2015 Fall Meeting of
The Korean Ceramic Society

www.ceramic.or.kr

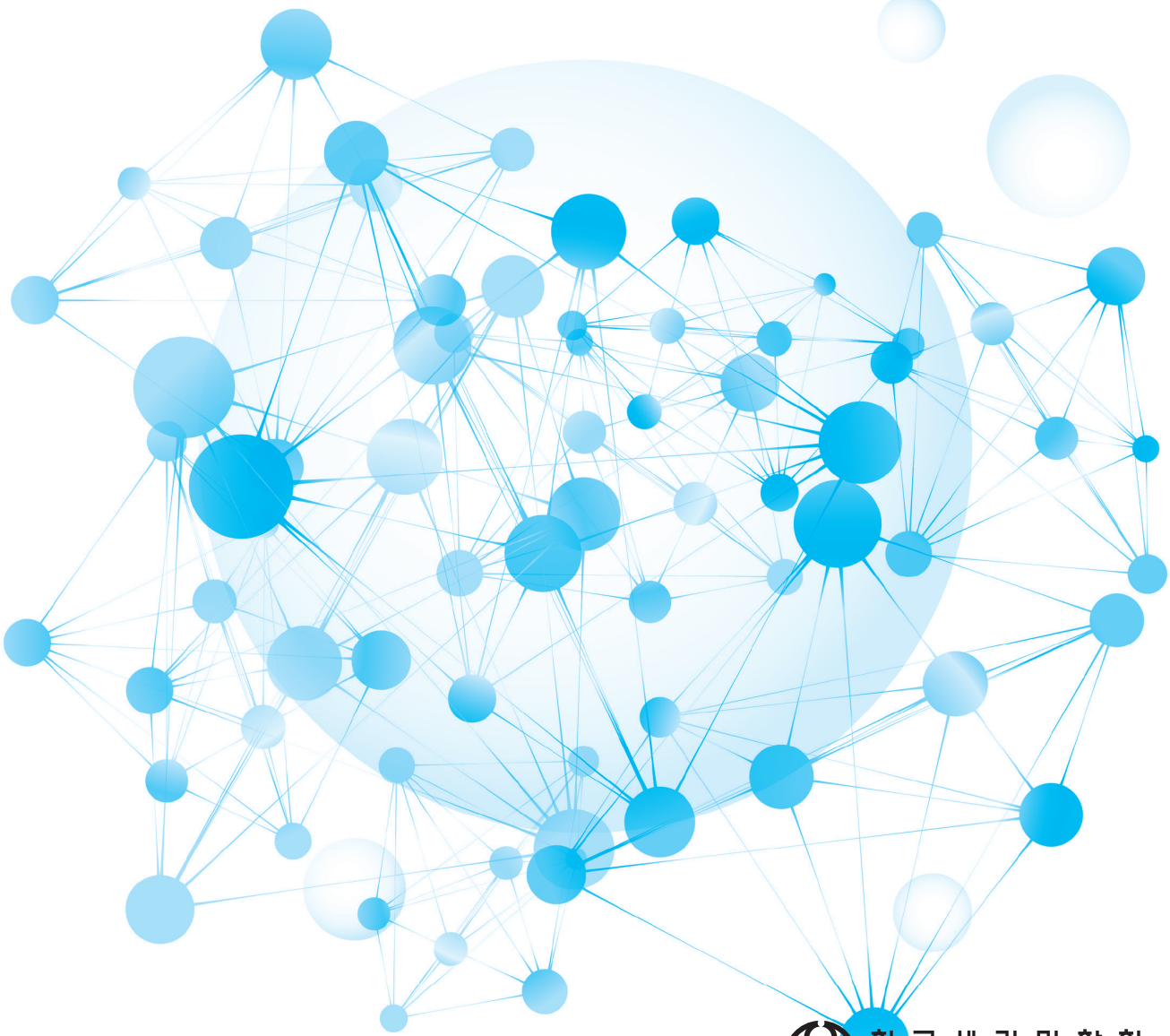
2015년 한국세라믹학회

추계학술대회 및 총회

■일시: 2015년 11월 4일(수)-6일(금)
■장소: 송도컨벤시아

IEFM 2015

1st International Symposium on Emerging Functional Materials



한국세라믹학회
The Korean Ceramic Society

모시는 말씀

존경하는 한국세라믹학회 회원 여러분!

2015년 한국세라믹학회 추계 학술대회 및 총회를 11월 4일 부터 6일까지 인천경제자유구역에 위치한 송도컨벤시아에서 개최합니다. 그 동안 한국세라믹학회 학술대회는 해마다 발전을 거듭하여왔고 세라믹을 중심으로 한 신소재기술의 연구결과를 회원 및 전문가들과 공유하고 토론하는 국내 최대의 세라믹 축제의 장이 되었습니다.

금번 추계 학술대회에도 회원 여러분들께서 그동안 노력하여 얻은 소중한 연구 결과를 회원들에게 알리는 발표의 장이 되어, 한국 세라믹의 현재와 미래를 여는 계기가 되기를 기원합니다. 아울러, 학회 참여를 통하여 각 분야 전문가와 활발한 토론 및 연구 정보에 대한 상호교류를 이루고, 회원들 간의 우의와 친목을 다지는 기회가 되었으면 합니다.

이번 학술대회에서는 서울대학교 황철성 교수님의 기조 강연과 47건의 분야별 심포지움 등 총 630편 이상의 연구논문이 발표될 예정입니다. 또한 국내 세라믹스 산업체가 모두 참여하는 '한국세라믹 발전방안 도출 심포지움' 및 '소재강국포럼' 도 학회기간 중 함께 열려, 국내 세라믹 산업 · 기술발전을 위한 새로운 방향을 산 · 학 · 연 · 관이 모여 심도 있게 논의하는 자리도 마련하였습니다. 또한 제1회 IEFM(International Symposium on Emerging Functional Materials)도 병행 개최되어 더욱 의미있는 기회가 될 것입니다.

한해의 결실을 맺기에 바쁘신 중에라도 부디 2015년 송도국제도시에서 열리는 한국세라믹학회 추계 학술대회에 참석하시어 자리를 빛내 주시기 바랍니다. 저희 조직위원회에서는 본 행사기간 동안, 회원 여러분께서 불편함 없이 뜻 깊고 유익한 시간을 가질 수 있도록 최선을 다하겠습니다.

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

2015년 한국세라믹학회 추계 학술대회 조직위원회 위원 일동

한국세라믹학회 추계학술대회 조직위원회

2015. 11. 4-6, 송도 컨벤시아

【 회장 】
· 김형준(서울대)

【 조직위원 】
· 김영욱(서울시립대)
· 김 웅(고려대)
· 김형준(KICET)
· 유상임(서울대)
· 윤영수(가천대)
· 이성민(KICET)
· 이희수(부산대)
· 정대용(인하대)
· 조우석(KICET)
· 좌용호(한양대)

【 조직위원장 】
· 김형태(KICET)

· 최헌진(연세대)
· 피재환(KICET)
· 홍성현(서울대)
· 황해진(인하대)

【 학술운영이사 】
· 강기석(서울대)
· 김경남(강원대)
· 김 웅(고려대)
· 박상엽(강릉원주대)
· 전석우(KAIST)

【 심포지움 Organizer 】

G1	전자 세라믹스	황해진(인하대)
G2	에너지 환경 세라믹스	우상국(KIER)
G3	엔지니어링 세라믹스	이성민(KICET)
G4	나노융합 세라믹스	윤영수(가천대)
G5	바이오 세라믹스	김석영(영남대), 장정호(KICET)
G6	유리 및 비정질 세라믹스	정운진(공주대)
G7	내화물 및 시멘트 세라믹스	정운진(공주대)
G8	전산재료과학 및 재료분석	김영철(한국기술교육대)
G9	파인 세라믹스 및 전통 세라믹스	
SA1	초전도용 세라믹스 및 복합소재	유상임(서울대)
SA2	기능성 박막 제조 및 응용기술	윤순길(충남대)
SA3	제25회 형광체포럼: 발광체 연구 및 응용기술	임원빈(전남대)
SA5	전자세라믹스최신연구	백종후(KICET)
SA6	압전세라믹스 소재 및 공정	정대용(인하대)
SA8	SiC 발열체 상용화 기술개발	권용우(홍익대)
SB1	기능성 산화물 박막 제조 및 물성 해석	김윤석(성균관대), 최시영(KIMS)
SB2	국내 SOFC 최신 산업 동향	송락현(KIER)
SB3	에너지 환경 세라믹스	우상국(KIER)
SB4	촉매용 세라믹스	윤영수(가천대)
SB5	열전변환 소재, 모듈 및 시스템	서원선(KICET)
SB6	수질/대기 정화용 세라믹스	황광택(KICET)
SB7	이차전지용 세라믹스	김도경(KAIST)
SC1	통전 가압 소결 및 마이크로웨이브 소결	한영환(영남대)
SC2	초고온세라믹스기술 및 연구개발	이세훈(KIMS)
SC3	원자력에너지용 세라믹기술	김원주(KAERI)
SC4	엔지니어링세라믹스 신공정기술	박영조(KIMS)
SC5	다기능성 다공체 세라믹스	김익진(한서대)
SC6	산업공정용 SiC 및 복합소재	한인섭(KIER)
SC7	열차폐기능성 세라믹스소재 및 공정	정연길(창원대)
SD1	고성능 지르코니아 세라믹스	황규홍(경상대)
SD3	희소 금속소재 및 공정, 응용	김택수(KITECH)
SD4	2차원 물질과 응용	황성주(이화여대)
SD5	기능성 코팅 소재	김영희(KICET)
SD6	SiC 반도체재료와 소자	김남균(KERI)
SE1	전산 재료 과학 심포지움	김영철(한국기술교육대)
SE2	조직재생용 세라믹스	김석영(영남대)
SE4	고기능 진단용 소재기술	장정호(KICET)
SF1	한국 세라믹 산업 발전방안 도출 심포지움	신재수(총협회)
SF3	전통세라믹스 소재, 공정 및 디자인	조우석(KICET)
SF4	여성세라미스트를 위한 WISET 멘토링 및 네트워킹	김경자(KICET)
SF6	석회석 신소재 활용 기술 분과	안지환(KIGAM)

목 차

일정표 4

초록 전문

- 구두 발표 57
- 포스터 발표 I (수) 151
- 포스터 발표 II (금) 213
- IEFM 2015 1st International Symposium on Emerging Functional Materials 271

발표자 리스트 301

좌장 리스트 315

전시업체 리스트 319

일정표

2015년 11월 4일 (수)

11월 04일		11월 04일
12:30-18:00	등록	12:30-18:00
13:00-14:00	Poster Session Ⅰ(프리미어 볼룸C) -포스터부착: 13:00-18:00 -집중 심사:16:00-17:00	13:00-14:00
14:00-15:00	단기강좌	14:00-15:00
15:00-16:00		15:00-16:00
16:00-16:30		16:00-16:30
16:30-17:00		16:30-17:00
17:00-19:00	학생연구주제발표대회	17:00-19:00

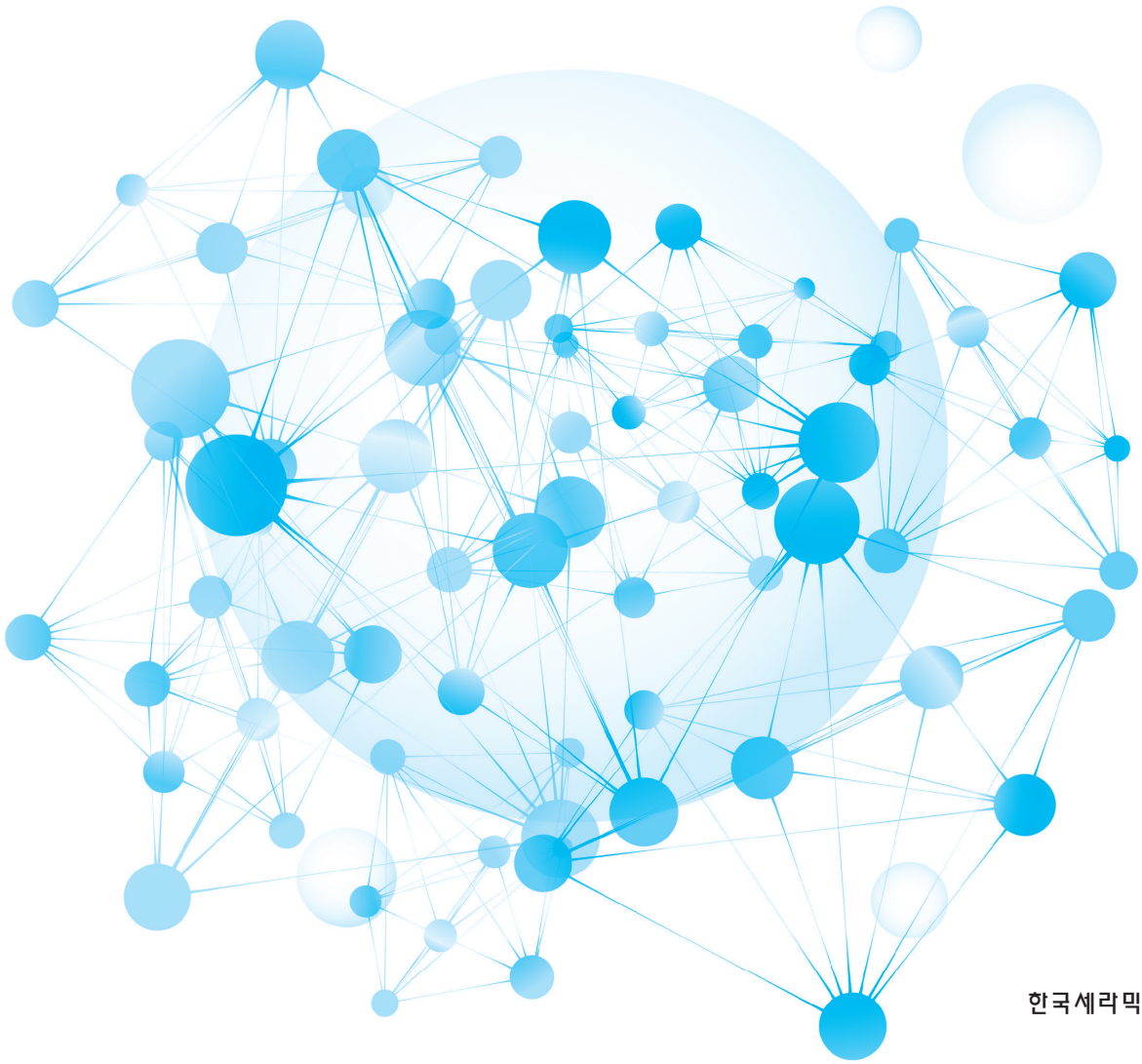
2015년 11월 5일 (목)

11월 05일	201+202	102+103	104	105	106	107	108	109	110+111	113	114	115	116	117	118		11월 05일
08:00-17:00	등록																08:00-17:00
08:30-09:00																	08:30-09:00
09:00-09:30																	09:00-09:30
09:30-10:00						SF3. 전통세라믹스 소재, 공정 및 디자인 (조무석, KICET)											09:30-10:00
10:00-10:30	G1. 전자 세라믹스 (황해진, 인하대)	SF1. 한국 세라믹 산업 발전방안 도출 심포지움					G3. 엔지니어링 세라믹스 (이성민, KICET)	SC4. 엔지니어링 세라믹스 신공정 기술 (박영조, KIMS)		G2, SB3. 에너지 환경 세라믹스 (우상국, KIER)	SB1. 기능성 산화물 박막 제조 및 물성 해석 (김윤석, 성균관대)	SD6. SiC 반도체 재료와 소자 (김남규, KERI)	SA5. 전자 세라믹스 최신 연구 (백종후, KICET)	IEFM Session1	IEFM Session2		10:00-10:30
10:30-11:00			SD3. 희소 금속소재 및 공정, 응용 (김백수, KITECH)														10:30-11:00
11:00-11:30																	11:00-11:30
11:30-12:00																	11:30-12:00
12:00-12:30	Lunch																12:00-12:30
12:30-13:00																	12:30-13:00
13:00-13:30																	13:00-13:30
13:30-14:00	기조강연(프리미어 볼룸A)																13:30-14:00
14:00-14:30																	14:00-14:30
14:30-15:00	G1. 전자 세라믹스 (황해진, 인하대)	SF1. 한국 세라믹 산업 발전방안 도출 심포지움	SA6. 맑전 세라믹스 소재 및 공정 (정대웅, 인하대)	SB5. 열전변환 소재, 모듈 및 시스템 (서원선, KICET)	G5. 바이오 세라믹스 SE4. 바이오 분리/진단용 세라믹 소재기술 (장정호, KICET)	SC1. 통전 가압 소결 및 바이크로웨이브 소결 (한영환, 영남대)	SC6. 산업공정용 SiC 및 복합소재 (한인섭, KIER)	SC7. 열차폐기능성 세라믹스소재 및 공정 (정연길, 창원대)	SA3. 제25회 형광체 포럼: 발광체 연구 및 응용기술 (임원빈, 전남대)	G2, SB3. 에너지 환경 세라믹스 (우상국, KIER)	SB1. 기능성 산화물 박막 제조 및 물성 해석 (김윤석, 성균관대)	SD6. SiC 반도체 재료와 소자 (김남규, KERI)	SA4. 여성세라미스트를 위한 WISET 멘토링 및 네트워킹	IEFM Session3	IEFM Session5	소재강국포럼 (프리미어 볼룸A)	14:30-15:00
15:00-15:30																	15:00-15:30
15:30-16:00					SE2. 조직재생용 세라믹스 (김석영, 영남대)												15:30-16:00
16:00-16:30						SB6. 수질/대기 정화용 세라믹스 SC5. 다기능성 다공체 세라믹스 (황광택, KICET)											16:00-16:30
16:30-17:00								SC4. 엔지니어링 세라믹스 신공정 기술 (박영조, KIMS)									16:30-17:00
17:00-17:30																	17:00-17:30
17:30-18:00	성옥상 수상 기념 강연 - 최진호 교수 (이화여대), 프리미어 볼룸 A									성옥상 수상 기념 강연 - 최진호 교수 (이화여대), 프리미어 볼룸 A							17:30-18:00
18:00-18:15	학술상 기념강연 - 김영욱 교수 (서울시립대), 프리미어 볼룸 A																18:00-18:15
18:15-18:45	총회 (프리미어 볼룸 A)																18:15-18:45
18:45-20:00	세라미스트의 밤 (프리미어 볼룸 A+B)																18:45-20:00

2015년 11월 6일 (금)

11월 06일	201+202	102+103	104	105	106	107	108	109	110+111	113	114	115	116	117	118		11월 06일
08:00-17:00																	08:00-17:00
08:30-09:00																	08:30-09:00
09:00-09:30	G6. 유리 및 비정질 세라믹스 G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스 (정운진, 공주대)		SA1. 초전도용 세라믹스 및 복합소재 (유상임, 서울대)		G8. 전산재료과학 및 재료분석 SE1. 전산 재료 과학 심포지움 (김영철, 한국기술교육대)	SC2. 초고온세라믹스 기술 및 연구개발 (이세훈, KIMS)	SC3. 원자력에너지용 세라믹기술 (김원주, KAERI)	SD4. 2차원 물질과 응용(세라믹스복합체) (황성주, 이화여대)	SB2. 국내 SOFC 최신 산업 동향 (송락현, KERI)	G2, SB3. 에너지 환경 세라믹스 (우상국, KIER)	G4, 나노융합 세라믹스 SB4. 축매용 세라믹스 SB7. 이차전지용 세라믹스 (문영수, 가천대)			IEFM Session4		Poster Session Ⅱ (프리미어 볼룸C) -포스터부착: 09:00-14:00 -집중 심사:11:00-12:00	09:00-09:30
09:30-10:00																	09:30-10:00
10:00-10:30																	10:00-10:30
10:30-11:00																	10:30-11:00
11:00-11:30																	11:00-11:30
11:30-12:00																	11:30-12:00
12:00-12:30	Lunch																12:00-12:30
12:30-13:00																	12:30-13:00
13:00-13:30																	13:00-13:30
13:30-14:00			SA2. 기능성 박막 제조 및 응용기술 (윤순길, 충남대)	SA8. SiC 발열체 상용화 기술개발 (권용우, 홍익대) *비공개	G8. 전산재료과학 및 재료분석 SE1. 전산 재료 과학 심포지움 (김영철, 한국기술교육대)	SD1. 고성능 지르코니아 세라믹스 (황규홍, 경상대)	SD5. 기능성 코팅 소재 (김영희, KICET)	SF6. 석회석 신소재 활용 기술 분과 (안지환, KIGAM)			G4, SB4, SB7					시상 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A)	13:30-14:00
14:00-14:30																	14:00-14:30
14:30-15:00																	14:30-15:00
15:00-15:30																	15:00-15:30
15:30-16:00																	15:30-16:00
16:00-16:30																	16:00-16:30

