G9-5, P3-G9-6
김윤석	S10-1
김윤환	P2-G1-5
김용암	S13-12, S13-16
김은희	P1-G4-3, P2-G4-14, P2-G4-15
김응수	P3-G1-7, G1-29, P3-G1-8, G1-28, P2-G1-27, P2-G1-29, P2-G1-28
김익진	S13-14, G3-11, P1-G3-2
김인예	P1-S6-7, P1-S6-5
김인호	P1-G2-1, P1-G2-31, P1-G2-6, P1-G2-8
김일두	S3-1, G2-6, G2-13, P3-G2-1, P3-G2-2, P1-G4-1, P1-G4-2, G2-14, P1-G1-19, P3-G1-20, P1-G2-39, G4-1
김일원	S1-10, P1-S1-2, P1-S1-10, P1-S1-11
김일호	P3-S7-4, P3-S7-5, P3-S7-6, S7-2, S7-15, P2-G2-27, P3-S7-17, P3-S7-3
김장열	P1-S2-5
김장혁	S2-16
김 재	G3-12
김재겸	P3-G9-4
김재국	P3-G1-12
김재민	P3-G1-10
김재성	P3-G3-9
김재우	P1-G2-30, P1-G2-38
김재은	P1-G1-16
김재홍	G3-7
김재홍	S14-8
김정곤	P3-S14-11, S2-3
김정민	S7-4

성명	논문번호
김정석	S1-7, P2-G1-25
김정일	G3-13, S4-12, P3-G2-17, P3-G3-9
김정주	P3-G3-11, P2-G1-14, G1-22, P3-G9-5, P2-G1-11, P2-G1-20
김정한	P1-S2-13
김정현	P2-G2-3
김정화	P1-G2-24
김정환	G2-4, S1-7
김정훈	P3-G1-7, G1-28
김종영	S7-14, P3-G9-4, S7-14, P2-G1-15, P2-G1-10, P3-G9-5
김종우	P2-G5-5, P2-G5-9, P2-G1-19
김종현	P2-G3-11, P3-G3-12, P3-G3-10
김종호	G2-18, G1-15
김종훈	P1-G4-8, P1-G4-13, P1-G4-14
김주선	P1-G2-33, P1-G2-32
김주성	S11-1, P2-G2-31, S11-3, P2-G5-19
김주형	G2-9
김준식	P2-G2-9
김준현	S2-5, P1-S2-13
김준형	P2-G5-18
김준호	S8-3
김중동	P1-G4-6
김중배	S9-2
김지만	S6-8
김지수	G2-15, G8-7, P1-G2-23, P1-G8-8, P1-G8-9
김지완	G1-3, P3-G1-10
김지원	S7-11
김지현	S2-16
김지훈	P1-G1-12, P2-G6-5
김진규	G2-7
김진명	G3-2, G3-1, G3-4, G3-10, G3-5
김진상	S14-12, S14-15
김진영	P1-S6-3
김진웅	G7-3
김진호	P3-G6-3, P3-G6-1, P2-G6-1, P3-G9-1, S4-4, P3-G9-2, P3-G9-3, P2-G3-7, P3-G2-12, P2-G1-6, P2-G3-5
김찬중	P2-G1-3
김찬훈	G2-6, G2-13, P3-G2-1, P3-G2-2, G2-14, P1-G2-39
김창래	P3-S14-27, P3-S14-28, P3-S14-29
김창일	P3-S14-22
김창호	S13-6, S13-12, S13-17, S13-16
김창훈	P2-G1-11
김철진	S2-14
김충곤	P2-G2-23
김태관	P3-G7-12
김태민	G2-16, G1-17
김태완	P1-G8-13

성명	논문번호
김태우	P1-G2-10
김태은	P1-S1-4, P1-S1-5
김태현	S10-4
김태혁	S2-9
김태형	G1-1, P2-G4-12, P2-G4-11
김태호	P3-G9-1
김태훈	P2-G1-23
김태희	P1-G2-33, S2-9
김택수	G3-9
김하늘	G3-5, G3-2, G3-1, G3-4, G3-10
김하이얀	S8-2
김한미	P1-G8-20
김한빛	P1-G2-27
김한성	P2-G2-12
김한수	S6-6, S6-8, S6-3
김해정	P1-G2-11
김 현	P2-G2-4, P1-G2-37, P1-G2-36, P3-G6-4
김현규	P3-G1-6
김현길	P3-G7-1
김현미	P3-G3-6
김현우	G2-8, S2-12
김현중	P1-G8-11
김현철	S6-5
김형근	P3-G1-15, P3-G1-11, P2-G1-34, P2-G1-33, P3-S10-1
김형섭	S6-5
김형순	S4-6, P3-G7-10, G3-20, P3-G7-12, P3-G3-7
김형우	P1-S2-11, P1-S2-2
김형준	G6-2, S2-12, P1-G8-22
김형철	G1-23
김형태	P2-G3-10, G3-20
김형호	P1-G1-11
김혜란	S6-7
김혜성	P1-G2-3
김홍기	S14-3
김홍대	P2-G2-8
김홍래	P3-G5-4
김홍석	P1-G1-8
김황필	P3-G1-3
김효선	P3-G1-4
김효한	P2-G1-4, P2-G1-13
김희준	G8-16
나경한	P1-G4-16, P1-G4-17
나문경	S2-6, S2-13, S2-5, P1-S2-10, P1-S2-13
나범탁	G2-24, G2-23
나사균	P1-G8-12
나성원	P1-G8-18
나영훈	P1-G2-13, P1-G2-10, P1-G2-15
나하윤	P3-G1-17, P2-G1-41
남경덕	P1-G2-9
남경진	P2-G1-31
남광현	P3-S10-2

남궁연	P1-G2-6
남 산	P3-S14-14, P3-G2-12, P2-G3-10, S14-10, P3-S14-5, P2-G1-31, P3-S10-1
남우현	P3-S7-13
남옥희	G3-16, G3-21
남정태	S13-15, P3-S13-2
남총희	P3-G2-5
남현석	S2-2
노명섭	S14-13
노상현	S7-3
노성우	P2-G2-5
노주윤	P2-G5-3
노준홍	S5-7
노태문	S2-8, P1-S2-7
노태원	S10-3
노희성	P3-G1-19
도달현	P1-S1-12, P1-S1-13
도용주	P1-G1-8
도환수	P2-G3-4
류경현	P1-S1-7
류도형	P2-G1-8, P3-G3-9
류병기	G8-9, G8-9
류성수	P3-G3-8, P1-G3-10
류소연	P3-S14-14, S14-7, P3-S14-2
류용탁	P2-G6-5
류원형	S9-1
류원희	S3-11
류정호	G3-18, G1-14, P3-G1-2, P2-G1-19
류종훈	P1-G3-9, P1-G8-13, P3-G2-16
류지승	S12-9, S12-4
류태영	P2-G1-34, P2-G1-33
류혜원	G2-7
류희범	P3-S14-10
마너스	G2-3
마선일	P2-G2-13, P2-G2-17, P2-G2-16, P2-G2-14
마호진	P1-G3-4, P1-G3-5
맹우열	P2-G5-3
맹은지	P3-S7-3, P3-S7-10, S7-5
명재하	G2-1, P1-G2-14
문명운	S3-3
문병기	P1-G8-5, P1-G8-4
문수현	P2-G2-10, P2-G1-44
문승윤	P1-G1-4
문승필	S7-9
문승현	G1-10, P1-G1-13
문영부	G1-6
문정현	P1-S2-12, S2-12, P1-S2-2, P1-S2-11
문종훈	G8-4
문주영	P1-G8-4
문주호	P1-G2-32, P2-G2-17, P2-G2-16, P2-G2-14, P2-G2-13
문태용	G8-16