일정표



구두발표

Room 201+202

2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00	등록

G1. 전자 세라믹스
(Organizer: 황해진/인하대)

좌장: 신태호/KICET

G1-3 기상법으로 합성한 Mg 가 도핑된 성게모양 ZnO 나노선 네트워크를 이용한 에탄올 가스 센서
10:00-10:15 곽창훈*, 우형식, 이종흔 (*고려대*)

G1-4 다공성 α-Fe_2O_3 박막의 P-N 전이현상을 이용한 선택적인 NO_2 검출
10:15-10:30 이철순[1*], Zhengfei Dai[2], Yahui Tian[1], 김일두[3], 이종흔[1] ([1]*고려대학교*, [2]*Kyoto Univ.*, [3]*KAIST*)

G1-5 *rf*-스퍼터 증착을 이용한 결정화 $InGaZnO_4$ 박막의 *In-situ* 형성 연구
10:30-10:45 조재승[1*], 조재유[1], 홍창우[1], 이제훈[2], 임준형[2], 송준호[2], 김진혁[1], 허재영[1] ([1]*전남대*, [2]*삼성디스플레이*)

G1-7 Thin Film Transistors Based on Al Doped-Zn_2SnO_4 Transparent Oxide Semiconductor
10:45-11:00 아비쉑샤르마*, 유상임 (*서울대*)

G1-8 Structural and Electrical Properties of Spin-Spray Deposited Spinel Thin Films
11:00-11:15 전창준*, 리덕탕, 이귀웅, 정영훈, 윤지선, 백종후, 조정호 (*KICET*)

G1-9 발표취소
11:15-11:30

12:00-13:30	Lunch
13:30-14:30	기조강연 (프리미어 볼룸A)
PL	"Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials" 황철성(서울대)

좌장: 유상임(서울대)

좌장: 이기태/전북대

G1-10 Dependence of the Microwave Dielectric Properties on Two-step Heat-treatment of Diopside-enstatite Glass-ceramics
14:45-15:00 장성욱*, 김응수 (*경기대*)

G1-11 Microwave Dielectric Properties of Nonstoichiometric Substituted $MgTiO_3$ Ceramics
15:00-15:15 조현진*, 김응수 (*경기대*)

G1-12 Microwave Dielectric Properties of $Mg_2Ti_{1-x}(Mg_{1/3}Sb_{2/3})_xO_4$ Ceramics
15:15-15:30 김성호*, 김응수 (*경기대*)

G1-13 A Large Electric Field-induced Strain of CuO-added $(Na_{0.2}K_{0.8})NbO_3$ Ceramics for Piezoelectric Multilayer Actuators
15:30-15:45 김대현*, 이지현, 남 산 (*고려대*)

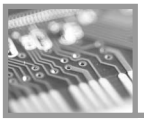
G1-14 Variation of the Crystal Structure of $KSbO_3$ and K_2O-Excessed $KSbO_3$ Ceramics.
15:45-16:00 박종성*, 김대현, 남 산 (*고려대*)

G1-16 밀도범함수이론을 이용한 질화규소 PEALD에서의 표면 상태의 역할 연구
16:00-16:15 김지수[1*], 왕경식[1], 조민현[1], 양진훈[1], 정우영[2], 김영철[1] ([1]*한국기술교육대*, [2]*테스*)

17:30-18:00	성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:00-18:15	학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:15-18:45	총회 (프리미어 볼룸 A)
18:45-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 102+103



2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00 등록

SF1. 제1회 한국세라믹산업 발전 심포지엄
(Organizer: 신재수/한국세라믹연합회)

10:00-12:00 연구발표: 이홍림 연세대 명예교수 진행

좌장: 오부근/한국세라믹기술협의회 회장

SF1-1 도자산업 현황과 발전전략을 위한 제언
10:30-11:00 김형태 (*KICET*)

좌장: 김용환/KISTI

SF1-2 스마트 생활을 위한 전자세라믹스의 현황과 전망
11:00-11:30 김응수 (*경기대*)

좌장: 강원호/단국대 명예교수

SF1-3 세라믹 국보
11:30-12:00 한상목 (*강원대학교 명예교수*)

12:00-13:30 Lunch

13:30-14:30 기조강연 (프리미어 볼룸A)

좌장: 유상임(서울대)

PL "Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials"
황철성(서울대)

인사, 축사, 환영사
14:30-15:00 김무경 (*한국세라믹기술협의회*)

인사말
14:30-14:40 신재수 회장 (*한국세라믹연합회*)

축사
14:40-14:50 김형준 회장 (*한국세라믹학회장*)

환영사
14:50-15:00 오부근 회장 (*한국세라믹기술협의회*)
15:00-16:30 특별강연: 한국세라믹산업 발전을 위한 산학연 협력방안

좌장: 조철구/태양애자 부설 세라믹연구소 소장

SF1-4 엔지니어링 세라믹스 산업발전에 요구되는 산학연 협력 (*invited*)
15:00-15:30 박상환 (*KISTI*)

좌장: 김준수/엑세람머트리얼 대표

SF1-5 한국세라믹산업 발전을 위한 산학연 협력방안 (*invited*)
15:30-16:00 이준영 (*한국세라믹연합회*)

좌장: 송종택/단국대 명예교수

SF1-6 Needs 대응형 산학연협력-일본 큐슈지역에서의 산학연 협력 사례 (*invited*)
16:00-16:30 김 신 (*㈜하슬라*)

한국세라믹산업 발전을 위한 토론회
16:45-18:00 오부근 한국세라믹기술협의회 회장 진행

17:30-18:00 성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)

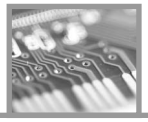
18:00-18:15 학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)

18:15-18:45 총회 (프리미어 볼룸 A)

18:45-20:00 세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 104



2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00	등록
	SD3. 희소 금속소재 및 공정, 응용 (Organizer: 김택수/KITECH)

좌장: 박경태/KITECH, 피재환/KICET

SD3-1 10:30-10:48
Effect of Ammonia Addition on the Crystallization of Ammonium Para-Tungstate(APT) in the Extraction Process
피재환[1*], 김근희[1], 이형윤[2], 김유진[1] ([1]*KICET*, [2]*일진다이아몬드*)

SD3-2 10:48-11:06
Gas Reduction Techniques of Water Atomized Fe-Cr-Mo Powder
박경태[1*], Ali Basit[2], 최상훈[3], 심재진[3], 이상현[1], 김택수[1], 김범성[1], 서석준[1] ([1]*KITECH*, [2]*UST*, [3]*인하대*)

SD3-3 11:06-11:24
Recycling of GaN a Refractory E-Waste of LED Industry: Understanding the Chemical Thermodynamics, Leaching Kinetics and Process Optimization
SWAIN BASUDEV[1*], 이찬기[1], 박경수[1], 이지은[2] (*IAE*)

SD3-4 11:24-11:42
미세 텅스텐 카바이드 제조 시 공정조건이 미치는 영향에 대한 연구
이형윤*, 이현우, 장강일 (*일진다이아몬드*)

SD3-5 11:42-12:00
졸겔법에 의한 전이금속이 도핑된 TiO_2 나노분말 합성물의 염료감응 태양전지 제조
송준호[1*], 박상엽[1,2**] ([1]*강원테크노파크*, [2]*강릉원주대학교*)

12:00-13:30	Lunch
13:30-14:30	기조강연 (프리미어 볼룸A)
PL	"Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials" 황철성(서울대)

좌장: 유상임(서울대)

	SA6. 압전세라믹스 소재 및 공정 (Organizer: 정대용/인하대)

좌장: 류정호/KIMS

SA6-1 14:30-14:55
잉크젯에 의한 무유기 하이브리드 후막을 이용한 마이크로 압전 하베스팅 소자 제작 (*invited*)
김종희[1*], 임종우[2], 강중근[1] ([1]*KICET*, [2]*아이원스(주)*)

SA6-2 14:55-15:20
Flexible Energy Harvesting Devices based on High Piezoelectric Perovskite-structured Materials (*invited*)
박귀일* (*경남과기대*)

SA6-3 15:20-15:45
$(K,Na)NbO_3$ 계열 압전재료의 조성 설계 및 단결정 성장 (*invited*)
안철우*, 류정호, 최종진, 김종우, 윤운하, 최준환, 박동수, 한병동 (*KIMS*)

15:45-16:00	Coffee Break

좌장: 이영진/KICET

SA6-4 16:00-16:25
Evolution of Giant Strain Response in the Bi-containing Mixed A-site Perovskite Modified with $(Bi_{0.5}Na_{0.5})Ba_{0.65}TiO_3$ Ceramics (*invited*)
Adnan Maqboo[1*], 후세인알리, Rizwan Ahmed Malik, Tae Kwon Song, Won Jeong Kim, 김명호 (*창원대*)

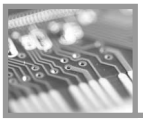
SA6-5 16:25-16:50
Effects of sintering conditions on piezoelectric properties of $0.67BiFeO_3$-$0.33BaTiO_3$ lead-free ceramics (*invited*)
도달현[1*], 황인지[1], 이명환[2], 김다정[2], 박진수[2], 송태권[2], 김명호[2], 김원정[2] ([1]*계명대*, [2]*창원대*)

SA6-6 16:50-17:15
초음파를 이용한 시술용 의료장비 (*invited*)
이정배* (*(주)디메텍*)

17:15-17:30	압전 연구자 교류시간
17:30-18:00	성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:00-18:15	학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:15-18:45	총회 (프리미어 볼룸 A)
18:45-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 105



2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00	등록
12:00-13:30	Lunch
13:30-14:30	기조강연 (프리미어 볼룸A)
PL	좌장: 유상임(서울대) "Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials" 황철성(서울대)
	SB5. 열전변환 소재, 모듈 및 시스템 (Organizer: 서원선/KICET)

좌장: 서원선/KICET

SB5-1 Thermoelectric Bi2(Te,Se)3-composites with Ultralow Phonon Transport Prepared from Chemically Exfoliated Nanoplatelets (*invited*)
14:30-14:55 김종영* (*KICET*)

SB5-2 Synthesis and Thermoelectric Propertied of Sb-doped Mg2Si0.6Sn0.4 Materials
14:55-15:10 이지은* (*KERI*)

SB5-3 멜트 스핀 (melt-spinning) 기술과 통전가압소결 (spark plasma sintering) 기술을 통한 나노구조 벌크 p-형 스커터루다이트 (skutterudite) 제조
15:10-15:25 손근식[1]*, 최순목[1], 김일호[2] ([1]*한국기술교육대*, [2]*한국교통대*)

15:25-15:35	Coffee Break

좌장: 이형의/LG이노텍

SB5-4 Strong Correlation between Crystal Structure and Transport Properties in Complex Structured Thermoelectric Materials (*invited*)
15:35-16:00 황재열[1]*, 오민욱[2], 이규형[3], 김성웅[4] ([1]*IBS*, [2]*한밭대*, [3]*강원대*, [4]*성균관대*)

SB5-5 p-type dopant가 BiCuOTe의 열전특성에 미치는 영향
16:00-16:15 안태호[1]*, 임영수[2], 서원선[3], 박철희[4], 한장원[1], 박 찬[1] ([1]*서울대*, [2]*부경대*, [3]*KICET*, [4]*LG Chem.*)

SB5-6 Oxide Thermoelectric Materials for Heat-to Electricity Direct Energy Conversion
16:15-16:30 한미경*, 김성진 (*이화여대*)

16:30-16:40	Coffee Break

좌장: 이순일/KICET

SB5-7 Electrical and Thermal Effects of Contacts in Thermoelectric Material Characterization (*invited*)
16:40-17:05 권범진*, 노임준, 강민수, 현도빈, 김진상 (*KIST*)

SB5-8 A Novel Fabrication Method of Flexible Thermoelectric Power Generator using Excimer Laser Lift-Off Process
17:05-17:20 김선진*, 이한얼, 위주형, 최형도, 김용준, 이건재, 조병진 (*KAIST*)

SB5-9 Thermoelectric Potentiality of Low Dimensional Bismuth
17:20-17:35 김정민*, 이우영 (*연세대*)

17:30-18:00	성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:00-18:15	학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:15-18:45	총회 (프리미어 볼룸 A)
18:45-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 106

2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00	등록
12:00-13:30	Lunch
13:30-14:30	기조강연 (프리미어 볼룸A)
PL	"Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials" 황철성(서울대)

좌장: 유상임(서울대)

G5. 바이오 세라믹스
SE4. 고기능 진단용 소재기술
(Organizer: 장정호/KICET)

좌장: 장정호/KICET

G5-1 치과재료용 유색 지르코니아의 제조 방법에 따른 색도와 기계적 물성
14:40-14:50 윤준혁[1*], 김경자[1], 박주석[1], 김경훈[1], 도환수[1], 김형순[2] ([1]*KICET*, [2]*인하대*)

G5-3 Bioglass Ceramic Coating on Ti by Plasma Spraying Method for Dental Implant
14:50-15:00 전재희* (*영남대*)

SE4-1 특정 생물학적 인자 감지를 위한 맞춤형 나노선 소자
15:00-15:10 홍민호[1*], 나주관[1], 권주영[1], 유지수[1], 권용준[2], 최헌진[1] ([1]*연세대*, [2]*국방과학연구소*)

SE4-2 Modification of Carboxylic Functionalized Fe_3O_4 Superparamagnetic Nano Composites for Using Bio Application
15:10-15:20 최수완*, 안계석, 위성복, 한진순, 김태균, 허재욱, 최성철 (*한양대*)

SE2. 조직재생용 세라믹스
(Organizer: 김석영/영남대)

좌장: 김석영/영남대

SE2-1 Hydroxyapatite Synthesis from Single Crystals of Calcium Compounds (*invited*)
15:20-15:35 김일용* (*Nagoya Univ.*)

SE2-2 격자결함이 유발한 시스템의 불안정성이 아파타이트의 골 전도도에 미치는 영향
15:35-15:50 이상훈[1*], 조중상[1], 엄승훈[1], 유동수[2], 정용재[2] ([1]*서울대*, [2]*한양대*)

SE2-3 경조직 재생용 스캐폴드에 대한 기공 연결성 제어, 평가 및 조직 재생 효과
15:50-16:05 오경식*, 이민철, 정태주 (*안동대*)

SE2-4 Bioceramic 3D Printing Techniques
16:05-16:20 윤희숙* (*KIMS*)

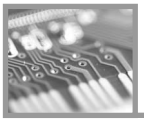
SE2-5 BGS-7 세라믹 신소재 기반 척추 추체간 유합 보형재 개발
16:20-16:35 유현승* (*바이오알파*)

SE2-6 Volumetric Analysis of New Bone Formation after Bone Regeneration Techniques, Using SR-μCT
16:35-16:50 김용건[1*], 박정웅[2] ([1]*경북대*, [2]*가천대*)

17:30-18:00	성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:00-18:15	학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:15-18:45	총회 (프리미어 볼룸 A)
18:45-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 107



2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00 등록

SF3. 전통세라믹스 소재, 공정 및 디자인
(Organizer: 조우석/KICET)

좌장: 조우석/KICET

SF3-1 Evaluation of Electrostatic Charge of Inorganic Pigments Coated by Silanes for Laser Beam Printer
08:40-09:00 김근희[1*], 피재환[1], 김유진[1], 조우석[1], 김형태[1], 황해진[2] ([1]한국세라믹기술원, [2]인하대학교)

SF3-2 Effect of Frit Content on the Metal Marking and Scratching Resistance of Celadon Glaze
09:00-09:20 이나리[1*], 피재환[1], 김근희[1], 김유진[1], 김형태[1], 김규설[2] ([1]한국세라믹기술원, [2](주)행남자기)

SF3-3 감온변형 적외선 차단 세라믹 타일에 적용하기 위한 Monoclinic VO_2상 성장에 관한 연구
09:20-09:40 정대용[1*], 김응수[2], 황해진[1], 조우석[2] ([1]인하대학교, [2]한국세라믹기술원)

SF3-4 지역별 옹기의 특성분석 및 발효와의 상관관계 분석
09:40-10:00 김수민*, 김응수, 조우석 (한국세라믹기술원)

10:00-10:10 Coffee Break

좌장: 한규성/KICET

SF3-5 잉크젯 프린팅용 수계 세라믹 잉크 제조
10:10-10:30 심희석[1*], 김응수[1], 조우석[2] ([1]한국세라믹기술원 이천분원, [2]한국세라믹기술원)

SF3-6 세라믹 안료 발색을 통한 MUnsell System 적용에 관한 기준안 제시
10:30-10:50 노형구[1*], 김응수[2] ([1]한국전통문화대학교, [2]한국세라믹기술원)

SF3-7 레이져를 활용한 도자기 문양 가공조건 및 가치 연구
10:50-11:10 최정훈[1*], 김응수[2], 강은태[1], 조우석[2] ([1]경상대학교, [2]KICET)

SF3-8 High Strength and High Fracture Toughness of Fe_3Al/TiC Composites
11:10-11:30 김용인[1*], 최성철[1], 고세현[2] ([1]한양대학교, [2]한국생산기술연구원)

12:00-13:30 Lunch

13:30-14:30 기조강연 (프리미어 볼룸A)

좌장: 유상임(서울대)

PL "Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials"
황철성(서울대)

SC1. 통전 가압 소결 및 마이크로웨이브 소결
(Organizer: 한영환/영남대)

좌장: 한영환/영남대

SC1-1 Consolidation of Hydroxyapatite Using Electric Field via Flash Sintering Route
14:30-14:40 김주성* (영남대)

SC1-2 Effect of GNPs on Mechanical Property in Spark Plasma Sintered Alumina and Zirconia
14:40-14:50 이지환*, 김석영, 한영환 (영남대)

SC1-3 Sintering Behavior and Bio-stability of Spark Plasma Sintered Hydroxyapatite
14:50-15:00 황규홍[1*], 조경명[1], 한영환[2] ([1]경상대, [2]영남대)

SC1-4 Comparison of Multiwalled Carbon Nanotubes and Graphene Nanoplatelet as Reinforcement in Hydroxyapatite Matrix Consolidated by Spark Plasma Sintering
15:00-15:10 김덕연* (영남대)

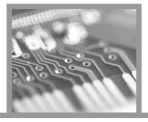
SC1-5 Joining Approach of SiC Ceramics with Ti_3SiC_2 Interlayer Processed by Spark Plasma Sintering Technique at Low 1300℃
15:00-15:10 한영환[1*], Zhou Xiaobing[1], 이재형[1], Huang Qing[2] ([1]영남대, [2]Ningbo Institute of Materials Technology & Engineering, Chinese Academy of Sciences)

SB6. 수질/대기 정화용 세라믹스
SC5. 다기능성 다공체 세라믹스
(Organizer: 황광택/KICET)

좌장: 황광택/KICET

구두발표

Room 107



2015년 11월 5일(목)

SB6-1 The Preparation and Characterizations of Pyrophyllite-based Composite Support Layers
16:00-16:15 하장훈*, 이종만, 송인혁 (*KIMS*)

SC5-1 Preparation and optimization of clay bonded SiC flat tubular membrane support for microfiltration applications
16:15-16:30 Bukhari Syed Zaighum Abbas*, 하장훈, 이종만, 송인혁 (*KIMS*)

SC5-2 발표취소
16:30-16:45

좌장: 송인혁/KIMS

SC5-3 Zircon Stabilized Al_2TiO_5 Porous Ceramics from Particle Stabilized Wet Foam
16:45-17:00 김익진[1*], Nboneeta Sarkar[1], 박중규[1], Sangram Mazumder[1], 이미재[2], 임태영[2] ([1]*한서대*, [2]*KICET*)

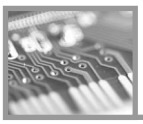
SC5-4 Carbon Nanotubes Grown on Biomorphic Carbon Membrane via CCVD Processing
17:00-17:15 박중규[1*], 박중규[1], Sangram Mazumder[1], 김세영[2], 한인섭[2], 김석영[3] ([1]*한서대*, [2]*KIER*, [3]*영남대*)

SC5-5 Unidirectional Porous Ceramics with Engineered Microstructure by Fibrous Monolithic Process
17:15-17:30 Sarkar* (*순천향대*)

17:30-18:00	성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:00-18:15	학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:15-18:45	총회 (프리미어 볼룸 A)
18:45-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 108



2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00 등록

G3. 엔지니어링 세라믹스
(Organizer: 이성민/KICET)

좌장: 김경훈/KICET

G3-1 열간가압소결법으로 제조한 탄화규소의 균열자기치유 특성
10:00-10:15 김성훈[1*], 김경자[1], 김경훈[1], 박주석[1], 도환수[1], 김현미[2], 이시현[2], 심광보[2] ([1]KICET, [2]한양대)

G3-2 열간가압소결법으로 제조한 질화알루미늄의 첨가제에 따른 열적 및 기계적 특성
10:15-10:30 김봉준[1*], 김경자[2], 박주석[2], 김경훈[2], 도환수[2], 김형순[1] ([1]인하대, [2]KICET)

G3-3 Electrical, Thermal, and Mechanical Properties of Pressureless Sintered Silicon Carbide Ceramics with Yittria-Scandia-Aluminum Nitride Additives
10:30-10:45 조태영*, 김영욱 (서울시립대)

G3-4 Effect Sintering Temperature of Electrical Conductivity of Dense, Bulk SiOC Ceramics
10:45-11:00 엄정혜[1*], 김영욱[1], 김광주[2] ([1]서울시립대, [2]건국대)

11:00-11:15 Coffee Break

좌장: 김종영/KICET

G3-6 Sintering Behavior of Y_2O_3-MgO Nanocomposite Synthesized by Combustion for Infrared-Transparent Ceramics
11:15-11:30 마호진[1*], 정욱기[1], 김도경[2] (KAIST)

G3-7 분자수준 혼합공정 및 SPS 소결로 제조된 graphene/Al_2O_3 나노복합소재의 기계적 특성평가
11:30-11:45 이 빈*, 이준호, 류호진, 홍순형 (KAIST)

G3-8 Improving Carbon Fiber Adhesion by Hydrogen Plasma Treatment
11:45-12:00 한창지*, 이응석, 임대순 (고려대)

G3-9 Functionally Graded Materials with Temperature Dependent Elastic Properties
12:00-12:15 이영훈*, 김지환 (서울대)

12:00-13:30 Lunch

13:30-14:30 기조강연 (프리미어 볼룸A)

좌장: 유상임(서울대)

PL "Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials"
황철성(서울대)

SC6. 산업공정용 SiC 및 복합소재
(Organizer: 한인섭/KIER)

좌장: 김세영/KIER

SC6-1 한국에너지기술연구원의 SiC 모노리스 및 복합소재 연구개발 동향 (*invited*)
14:30-14:50 한인섭*, 우상국, 김세영, 성영훈, 서민수 (KIER)

SC6-2 반도체용 Si Wafer Carrier 제조 기술 개발 (*invited*)
14:50-15:10 황성식* (SKC solmics)

SC6-3 고온용 섬유강화 세라믹 복합재료의 기술동향 (*invited*)
15:10-15:30 김정일* ((주)테크카본)

SC6-4 SiC DPF 국내외 기술동향 및 제품현황 (*invited*)
15:30-15:50 천승호* (칸세라)

좌장: 한인섭/KIER

SC6-5 대양산업 - SiC 및 복합소재 개발/ 생산 현황 (*invited*)
15:50-16:10 신인철* (대양산업)

SC6-6 니들펀칭 공정을 이용한 초고온 구조내열재용 탄소프리폼 (*invited*)
16:10-16:30 박홍식*, 윤국헌, 최웅휘 ((주)씨앤에프)

SC6-7 Microstructure-Flexural Strength Correlation of Rare Earth Nitrates-Added SiC_f/SiC Composites
16:30-16:50 Amit Siddharth Sharma*, Pipit, 윤당혁 (영남대)

구두발표

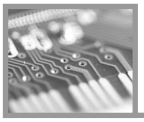
Room 108

2015년 11월 5일(목)

SC6-8 16:50-17:10	Effects of Tape Insertion and Variation of Hot-pressing Conditions on the Densification and Mechanical Properties of SiC_f/SiC Composites Pipit*, Amit Siddharth Sharma, 이승호, Kati, 묵 신, 채상혁, 윤당혁 (영남대)
SC6-9 17:10-17:30	Pyrolytic Carbon (PyC) Coating on SiC Fibers Using Vacuum Infiltration Technique for Toughness Enhancement of SiC_f/SiC Composites 이승호*, Kati, Amit Siddharth Sharma, Pipit, 윤당혁 (영남대)
17:30-18:00	성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:00-18:15	학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:15-18:45	총회 (프리미어 볼룸 A)
18:45-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 109



2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00 등록

SC4. 엔지니어링세라믹스 신공정 기술
(Organizer: 박영조/KIMS)

좌장: 박영조/KIMS

SC4-1 기공 상태를 바탕으로 설계한 소결 공정과 치밀화 효과 (*invited*)
09:00-09:30 오경식*, 정태주 (*안동대*)

SC4-2 Fabrication of Self-setting $Al(OH)_3$ Foams for Potential Fire-retarding Applications (*invited*)
09:30-10:00 송인혁*, RizwanAhmad, 하장훈, 이종만 (*KIMS*)

SC4-3 테잎캐스팅법으로 제조된 반응소결 질화규소 기판의 탈바인딩 공정 최적화 (*invited*)
10:00-10:30 한윤수[1*], 박지숙[1], 이화준[1], 류성수[1], 이성민[1], 황해진[2] ([1]*KICET*, [2]*인하대*)

SC4-4 후소결 반응결합 질화규소의 열전도도에 미치는 출발 실리콘 입자크기의 영향 (*invited*)
10:30-11:00 고재웅*, 김미주, 김하늘, 김진명, 이재욱, 박영조 (*KIMS*)

SC4-5 Characteristics of Starting Silicon Powder Size on Silicon Nitride Ceramic with High Thermal Conductivity
11:00-11:20 고신일[1*], 박영조[2], 고재웅[2], 이재욱[2], 김하늘[2], 김진명[2] ([1]*부산대*, [2]*KIMS*)

12:00-13:30 Lunch

13:30-14:30 기조강연 (프리미어 볼룸A)

좌장: 유상임(서울대)

PL "Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials"
황철성(서울대)

SC7. 열차폐기능성 세라믹스소재 및 공정
(Organizer: 정연길/창원대)

좌장: 김성원/KICET, 정연길/창원대

SC7-1 란탄륨 지르코네이트 적용 열차폐 코팅의 미세구조 설계 및 열적 내구성 (*invited*)
14:30-14:50 정연길* (*창원대*)

SC7-2 서스펜션 플라즈마 용사를 이용한 2층 세라믹 열차폐코팅의 제조 및 특성 (*invited*)
14:50-15:10 김성원[1*], 권창섭[1], 이수진[2], 오윤석[1], 이성민[1], 김형태[1], 남 산[2] ([1]*KICET*, [2]*고려대*)

SC7-3 열차폐 코팅의 증착 안정성을 위한 전자빔 코팅장치의 공정인자 제어 (*invited*)
15:10-15:30 오윤석*, 채정민, 권창섭, 최선아, 이성민 (*KICET*)

SC7-4 Thermal Durability of $La_2Zr_2O_7$ Thermal Barrier Coatings in Thermally Graded Mechanical Fatigue Environments
15:30-15:45 Lu Zhe[1*], 정성훈[1], 백운규[2], 정연길[1] ([1]*창원대*, [2]*한양대*)

SC7-5 화염 열충격 시험을 통한 열차폐 코팅의 열적 내구성 평가
15:45-16:00 정성훈*, Lu Zhe, 이승수, 전수혁, 정연길 (*창원대*)

SC7-6 가스터빈 열차폐 코팅재의 TGO의 생성 및 성장거동에 대한 연구
16:00-16:15 강남규[1*], 김형태[2], 장병국[3], 이기성[1] ([1]*국민대*, [2]*KICET*, [3]*일본*)

SC7-7 란타늄 지르코네이트($La_2Zr_2O_7$)와 이트리아 안정화 지르코니아(YSZ)의 혼합 조성을 가지는 열차폐 코팅의 미세구조 설계 및 열적 내구성 평가
16:15-16:30 송도원[1*], 백운규[1], Lu Zhe[2], 정연길[2] ([1]*한양대*, [2]*창원대*)

SC4. 엔지니어링세라믹스 신공정 기술
(Organizer: 박영조/KIMS)

좌장: 오경식/안동대

SC4-6 Synthesis and Sintering Behavior of Spherical Y_2O_3 Powder for Transparent Ceramics
16:45-17:00 정욱기*, 마호진, 김동석, 김도경 (*KAIST*)

SC4-7 투명 이트리아의 진공소결
17:00-17:15 박영조*, Gan Lin, 김진명, 김하늘, 고재웅, 이재욱 (*KIMS*)

구두발표

Room 109

2015년 11월 5일(목)

SC4-8 Facile Fabrication of Highly Transparent Yttria Ceramics with Fine Microstructures by a Hot Pressing Method
17:15-17:30 Gan Lin*, 박영조, 김하늘, 김진명, 고재웅, 이재욱 (*KIMS*)

SC4-9 Transparent $(Mg_{1-X}Zn_X)Al_2O_4$ Ceramics Fabricated by Spark Plasma Sintering
17:30-17:45 남상우*, 이문균, 강신후 (*서울대*)

SC4-10 균일 분산 및 전소결 공정 최적화에 의한 투광성 스피넬의 제조
17:45-18:00 김진명*, 김하늘, 박영조, 고재웅, 이재욱, 김해두 (*KIMS*)

17:30-18:00	성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:00-18:15	학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:15-18:45	총회 (프리미어 볼룸 A)
18:45-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 110+111

2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00	등록
12:00-13:30	Lunch
13:30-14:30	기조강연 (프리미어 볼룸A)
PL	"Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials" 황철성(서울대)

좌장: 유상임(서울대)

SA3. 제25회 형광체포럼: 발광체 연구 및 응용기술
(Organizer: 임원빈/전남대)

좌장: 서효진/부경대

SA3-1 색조절이 가능한 백색 LED용 양자점 함유 유리 소재 (*invited*)
14:30-14:55 정운진[1*], 한가람[1], 임원빈[2], 허 종[3] ([1]*공주대*, [2]*전남대*, [3]*POSTECH*)

SA3-2 Controlled Synthesis of Upconversion Nanophosphors (*invited*)
14:55-15:20 장호성[1*], 나혜진[2] (*KIST*)

SA3-3 Structurally Engineered Nanocrystal Quantum Dots for Optoelectronic Applications (*invited*)
15:20-15:45 배완기* (*KIST*)

SA3-4 LED application trend 및 이에 따른 형광체의 기술적 동향 (*invited*)
15:45-16:10 김민성*, 홍근영, 김순길 (*LG전자*)

16:10-16:30 Coffee Break

좌장: 장호성/KIST

SA3-5 Self-healing Phosphor: New Paradigm of Zero Thermal Quenching Phosphor (*invited*)
16:30-16:55 임원빈* (*전남대*)

SA3-6 금속 불화물 적색 형광체 합성과 응용 (*invited*)
16:55-17:20 김창해*, 최강식, 방보극, 박준규 (*KRICT*)

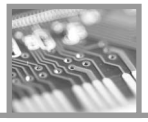
SA3-7 Unusual Temperature Dependence and Luminescence Dynamics in Some Materials Doped with Eu2+ or Mn4+ Ions (*invited*)
17:20-17:45 서효진*, Cuili Chen, Peiqing Cai, Lin Qin, Han Cheng, Jing Wang, Quynh Vu, Hang Dang (*부경대*)

SA3-8 Novel Yellow Phosphors for Use in LEDs, $Ln_{4-x}Ca_xSi_{12}O_{3+x}N_{18-x}:Eu^{2+}$ (Ln = La, Ce, Pr, x = 1.4~1.6) (*invited*)
17:45-18:10 손기선* (*세종대*)

17:30-18:00	성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:00-18:15	학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:15-18:45	총회 (프리미어 볼룸 A)
18:45-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 113



2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00	등록
	G2. 에너지 환경 세라믹스 SB3. 에너지 환경 세라믹스 (Organizer: 우상국/KIER)

좌장: 김선동,우상국/KIER

G2-1 Flat-tubular Solid Oxdie Electrolysis Cell Technologies at KIER
10:00-10:30 김선동[1*], 최현종[1], 나영흠[2], 곽민준[3], 서두원[1], 우상국[1] ([1]*KIER*, [2]*고려대*, [3]*한국기술교육대*)

G2-2 Mo/TiN Composite Electrode for an Alkali Metal Thermal-to-electric Converter (AMTEC)
10:30-11:00 김선동[1*], 석승원[2], 최현종[1], 서민수[1], 서두원[1], 우상국[1] ([1]*KIER*, [2]*충남대*)

SB3-1 Electrochemically Deposited $LaCoO_3$ Film on Metallic Interconnects for Solid Oxide Fuel Cells
11:00-11:30 박범경[1*], 송락현[2], 이승복[2], 임탁형[2], 박석주[2], 이종원[2] ([1]*KAIST*, [2]*KIER*)

SB3-2 Hydrothermal Synthesis of CeO_2 Nanorods for a High Performance SOFC Anode (포스터발표 (P2)로 변경)
11:30-12:00 박선아[*],정우철 (*KAIST*)

12:00-13:30	Lunch
13:30-14:30	기조강연 (프리미어 볼룸A)
PL	"Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials" 황철성(서울대)

좌장: 유상임(서울대)

좌장: 주종훈/충북대, 우상국/KIER

G2-3 A Study on the Correlation between Phase Transition and Electrochemical Properties in Calcium Doped $PrBaCo_2O_{5+\delta}$
14:30-14:55 임채현[1*], 김건태[1], 신지영[2], 주용완[1], 전아름[1], 김준영[1], 주상욱[1] ([1]*UNIST*, [2]*동의대*)

G2-4 A Study on Activation and Fabrication of SCR Catalyst Using Tungsten Supported on Graphene Oxide
14:55-15:20 정보라[1*], 이희수[2], 김억수[1], 김홍대[1] ([1]*KITECH*, [2]*부산대*)

G2-5 Mesoporous Perovskite Oxide Electrocatalyst for Li-air Battery
15:20-15:45 권오훈[*], 김찬석, 주용완, 김건태 (*UNIST*)

G2-6 Microstructural Characterization of Reactive-air-brazed (RAB) Ceramic/Metal Joints for Oxygen Transport Membranes
15:45-16:10 묵 신[*], Kati, 윤당혁 (*영남대*)

G2-7 Synthesis of Nano-sized In_2O_3 and WO_3 Powders by a Polymer Solution Route for Gas Sensing Applications
16:10-16:35 Cristian[*], 강태성, 이상진 (*목포대*)

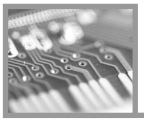
G2-8 잉크젯 프린팅에 의한 무유기 하이브리드 encapsulation층 제조
16:35-17:00 황성환[*], 강중근, 정현성, 김종희 (*KICET*)

SB3-5 Advanced Nano Energy Materials in Solid Oxide Electrochemical Devices (*invited*)
17:00-17:30 신태호[*] (*KICET*)

17:30-18:00	성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:00-18:15	학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:15-18:45	총회 (프리미어 볼룸 A)
18:45-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 114



2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00 등록

SB1. 기능성산화물 박막제조 및 물성해석
(Organizer: 김윤석/성균관대, 최시영/KIMS)

좌장: 김윤석/성균관대

SB1-1 Hole doping $BiFeO_3$ (*invited*)
08:30-08:50 양찬호*, 임지수 (*KAIST*)

SB1-2 Tunability of Optical Band gap on Doped Bismuth Titanate Thin Films (*invited*)
08:50-09:10 박정웅* (*가천대*)

SB1-3 복합 산화물에서의 계면 구조의 모델링 및 분석 (*invited*)
09:10-09:30 이학성*, 최시영 (*KIMS*)

SB1-4 Crystal and Electronic Structure Engineering of Electrochemistry in Epitaxial $SrRuO_3$ Thin Films (*invited*)
09:30-09:50 최우석* (*성균관대*)

09:50-10:10 Coffee Break

좌장: 최우석/성균관대

SB1-5 Principle of 4D Ultrafast Electron Microscopy and its Application in Phase Transition of Metal Oxide Thin Films (*invited*)
10:10-10:30 권오훈* (*UNIST*)

SB1-6 Reversible Phase Transition of VO_2 Epitaxial Thin Films by Hydrogenation (*invited*)
10:30-10:50 손준우* (*POSTECH*)

SB1-7 Direct Observation of Metal-insulator Phase Transition in VO_2 Epitaxial Films (*invited*)
10:50-11:10 송 경[1*], 이대수[2], 엄창범[2], 오상호[1] ([1]*POSTECH*, [2]*Univ. of Wisconsin – Madison*)

SB1-8 Multi-layered Tunnel Barrier Selector for Resistive Switching Memory (*invited*)
11:10-11:30 최병준*, 이도연, 류성연, Vladimir Komijcuk (*서울과기대*)

SB1-9 Growth and Properties of Tin Oxynitride Thin Films (*invited*)
11:30-11:50 백승협*, 김진상 (*KIST*)

12:00-13:30 Lunch

13:30-14:30 기조강연 (프리미어 볼룸A)

좌장: 유상임(서울대)

PL "Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials"
황철성(서울대)

좌장: 손준우/POSTECH

SB1-10 Nanoscale Magnetic Analysis of TMR Spin Valve Head by Electron Holography (*invited*)
14:30-14:50 박현순* (*동아대*)

SB1-11 Direct Imaging of Atomic Reconstruction at the $LaAlO_3/SrTiO_3$ Heterostructure Oxide Interface Using STEM (*invited*)
14:50-15:10 장혜정[1*], 이광엽[2], 김진연[3], 문선영[2], 백승협[1], 최정혜[1], 김도향[2] ([1]*KIST*, [2]*연세대*, [3]*서울대*)

SB1-12 Real-time Observation of Microstructural Behavior in Advanced Functional Materials by In-situ TEM (*invited*)
15:10-15:30 김성대[1*], 김기엽[2], 임영목[1], 최시영[1] ([1]*KIMS*, [2]*부산대*)

15:30-15:50 Coffee Break

좌장: 최시영/KIMS

SB1-13 Redox Reactions in Epitaxial Complex Oxides (*invited*)
15:50-16:10 진형진* (*부산대*)

SB1-14 Selective Control of Oxygen Sublattice Stability by Epitaxial Strain in Ruddlesden-Popper Films (*invited*)
16:10-16:30 이재광* (*부산대*)

SB1-15 First Principles Investigation of CO_2 Photo-catalytic Reduction at TiO_2 Surfaces: Role of Quantum Confinement vs. Ti Tetrahedral Coordination (*invited*)
16:30-16:50 이동화* (*전남대*)