문혁수	G1-5
문현아	S7-8, P3-S7-1, P3-S7-12
민경미	S15-1
민병권	S9-3
민재홍	P2-G3-8
민태식	S7-7
바시트 알리	G3-9
박건식	S2-8, P1-S2-7
박경대	P3-G6-6
박경태	G3-9
박귀옥	S6-8
박귀일	P1-G1-1
박규식	P2-G1-42
박근준	P3-G1-9
박동수	G3-18, P2-G1-19
박동준	P3-G7-1
박두선	P3-G1-19
박민식	P2-G2-20
박병남	G4-5, P2-G2-15
박봉제	G6-7, P3-G6-10, P3-G6-4
박상준	P1-G1-15, P3-G3-7, G3-24
박상진	P1-G4-19, G7-2, P1-G1-5, P1-G4-5
박상희	S13-7
박석주	P1-G2-4, P1-G2-5
박성곤	G1-18
박성대	G1-4, P2-G1-26, P2-G1-23, P2-G1-22
박성준	P1-G8-5, P3-G2-18, P1-S2-6, P1-S2-8
박성한	S2-2
박성환	P2-G1-8
박세웅	P1-G1-3
박세진	S8-3
박소정	P3-G3-9
박수민	P3-G2-5
박승빈	S9-8
박승현	P3-G1-15, P2-G1-34, P2-G1-33
박승환	S8-2
박시영	P2-G1-22
박영성	P1-S1-6
박영식	P3-S14-9, P3-S14-10
박영조	G3-1, G3-2, G3-4, G3-10, G3-5
박영진	G3-21
박영태	P1-G3-4
박영호	G8-12
박용민	S13-9
박용선	P1-G2-22
박용준	S6-9, P1-S6-3
박용호	P3-S14-26
박운익	P3-S14-3, P3-S14-26, S1-3, G1-27, P2-G1-35, P2-G1-36
박 웅	P2-G5-12
박원일	S3-8
박유진	P3-S14-17

발표자 리스트

성명	논문번호
박윤수	G3-18
박윤철	S6-7
박윤태	P2-G2-30
박은희	P1-G2-26
박의근	G3-23
박이현	S15-1
박인규	G8-16
박인성	P1-G1-13, G1-10
박인용	P1-G8-14, P1-G8-15
박인철	P2-G2-31
박재량	P2-G4-4
박재영	P1-G8-19
박재우	P2-G2-30
박재윤	S2-13
박재한	P1-G1-10
박재홍	G8-11
박재화	P3-G1-6, P3-G3-2, P3-G1-5
박정남	G3-24
박정수	P3-G7-2, S1-3
박정용	P3-G2-9
박정웅	P2-G2-2, G2-16
박정호	G5-2, G5-1
박정화	G2-19
박정환	P1-G2-35, G2-20, G3-17, P3-G7-1, G2-24, G2-23
박정훈	G1-23, G1-23
박종문	S2-8, P1-S2-7
박종민	P3-G5-3, P2-G5-20, P3-G5-4
박종혁	S5-1
박주석	S17-5
박주석	P2-G3-4, P3-G7-10, P2-G3-9, P3-G7-12, P3-S14-25
박 준	P2-G6-4
박준보	S2-8
박준식	P1-G1-3
박준영	P1-G2-2, P1-G2-20, P1-G2-19
박준형	G6-1
박종규	S13-14, G3-11, P1-G3-2
박지숙	P3-G3-8
박지연	S12-3, P3-G2-7, P3-G2-3, P3-G2-17, P3-G2-13, G3-15
박지영	P1-G4-21, P2-G4-6, P1-G4-10
박진성	P2-G2-1
박진수	S1-4, P1-S1-12
박진영	P1-G8-5
박진옥	P1-G4-4
박 찬	G3-18, P1-G8-13, P1-G3-9, P3-G2-16, P3-S7-14, G1-8
박찬진	P3-G1-12
박찬휘	G2-11, P2-G2-5
박철우	P3-G3-2, P3-G1-5, P3-G1-6
박태완	P3-S14-3
박태호	P2-G6-1
박해웅	P2-G1-3
박현서	P3-G6-2

성명	논문번호
박형빈	P1-G8-22
박형일	S6-3
박형호	P3-G1-16, P2-G1-39, P2-G1-40, P2-G1-41, P3-G1-17, P2-G1-37, P3-S7-13, P2-G1-38, P3-G1-18
박혜영	P2-G4-15, P2-G4-14
박희준	S5-5, P1-G4-19, P1-G4-5, P2-G4-5
박힘찬	S2-13, P1-S2-2
방신영	P3-G1-6
방 욱	S2-12, S2-6, S2-13, P1-S2-2, P1-S2-10, P1-S2-11
방정원	P2-G2-25, P2-G2-23
방정훈	S17-2
방철수	P3-S10-2
배동식	P3-G2-4, P1-G1-17, P3-G2-23, P3-G2-24
배동현	P1-G2-33
배범용	P2-G1-12
배선영	P1-G2-21
배성균	P2-G2-11
배성환	G1-8
배종면	P1-G2-28, P2-G2-32
배창준	S4-7
배현정	G7-5
배형빈	G2-7, P1-G8-3
배호한	P1-G2-1
백연경	P2-G4-7
백운규	P1-G2-26
백인환	S14-15
백종후	P3-S14-3, P3-S14-22, P3-S14-26, G1-16, S1-3, G1-27, P2-G1-35, P2-G1-36
백창연	P1-G1-1
변대섭	S2-10, P1-S2-1
변응선	G3-16, G3-21
변재철	G4-2, P3-G5-3, P2-G5-20, P3-G5-4
부상돈	S10-12
서강현	P3-S7-17, S7-15
서권덕	P1-G2-17
서대석	G8-16, G8-15
서덕기	P3-S14-22
서두원	P1-G2-15, P1-G2-11, P1-G2-13
서명배	S4-9
서미란	S8-2
서민수	P3-G2-10
서상원	P3-G7-3
서세훈	P3-G1-19
서영수	P3-G1-4
서원선	S17-5
서원선	S12-7, S7-15, S7-1, P2-G2-27, P3-S7-9, P3-S7-10, S7-5, P3-S7-7, P3-S7-8, P3-S7-3, P3-S7-13

성명	논문번호
서유광	G3-6, P1-G3-6
서정민	P1-G4-20, P2-G4-1, P2-G4-2, G2-26, P1-G4-15
서종수	P1-G4-7, G2-4
서진우	P3-G1-11, P3-S10-1
서진원	P1-G8-17, G8-5, P3-G3-6, P3-G3-3
서창열	P2-G3-6
서창욱	P2-G1-32
서한길	P1-G2-7, G2-2, G2-4
서한석	P1-S2-4
서한욱	P2-G4-6, P1-G4-10
서현국	G2-13, P3-G2-1
석승원	P3-G2-10
석오균	S2-13, S2-11, P1-S2-2, P1-S2-11
설보경	P3-S14-1, P3-S14-13
성영은	S14-7
성영훈	G2-21
성원모	S6-10
성태연	P1-G4-10
소명기	P3-S7-11, P3-S7-15, P3-S7-16, P3-S7-12
소병진	G6-5
소성민	P3-G7-10, P2-G3-9
손근용	P1-G1-9
손명범	S6-3
손석호	P2-G1-1
손소리	S6-7
손승현	G2-11
손시원	P3-S14-1, S14-16
손알로이시우스	G8-10
손원근	P3-S14-9, P3-S14-10
손정훈	P3-G2-4
손지원	G1-23, G1-24
손진오	G2-11
손찬진	P1-G2-31, P1-G2-8
손천명	P3-S14-22
손호기	P2-G1-6
송광염	G1-9
송권민	P3-S7-6
송락현	P1-G2-4, P1-G2-5
송명신	G7-1, G7-2, G7-3
송민석	P2-G2-27
송봉준	G2-18, G1-15
송선자	P2-G1-2
송선주	P1-G2-31, P1-G2-1, P1-G2-6, P1-G2-8, G1-7
송승완	P2-G2-21
송영근	S14-13
송용익	P3-G7-8
송윤환	G8-3
송인혁	P1-G3-8, G3-12, P3-G2-8
송재선	G2-16
송정환	P1-G1-15, P3-G2-18
송준광	P3-S14-11, S12-9, P3-S14-15,