SB1-16 Quantum Materials Genome and Dynamic Catalytic Activity in Thin-Film Oxides from First Principles (*invited*)
16:50-17:10 이준희* (*UNIST*)

17:30-18:00 성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)

18:00-18:15 학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)

18:15-18:45 총회 (프리미어 볼룸 A)

18:45-20:00 세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 115

2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00 등록

SD6. SiC 반도체재료와 소자
(Organizer: 김남균/KERI)

좌장: 김남균/KERI, 서원선/KICET

SD6-1 저항가열방식을 이용한 반절연 6H-SiC 성장
10:30-10:50 김태혁*, 최이식 (*사파이어테크놀로지*)

SD6-2 A Development of SiC Junction Barrier Schottky Diode for EV Inverter Efficiency Improvement
10:50-11:10 천대환*, 이종석, 주낙용, 임태원 (*현대자동차*)

SD6-3 Fabrication of 1700V SiC Power Diode on 6 inch 4H-SiC Wafer
11:10-11:30 원종일[1*], 박건식[1], 조두형[2], 김상기[1] ([1]*ETRI*, [2]*서강대*)

SD6-4 Fabrication of 1.7 kV Silicon Carbide Schottky Barrier Diode by Using Edge Termination Engineering
11:30-11:50 양창헌[1*], 강예환[1], 김기현[1], 김성수[1], 박태수[1], 정은식[1], 강인호[2] ([1]*메이플세미컨덕터(주)*, [2]*KERI*)

12:00-13:30 Lunch

13:30-14:30 기조강연 (프리미어 볼룸A)

좌장: 유상임(서울대)

PL "Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials"
황철성(서울대)

좌장: 이명현/KICET, 방욱/KERI

SD6-5 SiC 단결정 결함 구조 분석을 위한 원스텝 X-선 토포그래피 시스템 구축
14:30-14:50 김종현*, 성민제, 임재홍 (*POSTECH*)

SD6-6 X-ray topography를 활용한 PVT 성장 SiC 단결정 ingot의 결함 분석
14:50-15:10 변대섭[1*], 김준규[1], 이명현[1], 서원선[1], 정성민[1], 김종현[2] ([1]*KICET*, [2]*POSTECH*)

SD6-7 Non-destructive Analysis of Threading Dislocation in 4H-SiC
15:10-15:30 나문경[1*], 김수진[2], 정현진[1], 강인호[1], 방 욱[1], 문정현[1], 김남균[1] ([1]*KERI*, [2]*경상대*)

15:30-15:50 Coffee Break

좌장: 전명철/POSCO, 이원재/동의대

SD6-8 승화법 실리콘 카바이드 단결정 성장을 위한 열 및 물질 전달 시뮬레이션
15:50-16:10 은태희*, 여임규 (*RIST*)

SD6-9 상부종자용액성장법을 이용한 SiC 벌크 단결정성장
16:10-16:30 정성민[1*], Ha Minh Tan[1], 윤지영[1], 변대섭[1], 이명현[1], 서원선[1], 이원재[2], Didier Chaussende[3] ([1]*KICET*, [2]*동의대*, [3]*CNRS*)

16:30-17:20 학생 포스터 논문 소개 및 시상

17:30-18:00 성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)

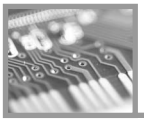
18:00-18:15 학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)

18:15-18:45 총회 (프리미어 볼룸 A)

18:45-20:00 세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 116



2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00	등록	
	SA5. 전자세라믹스 최신연구 (Organizer: 백종후/KICET)	
		좌장: 홍연우/KICET
SA5-1 09:30-10:00	ZnO Varistor 개발동향과 응용 (*invited*) 홍연우*, 신태호, 백종후 (*KICET*)	
SA5-2 10:00-10:30	Inductor의 원리와 Trend (*invited*) 최용만* (*아비코전자㈜*)	
SA5-3 10:30-11:00	온도센서 응용기술과 NTC 서미스터 (*invited*) 이충국*, 박훈식 (*래트론*)	
SA5-4 11:00-11:30	혼합 전도성 세라믹 분리막 재료와 응용 (*invited*) 주종훈* (*충북대*)	
SA5-5 11:30-12:00	AC Characterization of Electroceramics and Devices Thereof (*invited*) 이종숙* (*전남대*)	
12:00-13:30	Lunch	
13:30-14:30	기조강연 (프리미어 볼룸A)	
PL	"Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials" 황철성(서울대)	좌장: 유상임(서울대)
	SF4. 여성세라미스트를 위한 WISET 멘토링 및 네트워킹	
		진행 : 이연승 교수(한밭대)
14:30-14:40	인사말	김경자 (여성세라미스트부회 회장)
14:40-14:50	축사	김형준 (한국세라믹학회 회장)
14:50-15:00	격려사	이혜숙 (한국여성과학기술지원센터 소장)
15:00-15:30	**<1부> 멘토 특강**	
	9010 vs 7080 이공계여학생	이종숙 (전남대학교 교수)
15:30-16:20	꿈은 또 다른 꿈을 낳는다	박정현 (산악전문가)
	<2부> 멘토링&네트워킹	사회: 이삼행 (KICET)
16:20-16:30	WISET 멘토링 사업소개	임형미 (KICET)
16:30-17:00	WISET 그룹 멘토링	
17:00-17:30	한국세라믹학회 여성세라미스트부회 지역 네트워킹	
17:30-18:00	성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)	
18:00-18:15	학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)	
18:15-18:45	총회 (프리미어 볼룸 A)	
18:45-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)	

구두발표

Room 117

2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00 등록

IEFM 2015 (1st International Symposium on Emerging Functional Materials)
Session I . Novel Materials for Battery Chemistry

좌장: Prof. Yong-Mook Kang/Dongguk Univ.

I1-1 Structure and Electronic Structure of Rechargable Battery Materials at Atomic Resolution (*invited*)
09:00-09:25 Prof. Lin Gu (*Chinese Academy of Sciences, China*)

I1-2 Intercalated Water for High Performance Layered Cathodes in Magnesium Rechargeable Batteries (*invited*)
09:25-09:50 Prof. Jang-Wook Choi (*KAIST*)

I1-3 Research on Low Cost and High Energy Sodium Ion Battery Materials (*invited*)
09:50-10:15 Dr. Shulei Chou (*Univ. Wollongong, Australia*)

I1-4 Thixotropic Gel Polymer Electrolytes based on Screen-Printing Process for All-Solid-State Lithium Rechargeable Batteries (*invited*)
10:15-10:40 Young-Gi Lee (*ETRI*)

10:40-11:00 Coffee Break

I1-5 Electrode Materials for Rechargeable Batteries with High Energy Density (*invited*)
11:00-11:25 Yunhui Huang (*Huazhong Univ. of Science and Technology, China*)

I1-6 Rechargeable Seawater Battery (*invited*)
11:25-11:50 Prof. Youngsik Kim (*UNIST*)

I1-8 Synchrotron Based X-ray Studies on High Voltage Spinel Cathode Materials for Li-ion Batteries (*invited*)
11:50-12:15 Prof. Kyung-Wan Nam (*Dongguk Univ.*)

12:00-13:30 Lunch

13:30-14:30 기조강연 (프리미어 볼룸A)

좌장: 유상임(서울대)

PL "Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials"
황철성(서울대)

IEFM 2015 (1st International Symposium on Emerging Functional Materials)
Session III. Recent Advances in Semiconductor & Display Devices

좌장: Prof. Il-Doo Kim/KAIST, Prof. Hyun-Suk Kim/Chungnam Nat'l Univ.

I3-1 Why Oxide Semiconductor is Expected for Displays and What are Different from Conventional Semiconductors? (*invited*)
14:00-14:25 Prof. Toshio Kamiya (*Tokyo Institute of Technology, Japan*)

I3-2 Amorphous In-Ga-Zn-O Thin-Film Transistor Memory Devices (*invited*)
14:25-14:50 Prof. Shi-Jin Ding (*Fudan University, China*)

I3-3 High Performance Transparent and Flexible Film Heaters Fabricated on Roll-to-Roll Sputtered Multilayer (*invited*)
14:50-15:15 Prof. Han-Ki Kim (*Kyung Hee Univ.*)

I3-4 Oxide TFTs for the Application to the Larger Area and High Resolution Display (*invited*)
15:15-15:40 Prof. Sang-Hee Ko Park (*KAIST*)

15:40-16:00 Coffee Break

I3-5 High-Resolution Electrohydrodynamic Inkjet Printed Oxide TFTs toward High-Performing, Strechable Electronics (*invited*)
16:00-16:25 Prof. Jang-Ung Park (*UNIST*)

구두발표

Room 117

2015년 11월 5일(목)

I3-6	Material and Process Development of BCE-TFTs with a-IGZTO Oxide Semiconductor toward Mass Production (*invited*)
16:25-16:50	Dr. Mototaka Ochi (*KOBE STEEL, Japan*)
I3-7	Sensor Applications using Thin-Film Materials based on the Electrical Characteristics (*invited*)
16:50-17:15	Prof. Mutsumi Kimura (*Ryukoku University, Japan*)
I3-8	Metal Oxide and Oxynitride Semiconductor Behaviors and the Associated Applications (*invited*)
17:15-17:40	Prof. Jin-Seong Park (*Hanyang Univ.*)
17:30-18:00	성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:00-18:15	학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:15-18:45	총회 (프리미어 볼룸 A)
18:45-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 118

2015년 11월 5일(목)

08:00-17:00 등록

IEFM 2015 (1st International Symposium on Emerging Functional Materials)
Session II. Materials & Systems for Solar Cells

좌장: Prof. Hyun Suk Jung, Sungkyunkwan Univ.

I2-1 Bilayer Organic Photovoltaics Prepared by Sequential Solution Processes (*invited*)
09:00-09:25 Prof. Kyung Kon Kim (*Ehwa Univ.*)

I2-2 Flexible Photovoltaics: Dye-Sensitized and Perovskite Solar Cells (*invited*)
09:25-09:50 Dr. Min Jae Ko (*KIST*)

I2-3 Inorganic Printed Solar Cells: Perovskite and Silicon (*invited*)
09:50-10:15 Prof. Seigo Ito (*Univ. of Hyogo*)

I2-4 Highly Efficient p-i-n type Planar Perovskite Solar Cells with NiO-based Hole-Extraction Layers (*invited*)
10:15-10:40 Prof. Jin Young Kim (*Seoul Nat' l Univ.*)

10:40-11:00 Coffee Break

I2-5 Perovskite Solar Cell: Stability, Efficiency, and Hysteresis (*invited*)
11:00-11:25 Prof. Nam-Gyu Park (*Sungkyunkwan Univ.*)

I2-6 Structural Analysis of Key Intermediates in Fabrication Process of Perovskite Solar Cells by Solution Method (*invited*)
11:25-11:50 Prof. Atsushi Wakamiya (*Kyoto Univ.*)

I2-7 Ultrathin NiO Film for Hole Transport Layer in Perovskite Solar Cell (*invited*)
11:50-12:15 Prof. Hyunjung Shin (*Sungkyunkwan Univ.*)

I2-8 Functional Surfaces with Zinc Oxide Nanorods (*invited*)
12:15-12:40 Prof. Husnu Emrah Unalan (*Middle East Technical Univ.*)

12:00-13:30 Lunch

13:30-14:30 기조강연 (프리미어 볼룸A)

좌장: 유상임(서울대)

PL "Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials"
황철성(서울대)

IEFM 2015 (1st International Symposium on Emerging Functional Materials)
Session V. Tailored Nanostructures for Enhanced Functionalities

좌장: Prof. Ho Won Jang, SNU and Prof. Jonghyuk Park, Yeonsei Univ.

I5-1 Inorganic-organic Perovskite Platelet Crystals for High Performance Nanolasers (*invited*)
14:00-14:25 Prof. Xiong Qihua (*Nanyang Technological Univ.*)

I5-2 Solution-based 3D Nanofabrication of Single-crystalline Semiconductors (*invited*)
14:25-14:50 Prof. Won Il Park (*Hangyang Univ.*)

I5-3 Graphene/semiconductor heterostructure based high performance optoelectronic and electronic devices (*invited*)
14:50-15:15 Prof. Shisheng Lin (*Zhejiang Univ.*)

I5-4 Piezoelectric and Triboelectric Effects from Nanomaterials for Energy Harvesting Applications (*invited*)
15:15-15:40 Prof. Sang-Woo Kim (*SungKyunKwan Univ.*)

15:40-16:00 Coffee Break

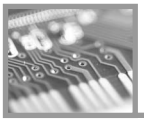
I5-5 Semiconductor Nanowire Heterostructures for Artificial Photosynthesis (*invited*)
16:00-16:25 Prof. Gengfeng Zheng (*Fudan Univ.*)

I5-6 Interface Engineering of Heterojunction Photoanodes for Solar Water Splitting (*invited*)
16:25-16:50 Prof. Jong Hyeok Park (*Yeonsei Univ.*)

I5-7 Interface Engineering of High Performance Photoelectrodes for Water Splitting (*invited*)
16:50-17:15 Prof. Yixin Zhao (*Shanghai Jiao Tong Univ.*)

구두발표

Room 118

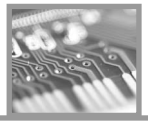


2015년 11월 5일(목)

I5-8 17:15-17:40	New Device Architecture of Silicon Photoelectrodes for Efficient and Stable Water Splitting Reaction (*invited*) Prof. Jihun Oh (*KAIST*)
17:30-18:00	성옥상 기념강연 - 이화여대 최진호 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:00-18:15	학술상 기념강연 - 서울시립대 김영욱 교수 (프리미어 볼룸 A)
18:15-18:45	총회 (프리미어 볼룸 A)
18:45-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (프리미어 볼룸 A+B)

구두발표

Room 201+202



2015년 11월 6일(금)

08:00-17:00	등록

G6. 유리 및 비정질 세라믹스
G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스
(Organizer: 정운진/공주대)

좌장: 김형준/KICET

G6-1 The Control of Dispersion Properties in Chalcogenide Glass for the Application of Infrared Lens (*invited*)
09:00-09:30 최주현*, 이의삼, 차두환, 김정호, 김혜정 (*한국광기술원*)

G6-2 칼코지나이드 유리의 적외선 투과단: Ge-Sb-Se 유리의 조성 의존성
09:30-09:45 이정한[1*], 이우형[1], 이준호[1], 최주현[2], 김혜정[2], 최용규[1] ([1]*한국항공대*, [2]*한국광기술원*)

G6-3 적외선 투과렌즈용 Ge-Sb-Se 유리의 열팽창 거동
09:45-10:00 이우형[1*], 이정한[1], 이준호[1], 박봉제[2], 소병진[3], 허 종[3], 최주현[4], 김혜정[4], 최용규[1] ([1]*한국항공대*, [2]*ETRI*, [3]*POSTECH*, [4]*한국광기술원*)

G6-4 UV-LED 색변환용 Eu2+/Mn2+가 도핑된 Oxyfluoride Glass Ceramic
10:00-10:15 이상헌[1*], 정운진[1], 임원빈[2] ([1]*공주대*, [2]*전남대*)

G6-5 백색 LED용 Phosphor-in-Glass의 확산제 첨가 영향
10:15-10:30 박현아[1*], 정운진[1], 임원빈[2],허 종[3] ([1]*공주대*, [2]*전남대*, [3]*POSTECH*)

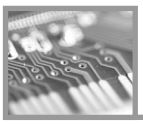
G6-6 Glass Materials for Hermatic Sealing of Large Sized Dye Sensitized Solar Cells
10:30-10:45 이한솔[1*], 조재권[2], 황재권[2], 정운진[1] ([1]*공주대*, [2]*오리온 디스플레이*)

G7-1 시멘트 킬른용 Magnesia-spinel Brick의 특성
10:45-11:00 최재철*, 박준혁, 박영증, 김원갑, 이석근 (*한국내화(주)*)

12:00-13:30	Lunch
14:00-15:00	시상 및 경품추첨

구두발표

Room 104



2015년 11월 6일(금)

08:00-17:00 등록

SA1. 초전도용 세라믹스 및 복합소재
(Organizer: 유상임/서울대)

좌장: 하홍수/KERI

SA1-1 Enhancement of Superconducting Properties of MgB_2 by Carbon-based Doping (*invited*)
09:00-09:25 정국채* (*KIMS*)

SA1-2 Fabrication of $GdBa_2Cu_3O_{7-x}$ Coated Conductor by Co-evaporation (*invited*)
09:25-09:50 이헌주*, 이재훈, 문승현 (*(주)서남*)

SA1-3 Study on Low Resistance Joint of GdBCO Superconducting Tapes Using Silver Nano Paste
09:50-10:05 한영욱* (*KERI*)

SA1-4 RCE-DR 공정으로 제조된 SmBCO 초전도체의 산소 분압 영향에 따른 특성
10:05-10:20 이상현* (*KERI*)

10:20-10:40 Coffee Break

SA1-5 Al Laminated GdBCO High Temperature Superconducting Conductor (*invited*)
10:40-11:05 Sang-Soo Oh*, Young-Uk Han, Hong-Soo Ha (*KERI*)

SA1-6 Phase Stability Diagram of $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ in Low Oxygen Pressures
11:05-11:20 석태현[1*], 이정우[1], 박인성[1], 이재훈[2], 문승현[2], 유상임[1] ([1]*서울대*, [2]*(주) 서남*)

SA1-7 The Effect of Post-annealing on the Pinning Properties of $GdBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ Films by Pulsed Laser Deposition
11:20-11:35 오원재*, 김재은, 유상임 (*서울대*)

SA1-8 Critical Issues for Higher Performance REBCO Coated Conductors via the RCE-DR Process (*invited*)
11:35-12:00 유상임* (*서울대*)

12:00-13:30 Lunch

SA2. 기능성 박막 제조 및 응용기술
(Organizer: 윤순길/충남대)

좌장: 김재균/한밭대

SA2-1 High Mobility Zinc Oxynitride Semiconductor for Next-Generation Display Applications (*invited*)
13:30 -13:55 김현석* (*충남대*)

SA2-2 Atomic Force Microscopy for Exploring Electrochemistry in Functional Oxide Thin Films (*invited*)
13:55 -14:20 김윤석* (*성균관대*)

SA2-3 산소-아르곤 함량에 따른 ITO 타겟의 전기적 광학적 특성 (포스터발표(P2)로 변경)
14:20 -14:35 황병진*, 강민호, 양승호 (*희성금속*)

SA2-4 Recent Progress in Aerosol Deposition Process and its Applications III
14:35 -14:50 박재혁* (*아이원스*)

14:50-15:00 Coffee Break

좌장: 김윤석/성균관대

SA2-5 High Transmittance, Anti-fingerprinting, Antibacterial Activity, and Mechanical Durability Using the ZnO-based Thin Films for Smart-phone Panel Applications (*invited*)
15:00 -15:25 윤순길*, 최형진 (*충남대*)

SA2-6 Modulation of Electrical Properties of Light and Heavy Ion Irradiated Oxide Thin Films (*invited*)
15:25 -15:50 정권범* (*동국대*)

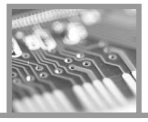
SA2-7 고효율 조명기술을 위한 대구경 질화갈륨박막을 통한 발광다이오드의 제작 및 특성분석 그리고 시뮬레이션 (*invited*)
15:50 -16:15 김재균* (*한밭대*)

SA2-8 Band Gap Tunability of Fe, Co Doped $Bi_{3.25}La_{0.75}Ti_3O_{12}$ Thin Film Deposited by PLD
16:15 -16:30 안현지[1*], 한준영[2], 김봉재[3], 박정웅[2], 이상한[1] ([1]*GIST*, [2]*가천대*, [3]*Univ. of Vienna*)

14:00-15:00 시상 및 경품추첨

구두발표

Room 106



2015년 11월 6일(금)

08:00-17:00 등록

G8. 전산재료과학 및 재료분석
SE1. 전산 재료 과학 심포지움
(Organizer: 김영철/한국기술교육대)

좌장: 김영철/한국기술교육대

SE1-1 그림으로 보는 밀도범함수 이론 (DFT) (*invited*)
09:00-09:25 이준근* (*서울시립대, KIST*)

SE1-2 Factors Governing Cation Segregation at the Surfaces of Perovskite-type Materials: A Density Functional Theory Study (*invited*)
09:25-09:50 한정우[1*], 권형욱[1], 정우철[2], 이원영[3] ([1]*서울시립대*, [2]*KAIST*, [3]*성균관대*)

09:50-10:10 Coffee Break

좌장: 한정우/서울시립대

SE1-3 First Principles Calculation Study on Electrical Properties of Oxide Semiconductors (*invited*)
10:10-10:35 강영호*, 한승우 (*서울대*)

SE1-4 A Promising Thermoelectric Material: Chalcogenides Compounds whose Electronic Structures, Defects, and Transport Properties (*invited*)
10:35-11:00 오민욱[1*], 류병기[2], 손지희[2], 박종호[2], 이지은[2], 주성재[2], 김봉서[2], 박수동[2], 민복기[2], 이희웅[2] ([1]*한밭대*, [2]*KERI*)

SE1-5 밀도범함수이론을 이용한 $Ce_{0.75}Zr_{0.25}O_2$ 고용체의 산소 저장-방출 능력 기구 연구
11:00-11:15 김지수[1*], 김재선[2], 이종호[3], 김병국[3], 김영철[1] ([1]*한국기술교육대*, [2]*UNIST*, [3]*KIST*)

12:00-13:30 Lunch

좌장: 최균/KICET

SE1-6 Molecular Dynamic Simulations of Intermetallic Compound (*invited*)
13:30-13:55 남호석*, 윤가영 (*국민대*)

SE1-7 Multiscale Computational Approach for Nanomaterial Design (*invited*)
13:55-14:20 현상일*, 박영호, 김병익 (*KICET*)

SE1-8 질화규소 미세조직에 대한 몬테카를로 시뮬레이션
14:20-14:35 이재욱*, 김진명, 김하늘, 박영조, 고재웅 (*KIMS*)

14:35-14:55 Coffee Break

좌장: 오민욱/한밭대

SE1-9 Application of CFD Simulation to CVD Process of Silicon Carbide (*invited*)
14:55-15:20 최 균[1*], 서진원[1], 이종흔[2] ([1]*KICET*, [2]*고려대*)

SE1-10 상장법을 활용한 반도체 공정 및 소자 시뮬레이션 (*invited*)
15:20-15:55 권용우*, 이종혁, 조영재 (*홍익대*)

G8-2 Tonpilz 트랜스듀서의 head mass 최적화를 위한 시뮬레이션
15:55-16:10 서진원[1*], 최 균[1], 이호용[2] ([1]*KICET*, [2]*선문대*)

14:00-15:00 시상 및 경품추첨

구두발표

Room 107

2015년 11월 6일(금)

08:00-17:00 등록

SC2. 초고온세라믹스기술 및 연구개발
(Organizer: 이세훈/KIMS, 김성원/KICET)

좌장: 이세훈/KIMS

SC2-1 Enhanced Densification and Mechanical Properties of SiC – 5 vol.% ZrB_2 Composites with Sc_2O_3 Addition
09:00-09:15 Kati*, 묵 신, 윤당혁 (*영남대*)

SC2-2 진공 플라즈마 용사법을 이용한 초고온 세라믹스 코팅의 제작
09:15-09:30 유연우*, 남욱희, 전민광, 변응선 (*KIMS*)

SC2-3 Characterization of Ablation Behaviors of Hf-based Ultra High Temperature Ceramics (UHTCs) Using Oxyacetylene Torch
09:30-09:45 백창연[1]*, 김주형[1], 김동석[1], 성영훈[2], 이세훈[3], 김도경[1] ([1]*KAIST*, [2]*KIER*, [3]*KIMS*)

SC2-4 CMC용 액상 전구체 기반 BN 코팅 공정
09:45-10:00 한인섭*, 김세영, 우상국, 성영훈 (*KERI*)

SC2-5 Synthesis of $(Hf_{1-x}Ta_x)C$ Based Ceramic Composites via Carbothermal Reduction and Spark Plasma Sintering(SPS)
10:00-10:15 하대권*, 한지선 (*서울대*)

10:15-10:30 Coffee Break

좌장: 김성원/KICET

SC2-6 방전 플라즈마 소결법을 이용한 나노 초고온 세라믹 분말 합성 (*invited*)
10:15-10:45 이세훈*, 김하늘, 펑 룬 (*KIMS*)

SC2-7 C/C-SiC 복합재의 초고온 산화 특성에 미치는 팩세멘테이션 온도 및 시간의 영향
10:45-11:00 전민광*, 유연우, 남욱희, 변응선 (*KIMS*)

SC2-8 Tensile Stiffening Behavior of PAN Carbon Fibers
11:00-11:15 변준형*, Gengheng Zhou (*KIMS*)

SC2-9 Ta4HfC5 : Synthesis and Densification Using Modified Spark Plasma Sintering Apparatus
11:15-11:30 이세훈*, 룬 펑 (*KIMS*)

12:00-13:30 Lunch

SD1. 고성능 지르코니아 세라믹스
(Organizer: 황규홍/경상대)

좌장: 신광희/KC㈜

SD1-1 ZOC 정제 공정과 Na 이온 첨가에 따른 3Y- Zirconia의 투명도 연구 (*invited*)
13:30-14:10 김택남*, 박세민, 이현철 (*배재대*)

SD1-2 구조용 지르코니아 소재 및 응용 (*invited*)
14:10-15:00 황규홍[1]*, 김상모[2] ([1]*경상대*, [2]*인터코*)

좌장: 황규홍/경상대

SD1-3 안정화지르코니아 제조 기술 개발
15:00-15:20 신광희[1]*, 백종오[1], 김대웅[1], 김명준[2] ([1]*KC(주)*, [2]*전남대*)

SD1-4 우레아 가수분해법을 이용하여 합성된 Y-TZP 분말 및 소결체의 특성
15:20-15:40 김재홍[1]*, 이종국[1], 이단비[1], 황규홍[2] ([1]*조선대*, [2]*경상대*)

좌장: 이종국/조선대

SD1-5 가수분해에 의한 수화지르코니아 입자의 결정화
15:40-16:00 황규홍[1]*, 조경명[1], 이종국[2] ([1]*경상대*, [2]*조선대*)

14:00-15:00 시상 및 경품추첨

구두발표

Room 108

2015년 11월 6일(금)

08:00-17:00 등록

SC3. 원자력에너지용 세라믹기술
(Organizer: 김원주/KAERI)

좌장: 김원주/KAERI

SC3-1 차세대 원자력시스템용 세라믹과 세라믹 복합체 개발 (*invited*)
09:00-09:25 박지연*, 김대종, 이현근, 김원주 (*KAERI*)

SC3-2 EPD 법을 활용한 SiC fiber 표면 Ti_3SiC_2 코팅 연구
09:25-09:45 이현근*, 김대종, 정연수, 박지연, 김원주 (*KAERI*)

SC3-3 슬러리 액적 습식법을 이용한 삼중수소 증식재 페블 대량생산 시스템 개발
09:45-10:05 박이현[1]*, 박상진[2], Rehan Danish[2], 이태겸[2], 민경미[1], 조승연[1], 안무영[1], 이영민[1], 임철환[2], 조용대[2] ([1]*NFRI*, [2]*(주)아이브이티*)

10:05-10:20 Coffee Break

좌장: 박지연/KAERI

SC3-4 경수로 핵연료 피복관용 SiC 복합체의 국내외 연구개발 현황 (*invited*)
10:20-10:45 김원주*, 김대종, 이현근, 박지연, 박정환, 정양일 (*KAERI*)

SC3-5 화학기상침착법을 이용한 고밀도 SiCf/SiC 복합체 튜브의 제조
10:45-11:05 김대종[1]*, 김선혜[2], 김정현[2], 이현근[1], 김원주[1], 박지연[1] ([1]*KAERI*, [2]*한밭대*)

SC3-6 Development of Particle-Based Accident Tolerant Fuel using Silicon Carbide Ceramics
11:05-11:25 임광영[1]*, 나연수[1], 이승재[1], 김영욱[2], 김원주[3] ([1]*한전원자력연료*, [2]*서울시립대*, [3]*KAERI*)

SC3-7 냉각재 상실 사고 모사를 위한 급속 가열 조건에서의 금속 미소 셀 UO_2 소결체 거동
11:25-11:45 김동주*, 김종헌, 김건식, 이영우, 오장수, 양재호, 구양현 (*KAERI*)

12:00-13:30 Lunch

SD5. 기능성 코팅 소재
(Organizer: 김영희/KICET)

좌장: 류도형/서울과기대

SD5-1 졸겔 공정을 이용한 친수 및 발수 코팅제의 개발 (*invited*)
13:30-13:50 박원규* (*배재대*)

SD5-2 자외선 및 적외선 차단 유무기 나노하이브리드 코팅 (*invited*)
13:50-14:10 김태현[1]*, 김수룡[2] ([1]*㈜디오*, [2]*KICET*)

SD5-3 Heterogeneous Growth of ZSM-5 on the SiC Fiber for High Efficiency Catalyst Coating
14:10-14:25 신동근[1]*, 이상미[1], 이윤주[1], 김영희[1], 권우택[1], 김수룡[1], 김성구[2], 류도형[2] ([1]*KICET*, [2]*서울과기대*)

14:25-14:40 Coffee Break

좌장: 신동근/KICET

SD5-4 나노에어로졸 분무열분해법으로 제조된 불소가 도핑된 이산화주석 박막의 발열체로서의 응용 (*invited*)
14:40-15:00 류도형[1]*, 이정욱[1], 이성민[1], 김보민[2], 하정민[2], 박성환[2] ([1]*서울과기대*, [2]*솔라세라믹*)

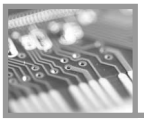
SD5-5 폴리카보실란 및 폴리페닐카보실란으로부터 형성된 SiO_xC_y 코팅막의 내부식, 내산화 특성
15:00-15:15 이윤주*, 김영희, 권우택, 신동근, 김수룡 (*KICET*)

SD5-7 생체모방기술을 이용한 Alumina/Epoxy 열전도성 필름소재
15:15-15:30 김영희*, 정운성, 이윤주, 권우택, 김수룡, 신동근, 임형미 (*KICET*)

14:00-15:00 시상 및 경품추첨

구두발표

Room 109



2015년 11월 6일(금)

08:00-17:00 등록

SD4. 2차원 물질과 응용(세라믹스복합체)
(Organizer: 황성주/이화여대)

좌장: 황성주/이화여대

SD4-4
09:00-09:30 2D Nanosheets of Layered Inorganic Solids: Emerging Building Blocks for 3D Functional Nanocomposite (*invited*)
황성주* (*이화여대*)

SD4-1
09:30-10:00 Mechanical Properties of Graphene Oxide Paper (*invited*)
이창구* (*성균관대*)

SD4-2
10:00-10:30 Carbon-nano Composites and their Wearable Electronic Devices and Energy Storage Applications (*invited*)
이원오* (*KIMS*)

10:30-10:45 Coffee Break

좌장: 김종영/KICET

SD4-3
10:45-11:15 Low-dimensional Metal Chalcogenide Compounds for Nonlinear Optical Applications (*invited*)
정 인* (*서울대*)

SD4-5
11:15-11:45 Strategy to Make Low Defect Graphene (*invited*)
전석우* (*KAIST*)

SD4-6
11:45-12:15 Ceramic-based Composite Materials via Exfoliation of 2D Materials (*invited*)
김종영* (*KICET*)

12:00-13:30 Lunch

SF6. 석회석 신소재 활용 기술 분과
(Organizer: 안지환/KIGAM)

좌장: 허재훈/한일시멘트

SF6-1
13:30-13:45 촉진탄산화를 통한 Mg-based 석회 바인더의 물성변화 연구
문기연[1*], 조진상[1], 최문관[1], 조계홍[1], 안지환[2] ([1]*한국석회석신소재연구소*, [2]*KIGAM*)

SF6-2
13:45-14:00 높은 비표면적을 갖는 석회 분체 제조
최영훈[1*], 허재훈[2], 이신행[1,3], 한 춘[3], 안지환[4] ([1]*대성엠디아이㈜*, [2]*한일시멘트*, [3]*광운대학교*, [4]*한국지질자원연구원*)

SF6-3
14:00-14:15 The Factors Affect the Synthesis of Nano Precipitated Calcium Carbonates
CHILAKALA RAMAKRISHNA[1*], THENEPALLI THRIVENI[2], 안지환[1] ([1]*한일시멘트*, [2]*KIGAM*)

SF6-4
14:15-14:30 석회석 결정크기 및 품위가 열분해 특성에 미치는 영향
조진상[1*], 최문관[1], 문기연[1], 조계홍[1], 안지환[2] ([1]*한국석회석신소재연구소*, [2]*KIGAM*)

SF6-5
14:30-14:45 석회석의 녹조 제거 효과
허재훈[1*], 최영훈[2], 안지환[3] ([1]*한일시멘트*, [2]*대성엠디아이㈜*, [3]*KIGAM*)

SF6-6
14:45-15:00 Removal of Colored Sticky Materials in Papermaking Recycled Fibers by in-situ $CaCO_3$ Formation Method
서영범*, 지성길 (*충남대*)

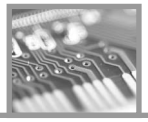
SF6-7
15:00-15:15 알칼리 활성 시멘트와 석탄 바닥재를 이용한 친환경 투수 콘크리트의 특성
김광목*, 장정국, 이행기 (*KAIST*)

SF6-8
15:15-15:30 발전소 부산물을 활용한 폐광산 채움재 재료 개발
김춘식[1*], 이건호[1], 남성영[1], 민승의[1], 이형우[1,2], 안지환[3], 한 춘[2] ([1]*한일시멘트*, [2]*광운대*, [3]*KIGAM*)

14:00-15:00 시상 및 경품추첨

구두발표

Room 110+111



2015년 11월 6일(금)

08:00-17:00	등록

SB2. 국내 SOFC 최신 산업 동향
(Organizer: 송락현/KIER)

좌장: 황해진/인하대

SB2-1 SOFC 산업화 포럼 소개 및 향후 계획 (*invited*)
09:00-09:25 이동원* (*STX중공업*)
SB2-2 상용화를 위한 고체산화물 연료전지(SOFC) 기술 개발 현황 (*invited*)
09:25-09:50 최성호*,박진아, 최종우, 송상현, 양병창 (*미코*)
SB2-3 Development of Highly Conductive Ceramic Materials for SOFC Interconnects (*invited*)
09:50-10:15 류광현[1]*, 송락현[2], 이종원[2] ([1]*엘티씨(주)*, [2]*KIER*)

10:15-10:20	Coffee Break

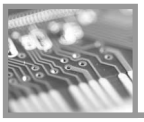
좌장: 송선주/전남대

SB2-4 700W급 고체산화물 연료전지 자열운전 시스템 개발 및 운전 (*invited*)
10:20-10:45 신석재*, 이 용, 박세진, 김진형, 손승길 (*경동나비엔*)
SB2-5 1kW급 평관형 SOFC 시스템 개발 현황 (*invited*)
10:45-11:10 박승환* (*STX중공업*)
SB2-6 A 1kW Natural Gas Reformer Module for SOFC Systems (*invited*)
11:10-11:35 강인용* (*에이치앤파워*)
SB2-7 A Comparison Analysis of Public Policies on Fuel Cells in Combination with Generation Mix Persepectives (*invited*)
11:35-12:00 이해원*, 김병국, 이종호 (*KIST*)

12:00-13:30	Lunch
14:00-15:00	시상 및 경품추첨

구두발표

Room 113



2015년 11월 6일(금)

08:00-17:00	등록

G2. 에너지 환경 세라믹스
SB3. 에너지 환경 세라믹스
(Organizer: 우상국/KIER)

좌장: 여정구/KIER, 조철희/충남대

G2-9 고단열성 실리카 에어로젤 Blanket 제조 및 특성
09:30-10:00 이경진*, 황해진 (*인하대*)

G2-10 고분자-실리카 에어로겔 복합체 제조 및 단열 특성 평가
10:00-10:30 최영주[1*], 박석훈[2], 황해진[1] ([1]*인하대*, [2]*안양대*)

SB3-3 제올라이트 분리막 합성 및 산업 응용
10:30-11:00 조철희 (*충남대*)

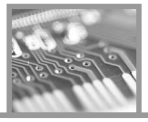
G2-11 ALD-Zn(O,S) 버퍼층을 적용한 $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$ 박막 태양 전지 연구
11:00-11:30 홍희경*, 김인영, 송광염, 김진혁, 허재영 (*전남대*)

SB3-4 금속 정밀주조용 실리카 기반 세라믹 코어의 열처리 조건이 물성에 미치는 영향에 대한 연구
11:30-12:00 여정구[1*], 김영환[1,3], 박정수[1], 정연길[2], 백운규[3] ([1]*KIER*, [2]*창원대*, [4]*한양대*)

12:00-13:30	Lunch
14:00-15:00	시상 및 경품추첨

구두발표

Room 114



2015년 11월 6일(금)

08:00-17:00 등록

G4. 나노융합 세라믹스
SB4. 촉매용 세라믹스
SB7. 이차전지용 세라믹스
(Organizer: 윤영수/가천대, 김도경/KAIST)

좌장: 이석희/가천대

G4-1 Catalyst Loaded WO3 Nanofibers Using Metal-Organic Framework Templates for Exhaled Breath Analysis
09:00-09:15 구원태*, 최선진, 김상준, 장지수, 김일두 (*KAIST*)

SB4-1 Pt Based Anode Catalyst in DMFC (*invited*)
09:15-09:35 kakati nitul*, 윤영수 (*가천대*)

SB7-1 Wetting and Loading Behavior of the Li-Based Electrolytes on Alumina and Zirconia Separators for Thermal Battery Applications
09:35-09:50 채상혁*, Kati, 윤당혁 (*영남대*)

SB4-2 열전지 양극용 유기 binder free 슬러리 제작
09:50-10:05 김인예*, 윤영수 (*가천대*)

SB7-2 Rational Design of Sn-based Multicomponent Anodes for High Performance Lithium-Ion Batteries: Hollow SnO_2@TiO_2@rGO Nanotubes
10:05-10:20 정준영*, 김찬훈, 장지수, 김일두 (*KAIST*)

10:20-10:35 Coffee Break

SB7-3 RF sputtering 공법을 이용한 전고상 이차전지용 Li-Si-P-O-N 박막 고체전해질의 특성
10:35-10:50 이유나*, 윤영수 (*가천대*)

SB7-4 Coupling of Single-layered WS2 Nanoplates with Carbon Nanofibers Exhibiting Extraordinary Electrochemical Performance as Anodes for Lithium ion Batteries and Electrocatalysts for Hydrogen Evolution
10:50-11:05 유선문*, 김재훈, 정지원, 윤기로, 오지훈, 김일두 (*한국과학기술원*)

SB7-5 동시 스퍼터링 법을 이용한 SnO_2/C 전고상전지 복합 음극 제조
11:05-11:20 박세용*, 윤영수 (*가천대*)

12:00-13:30 Lunch

좌장: 윤영수/가천대

SB4-3 Application of Electrophoretic Deposition for Synthesis of Electrochemical Energy Conversion Materials (*invited*)
13:30-13:50 이석희[1*], 우성필[2], 이유나[1], 윤영수[1] (*1가천대,2연세대*)

SB7-6 Facile Lithium Ion Transport through Superionic Pathways Formed on the Surface of Li3V2(PO4)3/C for High Power Li Ion Battery
13:50-14:05 한동욱[1*], 엄지용[1], 윤주호[1], 유승을[1], 강용묵[2] ([1]*KATECH*, [2]*동국대*)

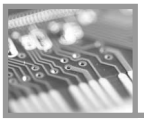
SB4-4 핵융합용 삼중수소 발생을 위한 Li-rich $LiAlO_2$ 합성 및 특성평가
14:05-14:20 우성필[1*], 윤영수[2] ([1]*연세대*, [2]*가천대*)

SB4-5 Recent Advances in Proton Exchange Membrane for Direct Methanol Fuel Cell (*invited*)
14:20-14:40 Jatindranath Maiti*, 윤영수 (*가천대*)

14:00-15:00 시상 및 경품추첨

구두발표

Room 117



2015년 11월 6일(금)

08:00-17:00	등록

IEFM 2015 (1st International Symposium on Emerging Functional Materials)
Session IV. Frontiers in Carbon & Related Materials

좌장: Prof. Seokwoo Jeon/KAIST, Prof. Young Joon Hong/Sejong Univ.