성명	논문번호
송준백	P3-S14-23, P3-S14-12
송진원	P3-S14-9, P3-S14-10
송진주	S14-3
송태권	P3-G1-12
	S1-4, P1-S1-7, P1-S1-9, P1-S1-8, P1-S1-12, P1-S1-13
송태섭	G2-17
송희은	S15-5
신경록	G8-2
신경필	P2-G2-10
신광희	G3-8
신동궁	P1-G8-9
신동근	P2-G2-18, S11-4, P2-G2-11, P3-G3-9
신동길	S7-2, P3-S7-6
신동욱	P3-G6-1, P2-G6-1, G2-11, P2-G2-5
신동윤	P3-G6-2, G1-2, P2-G4-4
신란희	P1-G3-10
신미영	P1-G2-27, P1-G2-29
신민철	P3-S14-11, S12-6
신상모	G5-2, G5-1
신상열	P3-G6-9, P3-G6-10
신서윤	P1-S6-6, P3-G2-6
신석재	S8-3
신수영	P3-S7-14, P1-G8-13
신승학	P2-G1-11
신영재	S10-3
신원호	S7-1, S7-15, P3-S7-7, P3-S7-8, G1-18
신의철	P3-G1-13
신재록	G7-6
신재원	P3-G2-1
신재화	P1-G2-25
신정호	P3-G2-3, G3-15
신종우	G4-8, P1-G4-14
신춘화	P3-G6-7
신태호	P1-G2-27, P1-G2-29
신하희	G2-18
신현규	P3-S14-12, P3-S14-8, P3-S14-11, P3-S14-23, S12-4
신현섭	P2-G2-12, P2-G2-20
신현정	P1-G2-32
신호용	G2-18, G1-15
신호순	P2-G1-9, P3-G1-1
심광보	P3-G3-6
심상은	S13-13
심영석	S14-13
심우영	P2-G1-10
심재진	G3-9
심하연	P1-G8-7
안계석	P3-G2-19, P2-G4-17, G7-6
안낙균	G1-2
안민경	P2-G5-6, S4-5
안수빈	P2-G2-23

성명	논문번호
안유경	P1-G3-3
안자민	P1-G1-8
안종필	P3-G7-10
안준성	G1-24
안준영	S9-6
안창원	S1-10, P1-S1-2, P1-S1-5, P1-S1-3, P1-S1-4, P1-S1-10, P1-S1-11
안철우	P2-G1-19
안태규	P1-G1-12
안태호	P3-S7-14
안학영	P1-G4-6
안현지	P1-G1-8, P2-G2-2
안혜란	P2-G4-12, P2-G4-11
안희성	P1-G8-13
양갑승	S13-6
양대열	G1-14
양동원	S3-8
양범주	S13-10
양비룡	P2-G2-4, P1-G2-37, P1-G2-36
양상모	S10-7
양선아	P3-G2-20, P3-G2-21
양성모	P1-G4-5
양여현	P2-G2-10
양영균	P3-G3-4
양완희	P3-G7-11
양우석	S13-2, P2-G1-32
양인석	S2-9
양자윤	P1-G2-20
양재형	P2-G2-19
양재호	P3-G7-1, P2-G3-11, P3-G3-12, P3-G3-10
양준석	P3-G4-1, P3-G5-5
양창현	S2-5, S2-11, P1-S2-12, P1-S2-13
양철민	S13-6, S13-11, S13-13, S13-12, S13-17, S13-16
양현경	P1-G8-6, P1-G8-5, P1-G8-4
양현승	G1-4, P2-G1-26, P2-G1-23, P2-G1-22
양형우	P2-G1-30, P2-G1-31
양희선	G4-8, P1-G4-8, P1-G4-12, P1-G4-13, P1-G4-14
엄성호	P1-G2-34
엄지용	S6-2, P1-S6-1, P1-S6-2
여관림	P2-G3-12, G3-22
여동훈	P2-G1-9, P3-G1-1
여인웅	S7-13
여인원	G8-8
여임규	P1-S2-14
여정구	P3-G7-2
연득호	P2-G4-19
연희종	P1-G3-8, P1-G3-7
예보라	P2-G2-8
오가연	P3-S14-1, P3-S14-13
오경식	P2-G5-15

성명	논문번호
오미혜	P2-G4-16
오민석	S14-11, S14-4, P3-S14-19, P3-S14-17, P3-S14-20, P3-S14-21
오민욱	G8-9
오새롬	G1-15, G2-18
오영우	P3-G9-7
오영제	P3-S14-27, P3-S14-28, P3-S14-29, P3-S14-30, P3-S14-31, P3-S14-32
오원재	G1-10, P1-G1-13, P1-G1-16
오유근	S17-3
오윤석	G3-24, P2-G3-10, G3-20, P3-S14-24, P3-G3-7
오은순	S15-8, P1-G4-6
오장수	P3-G3-12, P2-G3-11, P3-G3-10
오정록	G4-7
오제용	P1-G8-11
오종민	S14-3
오지훈	S5-4
오현명	G3-3
옥정중	P1-G1-2
옥지영	P3-G2-4
왕성은	P2-G2-29
우규희	S5-3
우대현	P3-S14-10
우상국	P1-G2-10, P3-G2-10, P1-G2-15, P1-G2-11, P1-G2-13
우성필	P3-G2-6, P1-S6-4
우원석	P1-S1-2
원종민	P1-G1-6
원종일	P1-S2-7, S2-8
원준성	P2-G1-26
웨이 찬	P2-G5-19
위재형	S13-12, S13-17
유건욱	P3-S14-21, S14-4
유레이	P2-G3-13
유 리	P2-G4-9, P2-G6-6, P2-G4-8
유상우	S10-2, P1-G1-8, S10-2
유상임	G1-10, P1-G1-13, P1-G1-16
유성욱	S2-8, P1-S2-7
유승을	S6-2, P1-S6-1, P1-S6-2, S17-5
유연우	G3-16, G3-21
유영재	P1-S2-1, S2-10
유준형	P2-G5-10
유지형	G2-24, G2-21, G2-20, G2-23, P1-G2-24, G1-25
유진수	P3-G5-1
유찬세	P3-G1-9
유총열	G2-20, G2-23, P1-G2-24
육종민	S3-9
윤경로	P1-G8-18
윤경식	G2-20, G2-23, P1-G2-24
윤경중	G1-23, G1-24, P1-G2-26
윤근영	P1-G8-16, P1-G8-10