I4-1	Japanese Challenge in Carbon Fiber Composites for Mass Production Automotive Application (*invited*)
09:00-09:25	Prof. Jun Takahashi (*Univ. Tyoko, Japan*)
I4-2	Polymer/Carbon Nanotube Composite for Next Generation Carbon Fiber (*invited*)
09:25-09:50	Prof. Han Gi Chae (*UNIST*)
I4-3	Synthesis of Unique Carbons Having a Hierarchical Porous System of Micro-, Meso- and Macropores Using the Ice Templating Method (*invited*)
09:50-10:15	Prof. Shin Mukai (*Hokkaido University, Japan*)
I4-4	Selective Growth of Semiconducting and Metallic Single-wall Carbon Nanotubes (*invited*)
10:15-10:40	Prof. Chang Liu (*Chinese Academy of Sciences, China*)
10:40-11:00	Coffee Break
I4-5	Recent Progress in Epitaxial Graphene on Bulk and Thin Film SiC Crystals (*invited*)
11:00-11:25	Prof. Maki Suemitsu (*Tohoku Univ., Japan*)
I4-6	Graphene Based Conformal Devices (*invited*)
11:25-11:50	Prof. Jong-Hyun Ahn (*Yonsei Univ.*)
I4-7	Ultimate Graphene Electrodes for Flexible Organic Light-Emitting Diodes (*invited*)
11:50-12:15	Prof. Tae-woo Lee (*POSTECH*)
I4-8	Recent Progress in Graphene Barristor (*invited*)
12:15-12:40	Prof. Hyun-Jong Chung (*Konkuk Univ.*)
12:00-13:30	Lunch
14:00-15:00	시상 및 경품추첨

포스터발표

Poster- Ⅰ

2015년 11월 4일(수) 13:00-18:00

G1. 전자 세라믹스

P1-G1-1 Development of α-Al_2O_3 Ceramics/photopolymers Composites for 3D Printing
박태완*, 정영훈, 조정호, 백종후, 윤지선 (*KICET*)

P1-G1-2 Synthesis and Characterization of BNKT-BF/PVDF Piezoelectric Nanofiber Composites
지상현*, 정영훈, 조정호, 백종후, 윤지선 (*KICET*)

P1-G1-3 발표취소

P1-G1-4 Structural, Optical and Grain Boundary Potential Characteristics of Sulfurized $BiFeO_3$ Thin Films
이승민*, 조용수 (*연세대*)

P1-G1-5 RF-Magnetron Sputtering법으로 증착한 (Al,P) co-doped ZnO 박막의 전기적
신승학*, 허영우, 이준형, 김정주 (*경북대*)

P1-G1-6 Synthesis of Alumina-graphene Composites by Planetary Mill
최기범*, 김종영 (*KICET*)

P1-G1-7 Effect of Alumina doping in Tin Oxide Thin Films
한상진*, 김성민, 박은길, 김형준 (*서울대*)

P1-G1-8 Low Temperature Synthesis of Fluorine-Doped Tin Oxide Transparent Conducting Thin Film at 200℃
최재석[1]*, 김창열[1], 최성철[2] ([1]*KICET*, [2]*한양대*)

P1-G1-9 실외 변전소 구조물의 상태진단용 자가발전 무선 온도, 진동 센서 노드 개발 및 평가
김창일[1]*, 윤지선[1], 정영훈[1], 조정호[1], 백종후[1], 장용호[2], 최범진[2], 박신서[2], 조영봉[3], 손천명[4], 서덕기[4] ([1]*KICET*, [2]*(주)센불*, [3]*(주)티오션*, [4]*한전KDN(주)*)

P1-G1-10 Synthesis and Characterization of Rod-shape Ni-Zn Ferrite
최현빈*, 전명표, 전승엽 (*KICET*)

P1-G1-11 무수축 기판 상에 UV 레이저 가공 시 나타나는 미세 홀의 터짐현상 제어
안익준[1]*, 여동훈[2], 신효순[2], 심광보[1] ([1]*한양대*, [2]*KICET*)

P1-G1-12 전력형 반도체용 TPC(Thick film Printed Copper) 페이스트 개발
박준영[1]*, 김종희[1], 김영태[2], 정현성[1] ([1]*KICET*, [2]*MSC*)

P1-G1-13 Fabrication of AlN Whiskers via Catalyst-assisted Carbothermal Reduction and Nitridation and Enhancement Thermal Conductivity of AlN Whiskers/Polymer Composites with Aligned Structure
DANGTHIMYLINH*, 김창열 (*KICET*)

P1-G1-14 Synthesis of One-Dimensional SnO_2 Lines by Electrohydrodynamic Jet Printing and Its Application for Gas Sensor
김창열* (*KICET*)

P1-G1-15 Synthesis of One-Dimensional Pillar Arrays by Electrohydrodynamic Jet Printing for Glucose Sensor
고은별*, 김창열 (*KICET*)

P1-G1-16 Microstructure and Dielectric Properties of Sn-doped $BaTiO_3$ Ceramics
손진욱*, 전명표 (*KICET*)

P1-G1-17 비정질 ZTO(Zinc Tin Oxide) 채널층을 활용한 투명 유연성 박막트랜지스터 소자의 제작과 특성 평가
김성민*, 김형준 (*서울대*)

P1-G1-18 전기적 평가법을 이용한 유연 OLED의 a-SiNx 봉지막의 균열 발생에 관한 연구
박은길*, 김형준 (*서울대*)

P1-G1-19 금속 연자성 복합체의 분산 평가
오세문[1]*, 신효순[1], 여동훈[1], 이창현[2], 김진호[3] ([1]*KICET*, [2]*고려대*, [3]*경북대*)

P1-G1-20 Threshold Switching Characteristics of Te-Matrix Thin Film for RRAM Application
김영석*, 박지운, 김형준 (*서울대*)

P1-G1-21 신 조성 적색 산화물 형광체 $SrLu_2O_4:Eu^{2+}$의 합성 및 발광 특성 연구
김경호*, 강은희, 홍성현 (*서울대*)

포스터발표

Poster- Ⅰ

2015년 11월 4일(수) 13:00-18:00

P1-G1-22 이동통신용 후막형 고전력 RF 저항의 제조 및 특성
구본급[1*], 김동진[2] ([1]한밭대, [2](주)케이엠씨테크놀러지)

P1-G1-23 Effect of Two-Step Sintering Method on Dielectric Properties of $(Ba_{0.9}Sr_{0.25}Ca_{0.05})(Ti_{0.9}Zr_{0.1})O_3$ with CuO Addition
김성호*, 김응수 (경기대)

P1-G1-24 Bi-Te계 열전소재의 합성 및 상압 소결
신예원[1*], 이창현[2], 신효순[3], 여동훈[3] ([1]경북대, [2]고려대, [3]KICET)

P1-G1-25 LTCC기판 적용을 위한 첨가제 변화에 따른 Al_2O_3 저온 소결
이창현[1*], 신효순[2], 여동훈[2], 김효태[2], 남 산[1] ([1]고려대, [2]KICET)

P1-G1-26 Complex Substitutional Effect of Sn and Zr on Microwave Dielectric Properties of $MgTiO_3$ Ceramics
조현진*, 김응수 (경기대)

P1-G1-27 High Temperature Electrical Properties of Zr-doped Y_2O_3 Transparent Ceramics
Minh-Hoang Pham[1*], Eui-Chol Shin[1], Su-Hyun Moon[1], Dang-Thanh Nguyen[1], Young-Jo Park[2], and Jong-Sook Lee[1] ([1]Chonnam Nat'l Univ., [2]KICET)

P1-G1-28 PCFC/PCEC Characteristics of Pt|BCY|Pt and Ni-BCZY|BCZY|BSCF Single Cells
신의철[1*], 송희진[1], 문수현[1], 안혁순[2], 이종호[2], 이종숙[1] ([1]전남대, [2]KIST)

P1-G1-29 Electrical Properties of $BaTiO_3$ Single Crystals Grown by Solid-state Conversion
문수현[1*], 신의철[1], Ho-Yong Lee[2], 이종숙[1] ([1]전남대, [2]Sun Moon Univ.)

P1-G1-30 압전소자에 따른 1-3형 압전 복합체 특성에 관한 연구
송봉준*, 오새롬, 김종호, 신호용, 임종인 (KICET)

P1-G1-31 매트릭스 폴리머가 1-3형 압전복합체의 특성에 미치는 영향에 관한 연구
오새롬*, 송봉준, 김종호, 신호용, 임종인 (KICET)

P1-G1-32 백색 LED 적용을 위한 YAG:Ce 세라믹 형광막의 상압소결
허세윤*, 홍성현 (서울대)

P1-G1-33 Mo가 첨가된 ZnO 중공 나노섬유를 이용한 고감도 고선택성의 Trimethylamine 가스 센서
김보영[1*], 윤지욱[1], 이철순[1], 박준식[2], 이종흔[1] ([1]고려대, [2]Smart Convergence Sensor Research Center)

P1-G1-34 CuO 첨가 In_2O_3 나노섬유를 이용한 고감도 고선택성 H_2S 감응
김태형*, Xishuang Liang, 윤지욱, 곽창훈, 이종흔 (고려대)

P1-G1-35 초고전력용 후막 고주파부품의 도체 막 접착강도에 미치는 AlN 기판의 표면조도와 소결온도의 영향
구본급* (한밭대)

P1-G1-36 열처리 조건 변화를 통한 바나듐 산화물 박막의 상변화 제어 연구
송광염*, 홍희경, 허재영 (전남대)

P1-G1-37 스퍼터 증착 조건에 따른 $InGaZnO_4$ 박막 트랜지스터의 소자특성 변화 연구
조재유*, 조재승, 허재영 (전남대)

P1-G1-38 Effect of Surface Charge Control of Exfoliated Graphene on Graphene-Polymer Composite and Electrical Conducting Property
류승한*, 김세일, Manwar Hussain, 좌용호 (한양대)

P1-G1-39 마이크로파 증착 후 열처리에 따른 SiC 박막의 나노구조 및 발광특성
이상혁*, 김효한, 조남희 (인하대)

P1-G1-40 마이크로파 소결에 의한 Al_2O_3 세라믹 제조 및 특성 분석
윤한솔*, 정대용, 조남희 (인하대)

P1-G1-41 Effects of Particle Size on Formation of ZnO Bulks Compacted by Underwater Shock Wave Process
Kongsy[1*], 송정환[1], Kazuyuki Hokamoto[2], 임대영[1] ([1]Pai Chai Univ., [2]Kumamoto Univ.)

P1-G1-42 Fabrication of UV Photodetector Device Based on Graphene-ZnO Composites
권영태*, 천지애, 강성웅, 좌용호 (한양대)

P1-G1-43 Van der Pauw Method for the Characterization of Oxygen Transport Membrane Materials in the Form of Ceramic Pellets
PHAM Thuy Linh[*1], MOON Su-Hyun[1], SONG Hee-Jin[1], SHIN Eui-Chol[1], NGUYEN Dang Thanh[1], JOO Jong-Hoon[2], YU Ji Haeng[3] and Lee

포스터발표

Poster- Ⅰ

2015년 11월 4일(수) 13:00-18:00

Jong Sook[1] ([1]*Chonnam Nat'l Univ.*, [2]*Chungbuk Nat'l Univ.*, [3]*KIER*)

G1-1 금속유도 화학에칭법에 의해 제조된 기공성 실리콘의 나노구조 및 발광 특성 분석
김효한*, 윤한솔, 조남희 (*인하대*)

G1-2 Glycol Process에 의한 Al-doped ZnO nanopowder 제조 및 특성에 관한 연구
박성준*, 송정환, 임대영 (*배재대*)

G1-6 RF 마그네트론 스퍼터링에 의하여 증착된 TiInZnO/Ag/TiInZnO 박막의 산소 분압에 따른 특성
김은미[1]*, 오정표[2], 김남호[2], 최인석[1], 허기석[1] ([1]*KITECH*, [2]*전남대*)

G1-15 Oxygen Vacancy Clustering and Electron Localization in Oxygen-Deficient $SrTiO_3$
엄기태*, 최의영, 이재찬 (*성균관대*)

G2. 에너지 환경 세라믹스

P1-G2-1 Improved Photovoltaic Characteristics of Non-toxic Solution-deposited $CuIn_{0.7}Ga_{0.3}(Se,S)_2$ Thin Films by Post Selenization and Sulfurization Process
장진우*, 최익진, 이승민, 조용수 (*연세대*)

P1-G2-2 Enhanced Dielectric Properties of $BaTiO_3$/Epoxy Composites by Particle Alignment
김동석*, 백창연, 마호진, 김도경 (*KAIST*)

P1-G2-3 GSP방법을 이용한 구형입자 제조 및 소결특성
정경채*, 엄성호, 김연구, 조문성 (*KAERI*)

P1-G2-4 H_3PO_4 담지에 의한 SCR 탈질 촉매 비활성화 메커니즘 규명
한승윤[1]*, 정보라[1], 예보라[1], 이희수[2], 김홍대[1] ([1]*KITECH*, [2]*부산대학교*)

P1-G2-5 리튬이차전지용 Al_2O_3 코팅 유/무기 복합 분리막의 제조 및 고순도 알루미나 분말 제조에 대한 연구
홍성은*, 김용남, 이동원 (*KTL*)

P1-G2-6 Improved Water Splitting Performances of $BiVO_4$ Thin Films by Deposition of Oxygen Evolution Catalyst for Photoelectrochemical Solar Cells
정상윤[1]*, 신혜민[1], 김태민[2], 윤명한[1], 장호원[2], 이상한[1] ([1]*GIST*, [2]*서울대*)

P1-G2-7 열-전기 발전기술 용 고성능 AMTEC 전극 개발
석승원[1]*, 한문희[1], 김향태[1], 최현종[2], 이욱현[2], 우상국[2], 김선동[2] ([1]*충남대*, [2]*KIER*)

P1-G2-8 저등급석탄 및 바이오매스의 열분해 기술을 이용한 고효율 연료화 연구
정용주[1]*, 최원석[1], 황경준[1], 김왕현[2], 김상호[2] ([1]*(재)철원플라즈마산업기술연구원*, [2]*강원테크노파크*)

P1-G2-9 석탄폐석을 이용한 수처리용 다공성 흡착제 제조 기술 개발
권영준[1]*, 이원영[1], 황경준[1], 최원석[1], 조형환[2], 김상호[2] ([1]*(재)철원플라즈마산업기술연구원*, [2]*강원테크노파크*)

P1-G2-10 Hollow Structured Boron-doped Diamond Nanorod Electrode for Electrochemical Sensor
임영균*, 이승구, 임대순 (*고려대*)

P1-G2-11 Effect of Surface Modification on Photoelectrochemical Properties of Vertically-aligned $CuInS_2$ Nanorod Arrays
양우석*, 오윤정, 김지민, 문주호 (*연세대*)

P1-G2-12 불활성 기체 열처리와 수계 액상 셀렌화 공정을 통해 제작한 CISSe 박막 태양전지
오윤정*, 양우석, 김지민, 문주호 (*연세대*)

P1-G2-13 집광형 태양전지의 효율에 미치는 형광 및 축광 물질의 영향
김태희*, 박경봉, 김지훈, 김병수, 김은희, 이민형 (*안동대*)

P1-G2-14 고로주상분말을 이용한 직접환원철의 환원율 및 상변화
윤영민*, 추용식 (*KICET*)

P1-G2-15 Template-directed Fabrication of Vertically-alligned Cu_2ZnSnS_4 Nanorod Arrays for Photoelectrochemical Application via a Non-toxic Sol-gel Process
김지민*, 양우석, 오윤정, 문주호 (*연세대*)

P1-G2-16 혼합물 실험계획법을 이용한 분말의 입도분포 및 열처리 조건이 이산화규소 기반 다공체의 물성에 미치는 영향
여정구[1]*, 박정수[1], 김영환[1,2] ([1]*KIER*, [2]*한양대*)

P1-G2-17 Rolling method를 이용한 mineral 돌기를 갖는 경량 고강도 유무기 복합소재 개발

포스터발표

Poster- Ⅰ

2015년 11월 4일(수) 13:00-18:00

정운성[1*], 이윤주[1], 신동근[1], 김영희[1], 김수룡[1], 권우택[1], 심광보[2] ([1]*KICET*, [2]*한양대*)

P1-G2-18 SnO_2-Fe_2O_3-C 단일공정 합성을 통한 향상된 리튬 이온전지 성능 평가
최종현*, 김원식, 홍성현 (*서울대*)

P1-G2-19 가압경수로 사용후핵연료 피복관 시편 제작을 위한 질산 용해율 평가
권형문*, 서항석, 김성근, 김도식 (*KAERI*)

P1-G2-20 폐 자동차 앞유리를 이용한 Hydroxy Sodalite 합성
김재찬*, 최민구, 김다솔, 김동완 (*고려대*)

P1-G2-21 재활용 Poly-Vinyl Butyral을 이용한 리튬이온전지용 Si/C 음극 제조
박성우*, 최민구, 김재찬, 김동완 (*고려대*)

P1-G2-22 In situ Synchrotron XRD Investigation of Structural Transformation in a Layered $NaFe_{0.5}Co_{0.5}O_2$
정영화*, 김도경 (*KAIST*)

P1-G2-23 산업부산물을 이용한 산업용 연료 연구
김상호*, 조형환, 김 덕, 한석현, 이재하 (*강원테크노파크*)

P1-G2-24 신 공침 공정 기술을 이용한 리튬이차전지 NMC 양극재 합성
박혜원*, 김정훈, 송정훈 (*RIST*)

P1-G2-27 전이금속이 도핑된 TiO_2 나노파우더 합성 및 염료감응형 태양전지에의 응용
송준호*, 박상엽 (*강릉원주대*)

G3. 엔지니어링 세라믹스

P1-G3-1 실리콘 기화 증착 반응을 이용한 그라파이트 표면에서의 SiC 코팅층 제조 및 특성분석
황국진[1*], 이명현[1], 이윤철[2], 임성실[2], 황정태[2] ([1]*KICET*, [2]*제너코트*)

P1-G3-2 Processing and Characterization the Porous Si_3N_4/BN Composite using PMMA as Pore-forming Agent
이현민*, 김도경 (*KAIST*)

P1-G3-3 모세관 점도계를 이용한 압출용 탄화규소 소지의 가소성평가
권창섭[1*], 이수진[1], 오윤석[1], 이성민[1], 신현익[2], 김영석[2], 김성원[1] ([1]*KICET*, [2]*(주)이노쎄라*)

P1-G3-4 Al 함량에 따른 Cr-Si-Al-N 코팅막의 상형성 거동 및 표면 물성 분석
최선아[1*], 김성원[1], 한윤수[1], 이성민[1], 김형태[1], 김형순[2], 오윤석[1] ([1]*KICET*, [2]*인하대*)

P1-G3-5 희토류 산화물의 첨가가 WC 소결체의 고온 물성에 미치는 영향에 관한 연구
강인철[1*], 한재길[1], 주선아[1], 최성창[1], 박영균[2], 전상호[2], 송아림[2] ([1]*인천테크노파크*, [2]*(주)와이지-원*)