발표자 리스트

성명	논문번호	성명	논문번호	성명	논문번호
윤기로	G2-6, G2-14, P1-G2-39		P2-G1-40		G3-20, P3-G3-8, P3-G3-7,
윤당혁	G3-14, G2-12, G2-27, P1-G3-1,	이규태	P1-G4-19, P1-G4-5		P2-G1-15, P1-G3-10
	P3-G3-14	이규형	P3-S7-11, P3-S7-15, P3-S7-16,	이성철	P3-S14-16
윤대호	P2-G1-15		P3-S7-1, S7-8, P3-S7-2, S7-6,	이성훈	G3-21
윤두영	G2-6, P1-G2-39		S7-13, P3-S7-12	이세현	P3-G7-11
윤미영	P1-G2-33, P1-G2-32	이기문	G1-18	이세훈	P2-G3-13
윤미정	P3-G6-2	이기성	P1-G3-2, G2-21	이소연	P1-G3-11, P1-G3-3
윤범진	S4-8, P1-G8-18	이기태	P2-G2-30	이소율	P2-G3-10
윤병일	P3-G3-9	이기현	G4-8, P1-G4-12	이수연	P3-G6-9
윤병현	G2-22	이나리	P3-G9-5	이수진	P3-G2-8
윤상옥	P2-G1-1, P2-G1-7, P2-G1-5	이대장	G1-6	이수형	S2-12
윤석영	P2-G1-19	이덕희	P3-G6-2, P2-G4-4, G1-2	이순덕	P1-G2-38, P1-G2-30
윤순길	P3-G2-17, P3-G2-13	이도현	S2-12	이순일	S7-5, S7-15, S7-1, P2-G2-27,
윤승복	S2-11	이동규	P1-G8-3, P3-G2-23		P3-S7-9, P3-S7-10, P3-S7-7,
윤여성	P2-G4-16	이동덕	P1-G8-8		P3-S7-17, P3-S7-3, P3-S7-13
윤영석	P2-G1-5	이동오	G1-17	이승렬	P2-G6-3
윤영수	P3-G2-6, P1-S6-4, P1-S6-5,	이동우	P2-G1-2	이승민	P2-G4-19, P2-G4-10
	P1-S6-6, P1-S6-7	이동원	S12-8, P3-S14-18, S8-2,	이승복	P1-G2-4, P1-G2-5
윤영필	P1-G8-20		P3-S14-16	이승수	P2-G3-12, G3-22
윤운하	P2-G1-19	이동윤	P3-S13-2	이승용	P1-G4-4, S13-13
윤원섭	S6-1, S6-5, S6-8	이동화	G8-2	이승중	P2-G2-29
윤정배	S6-8	이득용	S14-16, P3-S14-1, P3-S14-13	이승철	G8-8
윤정섭	P3-S7-7	이말아크발	P2-G5-4	이승현	G7-4
윤준도	G1-16, S14-14, P2-G5-19	이명현	S12-7, S2-10, S2-14, P1-S2-1	이승호	P3-G2-7, G6-4, G3-15
윤종걸	S10-3	이명환	P1-S1-12, S1-4, P1-S1-7,	이승환	P1-G2-32
윤종설	P1-G2-22		P1-S1-13	이승훈	P2-G1-7
윤지선	S4-10, P3-S14-26, G1-16,	이문균	P2-G4-18	이시원	P1-G4-7, G2-2
	S14-14, S1-3, G1-27, P2-G1-35,	이미재	P3-G6-3, P3-G6-1, P2-G6-1,	이신범	S10-8
	P2-G1-36		P2-G3-7, P2-G1-6, P2-G3-5	이연승	G5-1, G5-2
윤지연	P2-G4-8, P2-G6-6, P2-G4-9	이민구	P3-G2-20, P3-G2-21	이영신	P3-S14-2
윤지영	S12-7, S2-14	이민선	P3-S14-26, P3-S14-22	이영진	P3-G6-3, P3-G6-1, P2-G6-1,
윤지욱	G1-1, P1-G1-3, P1-G1-6	이민영	P2-G1-23		P2-G3-7, P2-G1-6, P2-G3-5
윤지원	P1-G1-5	이민우	P2-G2-8	이영철	S4-9
윤진호	P3-G6-2, G1-2	이민지	P1-G8-18	이영환	P3-G7-13, P2-G1-18
윤철민	P1-G4-9	이민진	P1-G2-25	이영훈	P2-G3-2
윤철수	G4-7	이병우	P3-G4-1, P3-G5-5	이 용	S8-3
윤한솔	P2-G1-4, P2-G1-13	이병하	P2-G3-9	이용석	P1-G3-3
윤혜인	P1-G8-1	이병훈	S7-6	이용숙	P3-G1-6
윤호규	P2-G1-9	이상돈	P2-G2-21	이우성	G1-4, P2-G1-26, P2-G1-30,
윤희성	P1-G2-26	이상민	G1-8		P2-G1-31
윤희숙	S4-2	이상수	G2-7	이우영	S7-6, S7-13, S7-4, P1-S6-4
은태희	P1-S2-14	이상욱	G1-19	이우형	G6-7, P3-G6-5, P3-G6-10,
음상철	P2-G1-17	이상운	G1-20		P3-G6-4
음아영	P3-S7-4	이상진	P3-S10-1, P3-G3-1, P3-G3-5,	이옥현	P3-G2-10
이강택	G2-3, G2-19, P1-G2-12, G2-22		P3-G3-4, G5-3, P3-G1-11,	이원경	S1-8
이강현	P2-G2-19		P2-G3-3	이원우	S3-8
이강호	G3-24	이상한	P1-G1-8, G2-16, P2-G2-2,	이원재	S2-1, S2-7, P3-S14-6, S2-9, S2-10
이건강	P1-G4-18		P3-G1-19	이원준	P1-G1-17
이건재	G1-11	이상헌	P3-S14-16, S12-8, P2-G6-2	이유승	P2-G6-5
이건주	P1-S1-5, P1-S1-4	이상혁	P2-G1-13, P2-G1-4	이윤기	S6-7
이경은	P1-G2-39	이상훈	P1-G2-28, P2-G2-30	이윤선	S13-13
이경자	P3-G2-20, P3-G2-21	이석근	P3-G7-4, P3-G7-7, P3-G7-5,	이윤주	S11-4, P2-G2-18, P2-G2-11,
이관우	S10-14		P3-G7-8		P3-G3-9
이관형	S3-7	이선희	S12-5	이은송	P2-G2-14, P2-G2-17, P2-G2-16,
이규연	P3-G1-16, P2-G1-37, P2-G1-39,	이성민	G3-24, P2-G3-10, P2-G1-8,		P2-G2-13

성명	논문번호
이은실	P2-G1-10, P2-G1-15
이은정	P1-G8-10, P1-G8-16
이은지	G1-26
이의삼	P2-G6-4, G3-19
이의중	P3-S14-15
이인선	P1-G2-5
이장준	P3-S14-29
이재석	P2-G2-33
이재승	P1-G4-4
이재신	P1-G1-2, G1-13, S1-10, P1-S1-1, P1-S1-6, P1-S1-11
이재욱	G8-6
이재찬	P1-G8-20, P1-G8-19
이재하	P2-G3-1
이재학	S2-3
이재혁	P3-S10-2
이재홍	P1-S1-7
이재훈	G1-10, P1-G1-13, P3-S14-15, G1-18
이정구	P2-G4-7
이정근	G1-14
이정빈	P2-G5-3, P2-G5-6, S4-5
이정아	P3-G3-11
이정용	G2-13, P3-G2-1
이정욱	P2-G1-8
이정주	P3-G9-5, P3-G3-11
이정환	P3-G6-5, G6-7, P3-G6-10, P3-G6-4
이정화	P3-S14-16
이정훈	P3-G1-5, P3-G1-6, S2-5
이제원	G1-26, P1-G1-9
이종국	G3-7, P3-G7-9, P2-G5-12, P2-G1-17, P2-G5-13, P2-G5-14
이종만	G3-12, P3-G2-8
이종모	P3-S14-16
이종민	P3-G1-19
이종석	P1-G4-4
이종수	G2-25, G2-28
이종숙	G1-25, P3-G1-12, G1-30, P3-G1-14, P2-G2-10, P2-G1-43, P2-G1-44, P1-G1-18
이종엽	S1-9
이종원	P1-G2-4, P2-G2-21, P2-G2-20, P2-G2-12, P1-G2-5, P2-G2-28
이종찬	P3-G2-12
이종호	S8-1, G1-23, G1-24, P1-G2-26
이종흔	G1-1, P1-G1-3, P1-G1-6, G8-5, P1-G1-5, P3-G9-3, P3-G3-3
이주호	P3-S14-10
이준봉	P2-G1-16
이준형	P2-G1-14, G1-22, P2-G1-11, P2-G1-20
이준호	P3-G6-10, G6-7, P3-G6-5, P3-G6-4
이중권	G8-16, G8-15

성명	논문번호
이지선	P3-G6-3, P3-G6-1, P2-G3-7
이지현	P3-G9-2, P3-G9-3
이지환	S11-4
이진형	S9-7, P2-G5-8
이진호	S2-8
이찬기	P2-G4-12, P2-G4-11
이찬복	P3-G2-9
이창규	P1-G4-18
이창순	G8-16
이창현	P1-G1-2, P1-S1-6
이채윤	P2-G2-9
이철우	P1-G8-4
이춘엽	P3-G6-8
이태규	S12-2
이태섭	S2-15, P1-S2-8, P1-S2-9, P1-S2-6
이태혁	G3-9
이태현	P2-G2-9
이학성	G8-4
이한솔	P2-G6-2, P3-G6-8
이해원	S8-1, G1-23
이현균	G3-23, G3-3
이현근	G3-17, P1-G2-35, P3-G2-7, S12-3, P3-G2-3, P3-G2-17, P3-G2-13, G3-15
이현명	P2-G2-18, P2-G2-11
이현미	P1-G2-16
이현석	S14-5
이현수	P1-S2-2, P1-S2-12
이현재	P2-G2-25
이현정	S15-6
이현준	P3-G3-13, P1-G2-25
이현협	G1-6
이형규	S1-7
이혜란	P3-S14-1, P3-S14-13
이혜선	P2-G5-17, P2-G5-24, P2-G5-23, P2-G5-22, P2-G5-16, P3-G5-2, P2-G5-25, P2-G5-21
이혜용	P2-G1-6
이호용	S1-9, P1-G8-17, P3-G1-3
이호욱	P3-G2-13
이호진	P3-G1-4, P2-G1-16
이호창	G1-22
이화정	P2-G1-12
이회관	G6-1
이효종	P2-G1-1
이휘중	S7-6, S7-13
이희수	S12-4, S12-9, P2-G2-8, S12-6
이희애	P3-G1-5, P3-G1-6
이희진	P1-G4-9
이희태	S2-3
인두바지파이	S11-3, S11-1
인정환	G3-19
인태경	S14-1
임겨레	P1-G1-3

성명	논문번호
임경목	G3-9, P1-G4-21, P2-G4-6, P1-G4-10
임대영	P1-G1-15, P3-G2-18
임동혁	G8-3
임명운	G5-7
임미르	S14-10
임상혁	S5-6
임영수	P3-S7-8, P3-S7-13
임예솔	P1-G2-22
임원빈	G4-6, G6-8, P2-G6-2
임재홍	S7-12, S7-11
임정식	P1-G8-11
임종인	G2-18, G1-15
임종찬	G4-4
임주희	P3-G5-4
임지원	P1-G2-31
임진섭	G2-5
임진현	P3-G1-1
임창현	P3-S7-13, P3-S7-10
임택형	P1-G2-4, P1-G2-5
임태영	P3-G6-3, P3-G6-1
임하니	P1-G2-8, P1-G2-31, P1-G2-1, P1-G2-6
임해나	S14-7, P3-S14-2
임현규	P3-G9-7
임현의	S15-2
임형미	G3-11
임형봉	P2-G5-18, P3-S14-1
임형우	P3-G7-4
임형태	P1-G2-21, P1-G2-16, P1-G2-17, P3-G2-22
장기봉	S1-5
장명철	P2-G5-1
장서준	P3-G5-2, P2-G5-21, P2-G5-17
장서형	S10-6
장서희	P2-G2-10
장세홍	P3-G1-11, P3-S10-1
장아름	P1-G2-3
장연숙	S2-7
장영권	P3-S14-15
장영욱	P3-G5-4
장용호	P3-S14-22
장우영	G3-11, P1-G3-2
장은표	P1-G4-14, P1-G4-8
장재원	P3-G6-6
장재혁	S10-9
장정호	P2-G5-16, P2-G5-25, P2-G5-17, P3-G5-2, P2-G5-24, P2-G5-23, P2-G5-22, P2-G5-21
장정훈	P1-S2-3
장주희	P3-S14-4
장준하	G2-13, P3-G2-1
장지수	G4-1, P1-G1-19, P3-G1-20
장지윤	P1-G4-5, P1-G4-19
장진성	P2-G3-3