P1-G3-6 요오드를 이용하여 안정화된 폴리카보실란 섬유의 색변화
이현아[1*], 류도형[1], 유병하[1], 김성구[1], 이정욱[1], 홍준성[1], 조광연[2], 신동근[2], 김재성[3], 윤병일[3], 김정일[3] ([1]*서울과학기술대*, [2]*KICET*, [3]*(주)테크카본*)

P1-G3-7 요오드와 보론화합물 분위기 분말을 이용해 한도가니 공정을 통한 탄화규소(SiC) 섬유의 제조
유병하[1*], 김성구[1], 이현아[1], 홍준성[1], 류도형[1], 조광연[2], 신동근[2], 김재성[3], 윤병일[3], 김정일[3] ([1]*서울과학기술대*, [2]*KICET*, [3]*(주)테크카본*)

P1-G3-8 Tribological and Structural Properties of Chloroform Treated Carbide-Derived Carbon
이다희*, 전윤수, 임대순 (*고려대*)

P1-G3-9 소결 조제함량에 따른 탄화규소 소결체의 특성
이미사*, 이은주, 김득중 (*성균관대*)

P1-G3-10 탄화규소 액상소결시 액상량과 온도에 따른 기계적 특성
백용균*, 황진근, 노혜란, 유치성, 이건원 (*안동대*)

P1-G3-11 A Comparative Study of Nanocrystalline VN Coatings Fabricated by Direct Current and Inductively Coupled Plasma Assisted Magnetron Sputtering
임현호* (*목포대*)

P1-G3-12 A Comparative Study of VN Coatings Deposited by DC and Pulsed DC Asymmetric Bipolar Magnetron Sputtering

포스터발표

Poster- Ⅰ

2015년 11월 4일(수) 13:00-18:00

오복현* (목포대)

P1-G3-13 냉동성형법에 의한 다공성 세라믹 후막 제조
신란희[1*], 구준모[2], 김영도[1], 한윤수[2] ([1]한양대, [2]KICET)

P1-G3-14 Fabrication of High-Purity Mullite Ceramics and Its Corrosion Behavior Attacked by Solar Salts
정숙인*, 김남일, 함경식, 이상진 (목포대)

P1-G3-15 테잎캐스팅법을 이용한 반응소결 Si_3N_4 방열기판 제조
박지숙[1*], 이화준[1], 류성수[1], 이성민[1], 황해진[2], 한윤수[1] ([1]KICET, [2]인하대)

P1-G3-16 열화학처리 공정을 이용한 석영유리 원료분말의 미량 불순물 제거 연구
김종호*, 이영준, 박준표 (RIST)

P1-G3-17 Phase Transition of Yittria-Stabilized-Zirconia Film Coated on STS_30_4 by Aerosol Deposition
임지호[1*], 박춘길[1], 이정근[1], 공영민[2], 정대용[1] ([1]인하대, [2]울산대)

P1-G3-18 Fabrication and Characterizations of Pressureless Sintered Honeycomb SiC for the Reactor of PFCs Gas Scrubber
성영훈*, 한인섭, 서두원, 김세영, 우상국 (KIER)

P1-G3-19 발표취소

P1-G3-20 왕겨로부터 제조된 탄화규소 분말의 특성
박태언[1*], 김용규[1], 박광일[1], 윤영훈[2] ([1](주)에코텍코리아, [2]동신대)

P1-G3-21 Flexural Strength of Ceramic Membrane Support
엄정혜[1*], 김영욱[1], 정대한[1], 송인혁[2] ([1]서울시립대, [2]KIMS)

P1-G3-22 Effects of Starting Particle Size and Ba Addition on Flexural Strength of SiOC Ceramics
엄정혜*, 김영욱 (서울시립대)

P1-G3-23 나노 SiO_2 콜로이드의 분무건조 및 과립 특성
오현명*, 박창식, 이현권 (금오공대)

P1-G3-24 발표취소

P1-G3-25 화학기상증착법을 이용한 Graphite TaC 증착법
정상민[1*], 김대종[1], 김정일[2], 우창현[2], 박지연[1], 김원주[1], 이현근[1] ([1]KAERI, [2]TCK)

P1-G3-26 C-ring 시험에 의한 SiC_f/SiC 튜브의 강도 평가
김선혜[1*], 박지연[2], 김원주[2], 김대종[2], 이현근[2] ([1]한밭대, [2]KAERI)

P1-G3-27 산소가 함유된 폴리카보실란 섬유의 열산화 안정화
김성구[1*], 유병하[1], 이현아[1], 김정일[2], 윤병일[2], 김재성[2], 최우철[2], 이윤주[3], 김영희[3], 신동근[3], 류도형[1] ([1]서울과학기술대, [2](주)데크카본, [3]KICET)

P1-G3-28 블렌딩 공정으로 열적 특성을 가진 본드자석용 유기바인더의 제조
조연화[1*], 오영우[2], 황유경[2], 조대영[2], 허정섭[1], 남성철[1] ([1]유지스, [2]경남대)

P1-G3-30 열간가압 질화규소 소결체의 열적 특성에 미치는 비산화물 첨가제의 영향
도환수*, 김경훈, 박주석, 임종인, 김경자 (KICET)

P1-G3-31 고부가가치 세라믹스의 제조를 위한 석탄회의 재활용 기술
김규헌*, 윤석영, 박홍채 (부산대)

G4. 나노융합 세라믹스

P1-G4-1 Effect of Anionic Surface Modifier on Thermal Stability and Mechanical Properties of Layered Double Hydroxide/Polypropylene Nanocomposites
양재훈*, 이지희, 류현주, 최고은, 최진호 (이화여대)

P1-G4-2 선택 투과형 UV/IR 차단을 위한 유·무기복합재료의 특성
김명재*, 김경남 (강원대)

P1-G4-3 Enhanced Thermoelectric Property of Au Nanoinclusion-embedded Nanocrystalline n-type Bi_2Te_3

포스터발표

Poster- Ⅰ

2015년 11월 4일(수) 13:00-18:00

이은실[1*], 김종영[1], 심우영[2] ([1]KICET, [2]연세대학교)

P1-G4-4 Swelling and Exfoliation of Layered ZnSb Materials
최광민[1*], 김종영[1], 황해진[2], 심우영[3] ([1]KICET, [2]인하대학교, [3]연세대)

P1-G4-5 Synthesis of Carbon Nanotube Functional Hybrid Silica Sol-gel Coating on Aluminium Surface
이창기*, 허진영, 심진기 (KITECH)

P1-G4-6 TiO_2-CNT core/shell 나노 파이버를 이용한 염료 감응형 태양전지
김완태*, 나경한, 서무현, 최원열 (강릉원주대)

P1-G4-7 광간섭 바이오 센서를 위한 TiO_2 나노튜브 어레이 형성 제어
김완태*, 최원열 (강릉원주대)

P1-G4-8 Tunable Coloration and Thermal Behavior of SIO_2 or SnO_2 Covered on β-FeOOH
윤지연[1*], 유 리[2], 김일주[3], 최은영[3], 피재환[2], 김유진[2] ([1]인하대, [2]KICET, [3]한국과학영재학교)

P1-G4-9 콜로이드법을 이용한 금속 나노 분말의 합성법
강이승*, 신동윤, 홍명환, 이덕희, 이찬기 (고등기술연구원)

P1-G4-10 ZnS:Cu와 PDMS를 사용하여 제작한 탄성발광필름의 두께에 따른 특성 변화
오정표[1*], 김남호[1], 최인석[2], 김은미[2], 우정주[1], 허기석[2] ([1]전남대, [2]KITECH)

P1-G4-11 발광체가 패터닝된 스마트윈도우의 특성
최인석[1*], 오정표[2], 김은미[1], 김남호[2], 허기석[1] ([1]KITECH, [2]전남대)

P1-G4-12 합성조건 최적화에 따른 코어-쉘 구조의 Y_2O_3 나노 형광체 광 특성 향상
현재영*, 최주현, 김기현, 김완호, 전시욱, 김재필 (KOPTI)

P1-G4-13 ZnS계 형광체와 Polydimethylsiloxane(PDMS)를 이용한 탄성발광필름의 특성향상에 대한 연구
김남호[1*], 최인석[2], 오정표[1], 김은미[2], 허기석[2] ([1]전남대, [2]KITEHCH)

P1-G4-14 Low Damage Sputtering 공정에 따른 OLED 전자수송층의 Damage 분석
이승현[1*], 김종기[1], 이준형[1], 이찬재[2], 문대규[3], 명재민[4] ([1]경북대, [2]KETI, [3]순천향대, [4]연세대)

G5. 바이오 세라믹스

P1-G5-1 티타니아 열산화막의 표면특성과 세포활성도
강종호[1*], 황국진[1], 서원선[1], 이석원[2], 최헌진[3], 이명현[1] ([1]KICET, [2]경희대, [3]연세대)

P1-G5-2 잉크젯 프린팅을 위한 조성물 및 기판특성 제어와 인쇄된 마이크로 패턴에서의 세포 활성도
강종호[1*], 서원선[1], 이석원[2], 최헌진[3], 이명현[1] ([1]KICET, [2]경희대, [3]연세대)

P1-G5-3 Ceramic Nanoparticle for Drug Delivery System; Anti-tumor Activity of MTX-Ceramic Nanohybrid
최고은*, 최고은, 최진호 (이화여대)

P1-G5-4 상온분사법에 의한 Hydroxyapatite/wollastonite 생체복합재료 코팅 및 혼합비에 따른 생체활성 변화
음상철*, 이종국, 함다솜 (조선대)

P1-G5-5 약물 전달형 β삼인산 칼슘 과립 원료를 이용한 저발열성 골시멘트
오경식*, 이인철, 손영준, 한동규, 김학준, 서민호, 민성존, 조현호, 정태주 (안동대)

P1-G5-6 Co-synthesis Process of the Hydroxyapatite and β-Tricalcium Phosphate Mixture by Using Eggshell Sand Phosphoric Acid
강태성*, 이상진 (목포대)

P1-G5-7 Fixation of Living Cells onto Vertically Aligned Nanowires by Inkjet Printing
이동규* (연세대)

P1-G5-8 30 wt% Tricalcium Phosphate /Al_2O_3 복합재료의 제조 및 특성
하정수*, 정희철 (안동대)

P1-G5-9 패각을 이용한 주얼리용 생체모방 세라믹 비드의 제조
한상원*, 전성용 (목포대)

G5-2 고농도의 인산칼슘 수용액이 법랑질의 재광화에 미치는 영향

포스터발표

Poster- Ⅰ

2015년 11월 4일(수) 13:00-18:00

이소명* ((주)시지바이오)

G6. 유리 및 비정질 세라믹스

P1-G6-1 저함량 지르코니아를 사용해 제조한 AR-glass의 내알칼리 테스트에 관한 연구
이지선[1,2*], 임태영[1], 황종희[1], 김진호[1], 이미재[1], 현승균[2] ([1]KICET, [2]인하대)

P1-G6-2 석영유리의 Non-HF계 표면 세정방법 개발 및 특성 평가
윤지연[1*], 유 리[2], 김형준[2], 김유진[2] ([1]인하대, [2]KICET)

P1-G6-3 반도체소재 부품용 석영유리의 대형화을 위한 re-melting 기술 개발 연구
윤지연[1*], 유 리[2], 피재환[2], 김유진[2] ([1]인하대, [2]KICET)

P1-G6-4 분무 열분해 증착 방법으로 만들어진 F가 도핑된 SnO_2 박막의 전열특성에 대한 SiO_2 덮개층의 영향
이정욱[1*], 이성민[1], 류종훈[1], 류도형[1], 김보민[2], 하정민[2], 박성환[2] ([1]서울과학기술대학교, [2](주)솔라세라믹)

P1-G6-5 Relationship among Fluorine Concentration, Band Gap and Work Function of Fluorine Doped Tin Oxide Thin Films
류종훈[1*], 이정욱[1], 이성민[1], 이인섭[1], 김보민[2], 박성환[2], 류도형[3] ([1]서울과학기술대 미래융합소재연구소, [2](주)솔라세라믹, [3]서울과학기술대)

P1-G6-6 Fabrication of Transparent $Y_3Al_5O_{12}$:Ce^{3+} Phosphor in Glass for Remote Phosphor LED
주정식*, 이주현, 장형일, 박성준, 양현경 (부경대)

P1-G6-7 Synthesis of Transparent Ceramic Derived from Preceramic Polymers
서영준*, 조성환, 김형순 (인하대)

G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스

P1-G7-1 세라믹 타일 프린팅용 고점성 디지털 프린터 시스템 제조
이동헌[1*], 김태우[1], 강태원[2], 최원식[3], 이기성[1] ([1]국민대, [2]강원대, [3](주)크레딕스)

P1-G7-2 Magnesium Phosphate계 시멘트의 염화물 이온 침투 특성에 관한 연구
박동철[1*], 이건철[2] ([1]대진대, [2]한국교통대)

P1-G7-3 무기강화제의 첨가량에 따른 Al_2O_3-SiC-C계 내화물의 열적 특성
김태관[1,2*], 박주석[1], 김경훈[1], 김경자[1], 김형순[2] ([1]KICET, [2]인하대)

P1-G7-4 시멘트 혼합재용으로서의 제지슬러지 애시의 특성 평가
송태웅*, 김세윤 (경남대)

P1-G7-5 3성분계 혼합 시멘트 콘크리트의 초기강도에 관한 실험적 연구
양완희[1*], 이정우[1], 황지순[1], 정석만[1], 이세현[2] ([1](주)인트켐, [2]KICT)

P1-G7-6 출발 입자 및 무기 전구체 코팅공정을 통한 주형 몰드의 기계적 특성 향상
조근호*, 김은희, 정연길 (창원대)

G8. 전산재료과학 및 재료분석

P1-G8-1 Crystallization Behavior of Amorphous $LaAlO_3$ at an Interface with $SrTiO_3$ under Electron Beam Irradiation
이광엽[1*], 김진연[2], 문선영[1], 백승협[3], 김도향[1], 장혜정[3] ([1]연세대, [2]서울대, [3]KIST)

P1-G8-2 Enhanced Catalytic Behaver of Ni Alloy in Steam Methane Reforming
김한미*, 이재찬 (성균관대)

P1-G8-3 Applicability of Special Quasi-random Structure Models in Thermodynamic Calculations using Semi-empirical DebyeeGrüneisen Theory
김지웅*, 강일모 (KIGAM)

P1-G8-4 Mixed-Ionic-Electronic Conduction in Methylammonium Lead Iodide ($CH_3NH_3PbI_3$) Perovskite Crystals
Dang Thanh*, 신의철, 이종숙 (Chonnam Nat'l Univ.)
solar cells. Further characterization will be performed

P1-G8-5 Measured Polarization Hysteresis and Strains of Ferroelectric Ceramics at Various Electric Field Loading Rates
지대원*, 김상주 (서울시립대)

포스터발표

Poster- Ⅰ

2015년 11월 4일(수) 13:00-18:00

P1-G8-6 Luminescent Characteristics of M_2SiO_4:Eu^{2+} (M = Ca, Sr, Ba) Phosphor for White LEDs by a High Energy Ball Milling Method
이주현*, 홍우태, 장형일, 오주현, 양현경 (*부경대*)

G8-1 Photon Absorption Enhancement of Doped Titanate Nanosheets by First Principles Calculation
정봉욱[1]*, 이재찬[1], Minoru Osada[2] ([1]*성균관대*, [2]*NIMS*)

G9. 파인 세라믹스 및 전통 세라믹스

P1-G9-1 고강도 내마모성 지르코니아 세라믹 블레이드의 제조
박승복*, 이은정, 황해진 (*인하대*)

P1-G9-2 Hydroxyapatite 분위기 소결에 의한 지르코니아 상변화에 따른 표면 특성변화
정재훈[1]*, 최민근[1], 박춘길[1], 임지호[1], 공영민[2], 정대용[1] ([1]*인하대*, [2]*울산대*)

P1-G9-3 세노스피어(cenosphere)의 입도 분포에 따른 광학적 특성 평가
이원준[1]*, 황해진[1], 김진호[2], 황광택[2], 한규성[2] ([1]*인하대*, [2]*KICET*)

P1-G9-4 Tricalcium Phosphate 분위기 소결을 통한 지르코니아 표면상 변화
정재훈[1]*, 임지호[1], 최민근[1], 정대용[1], 공영민[2] ([1]*인하대*, [2]*울산대*)

P1-G9-5 Synthesis and Sintering Behavior of Cordierite Prepared Using Natural Minerals
정숙인*, 김남일, 이상진 (*목포대*)

P1-G9-6 산화반응에 의한 세라믹 전구체의 분해 및 기계적 특성평가
김보랑[1]*, 양성구[1], 이주성[2], 채지훈[3], 강종봉[1] ([1]*경남대*, [2]*(주)쎄노텍*, [3]*경북하이브리드부품연구원*)

P1-G9-7 Synthesis of Spherical SiO_2 Powders by Ultrasonic Pyrolysis Process
이지현[1]*, 한규성[2], 황해진[1], 김진호[2], 황광택[2] ([1]*인하대*, [2]*KICET*)

P1-G9-8 Characterization of AlN Thick Films Deposited by Aerosol Deposition Method on Graphite Substrate
정준기*, 김성진, 박상엽 (*강릉원주대*)

P1-G9-9 염기성 slag에 의한 h-BN/ceramic 복합체의 침식 거동 연구
소성민[1]*, 박주석[1], 김경훈[1], 도환수[1], 김경자[1], 안종필[1], 김형순[2] ([1]*KICET*, [2]*인하대*)

SA3. 제25회 형광체포럼: 발광체 연구 및 응용기술

P1-SA3-1 Highly Photoluminescent InP Colloidal Quantum Dots Obtained by Electrostatic Stabilization.
Anush Mnoyan[1]*, Artavazd Kirakosyana[1], 김현기[1], 송태영[1], 장호성[2], 전덕영[1] ([1]*KAIST*, [2]*KIST*)

P1-SA3-2 Silica 코팅에 의한 ZnS:Mn^{2+} 나노입자의 광 특성 향상
박인용* (*한밭대*)

P1-SA3-3 Study on Improvement of Light Extraction from Green CdSe@ZnS/ZnS Quantum Dot Light-emitting Diode using Microlens Films
최단비[1]*, 오지혜[1], 이기헌[2], 양희선[2], 도영락[1] ([1]*국민대*, [3]*홍익대*)

P1-SA3-4 Realization of Wide Color Gamut LCD Backlight White LED Using Freestanding Red/Green Bilayered Phosphor Film and an InGaN Blue LED
고민지*, 오지혜, 강희준, 윤희창, 유희연, 도영락 (*국민대*)

P1-SA3-5 Solid-solution을 이용한 신규 melilite 구조의 UV LED용 blue 형광체 합성
김하준*, 김윤화, 임원빈 (*전남대*)

P1-SA3-6 Tunable Emission of $Ca_4F_2Si_2O_7$:Ce^{3+} Phosphor for White LED Lighting
PAULRAJ*, 임원빈 (*전남대*)

P1-SA3-8 Optical Properties of Multi-phosphor Layer Color Conversion Lens for Warm White LED
김병호*, 이미재, 황종희, 임태영, 김진호, 전대우 (*KICET*)

P1-SA3-9 원가 절감을 위한 solid-solution $Lu_3Al_5O_{12}$:Ce^{3+} 형광체 합성 및 광특성 개선
김윤화*, 임원빈, 김보영 (*전남대*)

P1-SA3-10 상향변환 청색 발광 불화물계 나노형광체
홍아라[1]*, 이광렬[2], 장호성[1] ([1]*KIST*, [2]*고려대*)

포스터발표

Poster- Ⅰ

2015년 11월 4일(수) 13:00-18:00

P1-SA3-11 Garnet 구조의 새로운 color-tunable 형광체와 근자외선 LED를 이용한 고품질 백색 LED 구현
김보영*, 김윤화, 임원빈 (*전남대*)