발표자 리스트

성명	논문번호	성명	논문번호	성명	논문번호
장진우	P2-G4-10, P2-G2-9	정순길	P3-G1-19	조근호	P2-G4-2, P2-G2-11, P1-G4-15
장창국	P2-G1-2, P2-G1-12	정승진	P1-G2-18, G2-2	조기영	P2-G4-14, P2-G4-15
장해녕	P1-S2-3	정양일	G3-17, P1-G2-35, P3-G7-1	조남희	P1-G1-7
장혜연	P1-G2-39, G2-6	정연길	P2-G3-12, P1-G4-3, G3-22,	조대영	P2-G1-4, P2-G1-13
장호성	G4-3		P2-G4-14, P2-G4-15	조동우	P2-G5-19
장호원	S10-5, G2-16, S14-13, S10-5,	정연욱	P3-S14-10	조두형	G2-19
	G1-24	정연웅	P3-S14-9	조만호	S2-8, P1-S2-7
장희혁	S2-2	정영규	P3-S10-2	조문성	G8-3
전경민	P2-G2-6	정영훈	P3-S14-3, P3-S14-22,	조문주	P1-G2-34
전대우	P3-G6-3, P3-G6-1, P2-G6-1,		P3-S14-26, G1-16, S14-14,	조민경	P2-G2-5
	P2-G3-7, P2-G1-6, P2-G3-5		S1-3, G1-27, P2-G1-35, P2-G1-36	조범래	P1-G2-30, P1-G2-38
전명철	P1-S2-4, P1-S2-5, P1-S2-14	정우진	P3-S7-5	조상영	P3-G9-7
전명표	G8-12	정우철	P1-G2-3, P1-G2-7, P1-G4-7,	조성영	P1-G2-24
전민석	P3-S14-11, P3-S14-15,		G2-2, G2-4, P1-G2-18	조성윤	P2-G2-22
	P3-S14-23, P3-S14-12	정욱기	P1-G3-5, P1-G3-4	조성은	P2-G4-3
전병혁	P2-G1-3	정운진	P3-G6-7, G6-8, P3-G6-8,	조성표	S6-5
전보람	P3-S14-8		P3-G6-6, P2-G6-3, P2-G6-2	조성환	S4-6
전상윤	G1-7	정은석	S6-5	조소혜	S15-9, P1-G4-4, P1-G4-6
전성용	P1-G3-11, P1-G3-12, P1-G3-3	정은식	S2-11, S2-5, P1-S2-13	조수연	P1-G2-19
전세훈	G7-2, G7-3	정인봉	P1-G1-5	조수진	P3-G4-1, P3-G5-5
전수혁	P2-G3-12, G3-22	정자윤	P2-G4-13	조수호	G2-14, G2-6, P1-G2-39
전영선	P2-G1-18	정재덕	P1-S2-3	조승연	S15-1
전우식	S13-16	정재용	P2-G4-7	조승현	S12-6
전창준	G1-27, P2-G1-27, P2-G1-28,	정재일	G2-10	조승환	G2-9
	P2-G1-29, P2-G1-35, P2-G1-36	정재환	G8-9	조아라	P2-G1-42
전철병	P3-S14-1, S14-16	정주현	P2-G1-18	조영재	G8-3
정경채	P1-G2-34	정준영	G2-6, G2-13, P3-G2-1,	조용수	P2-G1-26, P2-G4-19, P2-G4-10,
정광희	S2-9		P3-G2-2, G4-1, P1-G2-39		P2-G1-42, P2-G2-9
정규남	P2-G2-21, P2-G2-20, P2-G2-12,	정지원	G2-6, G2-13, P3-G2-2, G2-14,	조용현	P2-G3-9
	P2-G2-28		P1-G2-39	조우석	S4-4, P3-G9-2, P3-G2-12,
정기영	S6-7	정진우	S2-8, P1-S2-7		P3-G9-6
정기원	P3-G6-7	정진욱	P1-G1-5	조 우	S1-1, G1-13, S1-10, P1-S1-5,
정다운	P1-G4-10, P1-G4-21, P2-G4-6	정찬영	S13-3		P3-G1-2, P1-S1-3, P1-S1-4,
정대수	S9-8, P2-G2-29	정찬원	P3-S14-27		P3-G1-3, P1-S1-6, P2-G1-21,
정대용	G1-14	정철호	P3-G2-11		G1-21, P2-G1-44
정대웅	G8-15	정충환	P2-G3-3	조유리	P2-G1-24, P3-G1-9
정 만	P3-S7-8, P3-S7-7	정평근	P1-G3-12	조유성	P3-G1-18, P2-G1-38
정명희	P2-G1-34, P3-G1-15, P2-G1-33	정한남	S17-4	조윤호	P3-S14-5, P3-S14-4
정병기	P3-G6-9	정해누리	P2-G1-39, P2-G1-37	조인식	G8-16
정병욱	P3-G7-5	정해원	P1-S6-5	조인환	P2-G5-2, P2-G1-3, P2-G5-7
정보라	P3-G6-1, P2-G2-8	정해준	G1-20	조재현	P3-G1-2, P1-S1-5, P1-S1-4
정봉욱	P1-G8-19	정현석	S5-8	조재형	P1-G8-18
정상민	P3-G2-17	정현성	G8-12	조정호	G4-8, S1-3, P3-S14-3,
정석만	P3-G7-11	정현진	P2-G6-1, P1-S2-10, S2-6		P3-S14-22, P3-S14-26, G1-16,
정성균	S6-5	정현호	S1-5		S14-14, G1-27, P2-G1-27,
정성묵	P2-G6-5	정형도	P2-G5-13		P2-G1-29, P2-G1-28, P2-G1-35,
정성민	S12-7, S2-10, S2-14, P1-S2-1	정형석	G1-6		P2-G1-36, P1-G4-13
정성실	S11-5	정호빈	G8-16	조준영	P3-G2-16, P1-G3-9
정성용	P1-G1-6	정홍식	G8-3	조중상	P2-G2-1
정성윤	P1-G2-3, G2-7, P1-G1-4,	정희석	P1-G8-1, P1-G8-3	조중욱	G6-3
	P1-G1-7, P1-G8-1, P1-G8-3	제재용	P1-G8-6	조지영	S10-11
정성훈	G3-22, P2-G3-12	조경명	P3-G7-9	조철진	S14-12, S14-10
정세운	G2-9, P1-G3-5	조경식	P2-G3-2, P2-G3-8	조철희	P3-G7-2
정세웅	P1-S2-9, S2-15	조광민	P2-G1-20	조현호	P2-G5-15
정소희	S15-7	조광연	G2-26, P1-G4-20, P2-G4-1,	조형환	P2-G3-1

성명	논문번호
조훈휘	G8-13
조희진	P1-G4-1
좌용호	P1-G4-21
주기범	S4-9
주병권	P1-G4-6, P3-S14-2
주성민	P2-G6-5
주소영	P2-G4-12, P2-G4-11
주수현	P1-G8-11
주원	G3-9
주제욱	P2-G1-2, P2-G1-12
주종훈	G2-24, P1-G2-9, G2-20, G2-23, P1-G2-24
주현석	P2-G2-7
주혜린	P3-G3-11
지미정	S6-11
지상구	P1-G3-9, P3-G2-16
지상현	S14-14, G1-16
지상훈	G2-4, P1-G2-7
진성환	P3-S10-2
진호원	P1-G1-9
진효선	P1-G8-2
차석원	P2-G2-32
차재성	G2-16
차진선	S12-6
차철웅	G1-17
채동호	G7-6
채상혁	G2-12
채정민	P3-S14-24
채지훈	P3-G9-7
천즈레이	P3-G3-1
천채일	S1-7, P2-G1-25
최 군	G8-5, P3-G3-6, P1-G8-17, P3-G3-3
최기범	P2-G1-15
최대현	P3-G2-15
최묘정	P3-S14-20
최민석	S10-13, P1-G4-17
최범진	S1-6, P3-S14-22
최병기	G5-6
최병열	P2-G1-21
최병욱	G5-2, G5-1
최병현	S6-11
최상훈	G3-9
최선아	G3-20
최선진	S3-6, P1-G4-1, G4-1, P1-G1-19, P3-G1-20
최성우	G4-7
최성철	P2-G4-17, G7-6, P3-G2-19
최솔이	P3-S14-21, S14-4
최수연	P2-G1-2, P2-G1-32
최수완	P2-G4-17
최수훈	S2-10
최순목	S7-15, P3-S7-17
최승곤	P3-G2-25
최승철	S17-1

최승호	P1-G1-6
최시영	P1-G2-3
최연빈	P3-G2-24
최영중	P3-S14-3
최용규	P3-S14-23, P3-S14-8, G6-7, P2-G6-2, P3-G6-9, P3-G6-5, P3-G6-10, P3-G6-4
최우철	P3-G3-9
최원열	P1-G4-16, P1-G4-18, P1-G4-17
최원정	G3-9
최이식	S2-9
최익진	P2-G4-10
최장욱	S9-8, P2-G2-29
최재봉	P3-G1-15, P2-G1-34, P2-G1-33
최재상	P3-G1-5, P3-G1-6
최재용	P2-G2-28
최재원	P2-G5-9
최재철	P3-G7-6
최재호	G6-2, P1-G8-22
최정혜	G8-8, G8-11, P1-G8-21
최종진	G3-18, G1-14, P2-G1-19
최주현	P2-G6-4, G3-19, G6-7, P2-G6-7, P3-G6-5, P3-G6-10, P3-G6-4
최준혁	P2-G1-3
최지웅	P2-G5-3
최지원	S14-7, P3-S14-14, S14-5, P3-S14-5, P3-S14-4, P3-S14-6, P3-S14-2, P3-S14-7
최창식	P2-G3-7, P2-G3-5, P3-G6-3
최철호	G2-18, G1-15
최택집	P3-G1-4, P2-G1-16, P1-G4-9
최하령	P2-G5-7, P2-G5-2
최한신	S4-9
최한울	P3-G2-22
최해인	P1-S1-12
최현중	P1-G2-15, P1-G2-10, P3-G2-10, P1-G2-11, P1-G2-13
최현희	P2-G4-14, P2-G4-15
최형석	S12-7
최홍영	S4-11
최홍제	P2-G1-42
최희재	G2-17, P2-S5-1
클라우스 반벤텐	P2-G5-19
탁영욱	P1-G8-11
탁장렬	P3-S7-10
편정준	S14-15
피재환	P3-G9-5, P3-G9-6
하민우	P1-S2-3
하장훈	G3-12, P3-G2-8
하정민	P2-G1-8
하주연	P3-S14-8
하준석	G1-6
하창기	P3-G7-4, P3-G7-7, P3-G7-8
한가람	G6-8, P3-G6-7, P3-G6-6

한규성	P3-G9-1, S4-4, P3-G9-2, P3-G9-3, P3-G2-12
한규승	G8-8, P1-G2-5, P2-G2-28
한동욱	S6-2, P1-S6-1, P1-S6-2
한문희	P3-G2-10
한병동	G3-18, G1-14, P2-G1-19
한병찬	G8-14, P3-G2-15
한상혁	G4-4
한석현	P2-G3-1
한수덕	S14-10, S14-13
한승민	G1-23
한승윤	P2-G2-8
한승호	S1-7, P3-G1-9, P2-G1-25, P2-G1-24, P3-G1-11, P3-S10-1
한양수	G5-5
한영민	P2-G3-3
한영환	S11-6, P3-S11-1, S11-4, S11-2, P2-G5-19
한우재	P2-G1-39, P2-G1-40
한원택	P2-G6-5
한윤수	G3-20, P3-G3-8, P1-G8-22, P1-G3-10
한인섭	S13-14, G3-11, G2-21
한장원	P1-G8-13
한정우	G8-1
한종훈	S13-17
한준영	P2-G2-2
한준형	P3-G5-5
한중탁	S13-5
한진순	P2-G4-17
한찬수	P2-G1-42
한창열	P1-G4-12, P1-G4-8
한태희	S3-2
한형수	G1-13, P1-S1-6, P1-S1-3, P1-S1-1, P2-G1-44
함재호	P3-S14-11, P3-S14-12
허세윤	P1-G1-14
허영우	P2-G1-14, G1-22, P2-G1-11, P2-G1-20
허재영	G1-9
허재욱	P2-G4-17, P3-G2-19
허 종	G6-8, G6-5, P2-G6-3
허주열	P1-G2-13
현무열	G1-29, P3-G1-8
현상일	G8-12, G2-18, G1-15
현승균	P3-G6-3, P2-G4-6
홍경표	P2-G1-33, P3-G1-15, P2-G1-34
홍기원	P3-G2-9
홍명환	P2-G4-12, P2-G4-11
홍성현	P3-G2-14, P1-G1-11, P3-G5-1, P3-G2-11, P1-G1-14
홍순익	P3-G2-9
홍연우	P3-S14-26, G1-27, P2-G1-35, P2-G1-36
홍영준	P2-G2-24

발표자 리스트

성명	논문번호
홍옥연	P2-G1-1
홍우태	P1-G8-6
홍일곡	P3-G4-1
홍재운	P1-G2-6, P1-G2-1, P1-G2-8, G1-7
홍중섭	G1-23, P1-G2-26
홍창배	P2-G1-1
홍창범	P3-G3-4
홍창효	P1-S1-3, P1-S1-5, P3-G1-2, P1-S1-4
황건태	G1-11, P2-G1-19
황광택	P3-G9-1, P3-G9-2, P3-G9-3, P3-G2-12
황규석	P2-G1-18
황규홍	P3-G7-9, S11-2, G3-7
황상근	P3-G1-11
황성주	S9-4
황영훈	G1-21, P3-G1-2
황윤정	S5-2
황응주	S1-5
황인상	S6-5
황재권	P3-G6-8
황종희	P2-G6-1, P2-G1-6
황지민	G8-14
황지순	P3-G7-11
황창규	G5-4
황창원	S7-16, S7-15
황창훈	P2-G5-19
황철성	G8-8, G8-11, S14-12
황해진	P3-G9-1, P3-G9-2, P3-G3-8, P1-G2-25, P1-G8-16, P1-G2-22, P1-G8-10, P3-G9-6
황현태	S13-17
황혜원	P2-G2-16, P2-G2-17, P2-G2-14, P2-G2-13
황 훈	P3-G6-7
후세인알리	P1-S1-9, P1-S1-8

성명	논문번호
----	------

성명	논문번호
----	------

성명	논문번호
Abdul Khaliq	P1-S1-11, P1-S1-10
Adnan Maqbool	P1-S1-9, P1-S1-8
AKRAM FAZLI	P1-S1-9
Amit Siddharth Sharma	P3-G3-14, G3-14, P1-G3-1
Arifin Septiadi	G3-14, P1-G3-1, P3-G3-14
Bijay Basnet	G3-11, P1-G3-2
Bo-Yun Kim	S1-2
Bukhari Syed Zaighum Abbas	P3-G2-8
Chang-Heon Lee	P1-S1-1
Chang-Seok Ryu	P2-G1-43
ChoRong Kwon	S15-3
Dae-Hyeon Kim	S1-2
Dang Thanh Nguyen	G1-30, P3-G1-13, P1-G1-18, G1-25, P3-G1-12, P3-G1-14
Danyu Jiang	S12-1
David C. Dunand	G8-13
Dianta Ginting	G2-25
Dieu Nguyen	P2-G2-10
Do-Il Kim	P2-G1-43
Dong Hoon Shin	S13-15
Dong Sup Kim	S9-5
Dong-Chul Kim	S13-15
Dragos Negue	P1-G2-14, G2-1
Emre Erdem	G1-13
Eric A. Patterson	G1-13
Eu Chang Hwang	P2-G5-11
Eugenie Uwiragiye	P2-G1-44
EunAe Cho	S15-3
Fazli Akram	P1-S1-8
FENG LUN	P2-G3-13
Ganesh Agawane	G6-6
Gon Seo	P2-G1-43
Guo Wang	P1-S1-1
Ha Minh Tan	S2-14
Hak-Geun Lee	G1-30
Hang T. T. Le	P3-G1-12
Han-Gyeol Lee	P1-G1-18
Haribabu Palneedi	P3-G1-2
Helge Weman	S13-15
Hoang Thien Khoi Nguyen	P1-S1-1
J.G. Fisher	P2-G1-44, P2-G2-10, P2-G5-11
Jaehyun Moon	P3-G1-14
Jamil	P3-S7-9, P3-S7-10
Jan Schultheiß	G1-13
Je-Jung Lee	P2-G5-11
Ji Hyun Yang	S9-5
Jiadong Zhang	P1-S1-3
JiHyun Kim	S15-3
JIN JIAN	P1-G4-11
Jiwon Kim	S7-12
John A. Peters	P3-S10-2
John T.S. Irvine	P1-G2-14, G2-1
John W. Halloran	S4-7
Jong-Hyun Kim	S1-2
Jongwan Jung	P2-G4-5

성명	논문번호
Ju Hun Lee	S9-5
Jun Yeon Hwang	S13-15
Jürgen Rödel	G1-13
Jurij Koruza	G1-13
Kadathala Linganna	P2-G6-7, G6-6
Kanaparin Ariyawong	P1-S2-14
Kati	G2-27, G2-12
KHISHIGBAYARKHOSERDENE	P1-G4-15, G2-26, P1-G4-20, P2-G4-1, P2-G4-2
KIM JI WON	S15-4
Krishnamohan Thekkepat	G8-8
Li Yinsheng	G3-5
Lin, Chan-Chieh	G2-28, G2-25
Lingfei Wang	S10-3
Liu Kai	P1-G8-21
M. Brindha	P1-G1-1
Mahesh Chandran	G8-8
MALIK RIZWAN AHMED	P1-S1-8, P1-S1-9
Matthew P. B. Glazer	G8-13
MinJoong Kim	S15-3
Minu Kim	P1-G1-18
Muhammad Sheeraz	P1-S1-10
Muhammad Umer Farooq	P2-G5-11
Narendra S. Parmar	S14-5
Nguyen Minh Dat	P2-G2-26
Nguyen Van Du	P3-S7-10, P3-S7-9, S7-5
Noriko Sata	P3-G1-13
Nosang V.Myung	S7-11
NURHADISUKMAWALUYO	P1-G2-4
OHIENKO OLEKSII	P3-S14-30, P3-S14-31, P3-S14-32
Palanisamy Manikandan	G2-8
PARKSTEVEJEUNGHOON	S3-4
PARMAR NARENDRA SINGH	P3-S14-7, P3-S14-6
Pham Thuy Linh	G1-25, P3-G1-12, P3-G1-13, P2-G2-10
Pipit	G3-14, P1-G3-1, P3-G3-14
RATHNAM LYDIA	G2-28
Sahn Nahm	S1-2
Sajjad Hussain	P2-G4-5
Sang Wook Lee	S13-15
Sang-II Seok	G1-30
Scooter Johnson	G3-18
Seung Wook Kim	S9-5
Seungjin Nam	S13-15
Soo Kweon Lee	S9-5
Sovann Khan	S15-9
SUN HENGYANG	P2-G1-44
Sun Jung Kim	P2-G1-43
T. Ujihara	S2-1
Tae Won Noh	P1-G1-18
Tae-Gon Lee	S1-2
Tae-Ho Lee	S1-2
Tatsuki Ohji	S4-1
Thi Hinh Dinh	P1-S1-1, P1-S1-6
TRAN THI HUYEN TRAN	P3-G1-14, P2-G1-43, G1-25, P3-G1-12
Trang An Duong	P1-S1-1

발표자 리스트

성명	논문번호
TUMENBAYAR ERDENECHULUUN	P1-G4-3, P2-G4-14, P2-G4-15
Umer Farooq	P2-G1-44
Ung Trong Thuan	P2-G5-11
VIKRAMAN DHANASEKARAN	P2-G4-5
Vinayak	P2-G1-39
Vinoth-Kumar Lakshmanan	P2-G5-11
Wahid Muhamad FR	G2-27
Won Ki Lee	S13-15
Woon-Seok Yang	G1-30
Young Jun Seo	P2-G1-43
Young-Do Jung	P2-G5-11
Yue Wang	P2-G1-41
Zhao Jingming	S11-2
Zhou, Xiaobing	P3-S11-1
ZHU Linlin	G3-1

성명	논문번호
----	------

좌장 리스트

좌 장	소 속	RM	날 짜	시 간
강기석	서울대	318B	11월 24일	09:00-11:10
강원호	단국대	301B	11월 24일	16:30-17:00
곽지혜	KIER	318C	11월 24일	15:10-16:50
구상모	광운대	307	11월 24일	15:05-16:05
권용우	홍익대	318B	11월 24일	10:30-11:25
김근수	세종대	317C	11월 24일	08:45-10:00
김기동	군산대	301B	11월 24일	14:10-14:40
김상태	KIST	E4	11월 24일	13:30-14:50
김성원	KICET	318B	11월 25일	10:20-11:20
김영훈	성균관대	317B	11월 25일	15:15-16:30
김용남	KTL	E7	11월 24일	09:50-16:00
김원주	KAERI	318C	11월 25일	10:00-11:30
김윤석	성균관대	E2	11월 24일	13:30-14:50
김윤희	KIST	301B	11월 24일	13:30-14:10
김응수	KICET	318A	11월 25일	13:00-15:00
김일두	KAIST	317C	11월 25일	08:45-16:30
김정민	연세대	327A	11월 25일	13:00-14:15
김종영	KICET	308A	11월 24일	15:10-16:30
김지완	경기대	E4	11월 24일	09:00-10:20
김진호	KICET	318A	11월 25일	15:00-16:30
류병기	KERI	318B	11월 24일	15:00-16:30
문주호	연세대	308B	11월 24일	13:30-14:50
방 욱	KERI	307	11월 24일	13:30-14:55
배성환	경남대	E4	11월 24일	15:10-16:30
서원선	KICET	301B	11월 24일	16:00-16:30
송종택	단국대	301B	11월 24일	14:40-15:10
신원호	KICET	327A	11월 25일	10:25-11:30
양범주	KIST	317C	11월 24일	13:30-14:45
양철민	KIST	317C	11월 24일	15:00-16:45
양현승	KETI	E4	11월 24일	10:35-11:25
양희선	홍익대	308B	11월 24일	08:30-09:55
엄지웅	KATECH	318B	11월 24일	13:30-16:00
오경식	안동대	308A	11월 24일	10:05-11:20
오민석	KETI	317B	11월 25일	10:45-11:30
오민욱	한밭대	318B	11월 24일	08:50-10:10
오윤석	KICET	318C	11월 25일	13:30-15:15
우규희	KIMM	308B	11월 24일	15:10-17:00

좌장 리스트

좌 장	소 속	RM	날 짜	시 간
유상우	KAIST	E2	11월 24일	10:30-11:30
윤희숙	KIMS	308C	11월 24일	09:00-11:35
이규형	강원대	327A	11월 25일	09:00-10:10
이명현	KICET	307	11월 24일	10:10-11:30
이상욱	경북대	327B+C	11월 25일	15:15-16:15
이상진	목포대	318C	11월 24일	10:25-11:30
이상한	GIST	E2	11월 24일	08:50-10:10
이승현	군산대	318B	11월 25일	08:30-10:00
이원재	동의대	307	11월 24일	08:30-10:00
이재광	부산대	E2	11월 24일	15:10-16:10
이종원	KIER	317A	11월 24일	08:50-11:30
			11월 25일	13:30-16:15
이종호	KIST	317A	11월 24일	13:30-15:10
이준형	경북대	327B+C	11월 25일	13:30-15:00
이진형	KICET	308A	11월 24일	13:30-14:50
이학성	KIMS	318B	11월 24일	13:30-14:45
임재홍	KIMS	327A	11월 25일	14:35-15:50
임형미	KICET	318C	11월 24일	13:30-14:50
장정호	KICET	308A	11월 24일	08:30-09:55
장호성	KIST	308B	11월 24일	10:05-11:30
전민석	KTL	317B	11월 25일	09:00-10:30
전상윤	전력연구원	E4	11월 24일	15:10-16:30
정규남	KIER	317A	11월 25일	08:45-11:30
정대용	인하대	E4	11월 24일	09:00-11:25
정운진	공주대	318B	11월 25일	15:30-16:30
조소혜	KIST	318C	11월 24일	13:15-13:30
조우석	KICET	308C	11월 24일	13:30-15:50
조 욱	UNIST	E3	11월 24일	08:45-16:15
주기태	KIST	301B	11월 24일	15:10-15:50
최광표	목포세라믹종합지원센터	318C	11월 25일	09:00-09:45
최용규	항공대	318B	11월 25일	13:15-15:15
최지원	KIST	317B	11월 25일	13:30-15:00
한영환	영남대	301A	11월 24일	14:00-16:40
한윤수	KICET	318C	11월 24일	08:30-10:10
한중택	KERI	317C	11월 24일	10:15-11:30
허영우	경북대	327B+C	11월 25일	09:00-11:30
황건태	KIMS	E4	11월 24일	13:30-14:50
황광택	KICET	318A	11월 25일	10:20-11:50