P1-SA3-12 졸겔법을 이용하여 제조한 $Lu_{2.94-w}Al_5O_{12}$:0.06Ce^{3+}, wPr^{3+} 형광체의 발광 특성
김현민*, D. A. Hakeem, 차재성, 박경순 (*세종대*)

P1-SA3-13 Combinatorial Screening of $Eu^{2+}$and Ce^{3+}-Doped AE-Sc-Si-O-N (AE= Mg, Ca, Sr, Ba) System and Discovery of a Novel Phosphor for pc-WLED
김현민*, Satendra Pal Singh, 김민석, 손기선 (*세종대*)

P1-SA3-14 The Composite Structure and Two-peak-emission Behavior of $Ca_{1.5}Ba_{0.5}Si_5O_3N_6$:$Eu^{2+}$Phosphor
김민석*, 김현민, 손기선 (*세종대*)

P1-SA3-15 Up-conversion Luminescence Properties of Hexagonal $NaLnF_4$ (Ln=Yb, Y, Tm)
서효진*, Dang Thi Hang, Han Cheng, Cuili Chen, Vu Thi Quynh, Jing Wang, Peiqing Cai, Lin Qin (*부경대*)

P1-SA3-16 Photoluminescence Properties of Eu^{3+}-Doped $Gd_{10}V_2O_{20}$ Vanadates
서효진*, Han Cheng, Cuili Chen, Dang Thi Hang, Vu Thi Quynh, Jing Wang, Peiqing Cai, Lin Qin (*부경대*)

P1-SA3-17 Morphology Control and Up-conversion Luminescence Properties of Y_2WO_6: Yb/Er Phosphors with Different Yb/Er Ratios
서효진*, Cuili Chen, Han Cheng, Dang Thi Hang, Vu Thi Quynh, Jing Wang, Peiqing Cai, Lin Qin (*부경대*)

P1-SA3-18 Efficient Energy Transfer and Bright red Luminescence in Eu^{3+}-doped $LaNbV_2O_9$
서효진*, Lin Qin, Peiqing Cai, Cuili Chen, Han Cheng, Dang Thi Hang, Vu Thi Quynh, Jing Wang (*부경대*)

P1-SA3-19 Combustion Synthesis and Photoluminescence Properties of a Novel Eu^{3+}doped $Sr_3La_2(BO_3)_4$ Phosphors
서효진*, Peiqing Cai, Lin Qin, Cuili Chen, Han Cheng, Dang Thi Hang, Vu Thi Quynh, Jing Wang (*부경대*)

P1-SA3-20 Preparation and Photoluminescent Properties of Ca_2PO_4Cl Activated by Divalent Europium
박인용* (*한밭대*)

P1-SA3-21 Stability Improvement of Cu-In-S Quantum Dots Enabled by the Formation of Al_2O_3 Overlayer
김종훈*, 이기헌, 조정호, 한창열, 양희선 (*홍익대*)

P1-SA3-22 Fabrication of White Light-emitting Device Based on Highly Efficient, Broadband-fluorescent Single Cu-Ga-S Quantum Dot
조대연*, 김종훈, 장은표, 양희선 (*홍익대*)

P1-SA3-23 Optimizing Chromaticity of Phosphor-in-Glass by Considering Phosphor Characteristics
김선일*, 이호용, 김형순 (*인하대*)

P1-SA3-24 Improving Luminous Efficacy of Phosphor-in-Glass via Microstructure Modification
이호용*, 김선일, 김형순 (*인하대*)

P1-SA3-25 색조절이 가능한 백색 LED용 후막형 Phosphor-in-glass
남윤희[1]*, 임원빈[2],허 종[3], 정운진[1] ([1]*공주대*, [2]*전남대*, [3]*POSTECH*)

포스터발표

Poster- Ⅱ

2015년 11월 6일(금) 09:00-14:00

G2. 에너지 환경 세라믹스

P2-G2-1 수소이온연료전지에 사용되는 NiO가 첨가된 BZY[$Ba(Zr_{0.8}Y_{0.2})O_3$] 전해질 재료의 소결거동 및 전기적 특성
유영우*, 이호창, 이정아, 허영우, 이준형, 김정주 (*경북대*)

P2-G2-2 Fe-N-codoped Graphene Nanoplatelets Decorated Carbon Nanofibers as Highly Efficient Electrocatalysts for Oxygen Reduction Reaction
김창민*, 주용완, 백종범, 김건태 (*UNIST*)

P2-G2-3 분할 cathode를 이용한 SOFC 성능편차 및 열화 진단 기술 개발
배선영*, 임형태, 김영진 (*창원대*)

P2-G2-4 Comprehensive Analysis of Carbon Formation on Ni-YSZ and Ni-GDC Cermet Anode for Solid Oxide Fuel Cells
마너스*, 박재우, 이상훈 (*전북대*)

P2-G2-5 SOFC용 $La_{0.2}$ $Sr_{0.8}TiO_3$ 나노복합 연료극 제조 및 전기화학적 특성 분석
이민진*, 황해진 (*인하대*)

P2-G2-6 솔루션 공정을 이용한 SOFC 전해질 코팅 공정 개발
이건호*, 강주현, 배중면 (*KAIST*)

P2-G2-7 조촉매 Ce을 첨가한 Ni/Al_2O_3 메탄 수증기 개질 촉매 제조 및 내구성 평가
임예솔[1]*, 방완근[2], 황해진[1] ([1]*인하대*, [2]*(주)코씰*)

P2-G2-8 메탄연료에서의 Ni-$Ce_{0.8-x}Sm_{0.2}TixO_{2-\delta}$ 음극의 전기화학적 특성
한 빙*, 김복희 (*전북대*)

P2-G2-9 $La_{0.1}Sr_{0.9}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{2.5+\delta}$ 물질계의 결함구조와 물질/전하 나름 특성연구
임하니*, 임대광, 이태룡, 송선주 (*전남대*)

P2-G2-10 프로톤 전도체 $BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3-\delta}$ 의 수화/탈수화 반응에 따른 질량변화 연구
임대광*, 임하니, 김지혜, 송선주 (*전남대*)

P2-G2-11 Infiltration기법을 이용한 중저온 SOFC 성능 평가
홍재운*, 임하니, 최현석, 송선주 (*전남대*)

P2-G2-12 고체산화물 연료전지의 연료극 제작을 위한 니켈 무전해 도금 전처리 공정 최적화
강주현*, 신호용, 이건호, 배중면 (*KAIST*)

P2-G2-13 Redox Behavior of Ni-YSZ Anode Materials for Solid Oxide Fuel Cells
박재우*, 박윤태 (*전북대*)

P2-G2-14 Performance Comparison of Hydrogen and Internally Reformed Methane-Fueled Soild Oxide Fuel Cells
이현미*, 임형태, 김영진 (*창원대*)

P2-G2-15 SOFC Ni-Anode Protection Using Electrolysis Mode during Thermal Cycling
김영진*, 임형태 (*창원대*)

P2-G2-16 Durability Study Intermediate Temperature-Solid Oxide Fuel Cells under Various Electrical Load Conditions
양자윤* (*세종대*)

P2-G2-17 Highly Electrochemical Performance of Ni-free Anode Materials for Intermediate Temperature-Solid Oxide Fuel Cells
조수연* (*세종대*)

P2-G2-18 Application of Infiltration Method to Advanced Anode with Catalyst for Intermediate Temperature Solid Oxide Fuel Cells.
김선아[1]*, 권오훈[1], 신지영[2], 김건태[1] ([1]*UNIST*, [2]*동의대*)

P2-G2-19 Nanoporous Thin-film Nickel Anode for Low-temperature Solid Oxide Fuel Cells
지상훈*, 서한길, 서종수, 정우철 (*KAIST*)

P2-G2-20 Application of Digital Image Analysis for Quantifying the Microstructure of Solid Oxide Fuel Cells
배승묵[1]*, 황진하[2] ([1]*군산대*, [2]*홍익대*)

P2-G2-21 중저온형 고체산화물연료전지 용 Cu-GDC 전해질 소결 개선
최현종[1]*, 곽민준[2], 김선동[1], 나영흠[3], 서두원[1], 우상국[1] ([1]*KIER*, [2]*한국기술교육대*, [3]*고려대*)

포스터발표

Poster- Ⅱ

2015년 11월 6일(금) 09:00-14:00

P2-G2-22 고체산화물연료전지 용 일체형 세라믹 연결재 기술 개발
곽민준[1*], 나영흠[2], 최현종[3], 서두원[3], 우상국[3], 김선동[3] ([1]*한국기술교육대*, [2]*고려대학교*, [3]*KIER*)

P2-G2-23 NiO-Fe_2O_3를 이용한 중저온형 고체산화물연료전지 소재기술
나영흠[1*], 곽민준[2], 최현종[3], 서두원[3], 우상국[3], 허주열[1], 김선동[3] ([1]*고려대학교*, [2]*한국기술교육대학교*, [3]*KIER*)

SA2. 기능성 박막 제조 및 응용기술

P2-SA2-1 Oxygen Flow Effects on the Electrical and Optical Properties of Amorphous In-Zn-Sn-O Thin-Film Transistors
아니사드위레스타리[1*], 이마스 노비야나[1], 이혜지[1], 구창영[1], 조광민[2], 허영우[2], 이희영[1] ([1]*영남대*, [2]*경북대*)

P2-SA2-2 Characterization of Indium Zinc Tin Oxide (IZTO) Films Grown by Pulsed Laser Deposition
이마스 노비야나[1*], 이혜지[1], 아니사드위레스타리[1], 구창영[1], 조광민[2], 허영우[2], 이희영[1] ([1]*영남대*, [2]*경북대*)

P2-SA2-3 Carbon Nanotube Incorporated $BiFeO_3$ Thin Films for Enhanced Photoferroelectrics
황성문*, 김효선, 서영수, 최택집 (*세종대*)

P2-SA2-4 Photoelectrochemical Properties of Hybrid Photoelectrode Based on Ferroelectric and Two-dimensional Nanomaterials
윤철민*, 이희진, 최택집 (*세종대*)

P2-SA2-5 The Effect of Annealing of Non-stoichiometric InZnSnO Thin Film for Organic Photovoltaic
이혜지[1*], 이마스 노비야나[1], 아니사드위레스타리[1], 구창영[1], 이정아[2], 김정주[2], 정영준[3], 이윤구[3], 이희영[1] ([1]*영남대*, [2]*경북대*, [3]*DGIST*)

P2-SA2-6 고속원자층증착법을 이용한 실리콘 산화막 증착에서의 Tris(tert-pentoxy)silanol purge time의 영향
김준래* (*서울대*)

P2-SA2-7 증착온도가 알루미나 증착 안티몬화 갈륨 기판의 계면과 전기적 특성에 미치는 효과
김성경* (*서울대*)

P2-SA2-8 Ta_2O_5기반 RRAM 소자의 FTO, Pt 하부전극의 저항변화 특성
이도연*, 최병준, 백수정 (*서울과기대*)

P2-SA2-9 대기 모니터링용 SnO_2 반도체형 가스센서 개발
김대호*, 윤성유, 최병준 (*서울과기대*)

P2-SA2-10 질소 플라즈마 이온주입에 의한 NbN 박막의 제작
전신희*, 공영민 (*울산대*)

P2-SA2-11 반도체성 TaN1+x 박막의 전기 전도 기구 분석
류성연*, 최병준 (*서울과기대*)

SA6. 압전 세라믹스 소재 및 공정

P2-SA6-1 Demystifying the Origin of Large Piezoelectric Effect in $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})$-$PbTiO_3$ Single Crystals
김황필[1*], 조 욱[1], 이호용[2] ([1]*UNIST*, [2]*선문대*)

P2-SA6-2 Dielectric Properties of $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ Film by Aerosol-deposition
양대열* (*인하대*)

P2-SA6-3 Dielectric Properties of $Pb(In_{1/2}Nb_{1/2})O_3$-$Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$-$PbTiO_3$ Film by Aerosol Deposition for Energy Storage Applications
강수빈[1*], 박춘길[1], 이정근[1], 류정호[2], 최종진[2], 한병동[2], LinghangWang[3], 정대용[1] ([1]*인하대*, [2]*KIMS*, [3]*Xi'an Jiaotong Univ.*)

P2-SA6-4 Dielectric Properties of Dy^{3+} doped Strontium Barium Niobate (SBN) Thick Film with Nano-size Grains
강수빈[1*], Thamil Selvi Velayutham[2], 이정근[1], 최종진[3], 류정호[3], 임윤수[4], 정대용[1] ([1]*인하대학교*, [2]*Univ. of Malaya*, [3]*KIMS*, [4]*명지대*)

P2-SA6-5 Synthesis and Electromechanical of Li and Nb Co-doped BNT-BZ Ceramics
후세인알리*, Adnan Maqbool, Rizwan Ahmed Malik, 이재홍, 송태권, 김원정, 김명호 (*창원대*)

P2-SA6-6 Origin of the Temperature-dependent Dielectric Relaxations in Relaxor PLZT
홍창효[1*], Jiadong Zang[2], 한형수[1], 안창원[3], 조 욱[1] ([1]*UNIST*, [2]*Technische Universität Darmstadt*, [3]*울산대*)

P2-SA6-7 Hyper-magnetoelectric Response in Laser Annealed PZT Thick Film Grown on Magnetostrictive Amorphous Metal Substrate
류정호[1*], Haribabu Palneedi[2], 최시영[1], 김종우[1], 강석중[2] ([1]*KIMS*, [2]*KAIST*)

포스터발표

Poster- Ⅱ

2015년 11월 6일(금) 09:00-14:00

P2-SA6-8 Piezoelectric PMN-PZT Single Crystal Fiber Based Magneto-Mechano-Electric Generator
annapureddyvenkateswarlu[1*], Haribabu Palneedi[2], Si-Young Choi1, Jong-Woo Kim[1], Jungho Ryu[1] ([1]*KIMS*, [2]*KAIST*)

SB2. 국내 SOFC 최신 산업 동향

P2-SB2-1 Performance Improvement with a Gradient Porosity in an Anode Functional Layer for Solid Oxide Fuel Cells
이태준*, 이헌형, 이세욱, 신동욱 (*한양대*)

P2-SB2-2 Performance Evaluation of BCZY Based Proton Conducting Fuel Cells with LSCF Infiltrated Cathode
이세욱*, 이헌형, 이태준, 신동욱 (*한양대*)

P2-SB2-3 Tailoring Ni Based Cermet Anode by in situ Annealing for High Performance Solid Oxide Fuel Cells
탄제완[1*], 이대희[1], 김주선[2], 문주호[1] ([1]*연세대*, [2]*KIST*)

SB3. 에너지 환경 세라믹스

P2-SB3-1 Colloidal Synthesis of Metal Nanoparticles as a Catalyst for SOFC Electrode
서종수*, 이시원, 정우철 (*KAIST*)

P2-SB3-2 Impacts of Dopants on the Catalytic Activity of doped CeO_2 Nanoparticles Synthesized by EDTA-citrate Method
유정도[1*], 이시원[1], 김경학[2], 배민석[1], 배중면[1], 한정우[2], 정우철[1] ([1]*KAIST*, [2]*서울시립대*)

P2-SB3-3 비정질 Ni-Zr 다층구조를 적용한 HMFC
홍성관[1*], 정우용[1], 박성범[2], 박용일[1] ([1]*금오공대*, [2]*동국대*)

P2-SB3-4 High Performance of Intermediate Temperature Solid Oxide Electrolysis Cells Using Layered Perovskite Electrodes
전아름[1*], 정동휘[1], 신지영[2], 김건태[1] ([1]*UNIST*, [2]*동의대*)

P2-SB3-5 Electrophoretically Deposited $LaNi_{0.6}Fe_{0.4}O_3$ Perovskite Coatings for SOFC Interconnects
NURHADISUKMAWALUYO[1*], 송락현[2], 이승복[2], 임탁형[2], 박석주[2], 이종원[2] ([1]*UST*, [2]*KIER*)

P2-SB3-6 이온교환법 및 고상반응법을 통한 삼중수소 증식재용 Li_2TiO_3 나노분말 합성
민경미*, 박이현, 조승연 (*국가핵융합연구소*)

P2-SB3-7 Sintering-resistant Pt-CeO_2 Nanoparticles for a Methane Oxidation Catalyst
이시원*, 정우철 (*KAIST*)

P2-SB3-8 마찰대전소자 특성 향상을 위한 SnO_2 박막의 마찰 특성 연구
이노호[1*], 최병준[2], 안효진[1], 구본율[1] (*서울과기대*)

P2-SB3-9 The Effect of Sintering Temperature on Microstructure and Thermoelectric Properties of Cu_2SnSe_3 Bulk Materials
SIYAR MUHAMMAD[1*], 조준영[2], 한장원[2], 남재현[2], 박 찬[2] (*서울대*)

P2-SB3-10 비정질 상자성 Fe-Ni-B 합금의 자기적 특성
김종화* (*한국기초과학지원연구원*)

SB4. 촉매용 세라믹스

P2-SB4-1 Investigation of Electro-oxidation of Urea Fuel Cell Using Composite Nickel Catalyst
Padmini Basumatary*, kakati nitul, Jatindranath Maiti, 윤영수 (*가천대*)

P2-SB4-2 Enhanced Photocatalytic Activity of TiO_2 Nanorods/ FTO Achieved by Deposition of Reduced Graphene Oxide
김 현*, Vivek, 양비룡 (*금오공대*)

P2-SB4-3 Enhanced Photocatalytic Activity Achieved by RGO/CuO Photocathode
김 현*, Vivek, 양비룡 (*금오공대*)

P2-SB4-4 CoO Deposited TiO_2 Nanorod/FTO for Efficient Water Splitting
김 현*, Vivek, 양비룡 (*금오공대*)

P2-SB4-5 셀룰로스 유도체의 치환도가 DPF 압출성능에 미치는 영향
권봉진*, 김태헌, 김두호, 최낙운 (*삼성정밀화학*)

포스터발표

Poster- Ⅱ

2015년 11월 6일(금) 09:00-14:00

SB5. 열전변환 소재, 모듈 및 시스템

P2-SB5-1 Enhancing Thermoelectric Properties of Topological Insulator Bi_2Se_3 Nanoflakes by Increasing Surface Area to Volume Ratio
유솜이* (*연세대*)

P2-SB5-2 Different Thermoelectric Properties of Higher Manganese Silicide ($MnSi_{1.75-\delta}$) Caused by the Degree of lattice Orientation
이휘종*, 김관식, 이우영 (*연세대*)

P2-SB5-3 Thermoelectric Properties of Magnesium Silicide Doped with Various Elements
김관식[1*], 김정민[1], 이휘종[1], 김병욱[2], 곽진우[2], 여인웅[2], 이규형[3], 김성웅[4], 이우영[1] ([1]*연세대*, [2]*현대자동차*, [3]*강원대*, [4]*성균관대*)

P2-SB5-4 Microstructure and Thermoelectric Properties of $Ca_{1-x}Sm_xMn_{1-y}WyO_{3-\delta}$
차재성*, J. W. Seo, D. A. Hakeem, 김현민, 박경순 (*세종대*)

P2-SB5-5 Spark plasma sintering (SPS) 공정에 의한 n형 $Bi_2Te_{2.7}Se_{0.3}$ 나노구조체의 첨가제 연구
이유성[1*], 최순목[1], 이규형[2], 이순일[3], 김일호[4], 서원선[3], 양승호[5], 박재성[5] ([1]*한국기술교육대*, [2]*강원대*, [3]*KICET*, [4]*한국교통대*, [5]*희성금속*)

P2-SB5-6 The Thermoelectric Properties of Nanostructured Bulk Copper Selenide
조준영*, 한장원, 신수영, 박 찬 (*서울대*)

P2-SB5-7 Thermoelectric Transport Properties in TiO_2-MWCNT Nanocomposites
임영수[1*], 서슬기[2], 남우현[3], 서원선[2], 조용수[4], 이정용[3] ([1]*부경대*, [2]*KICET*, [3]*KAIST*, [4]*연세대*)

P2-SB5-8 Decoupling Effects of Ce on Thermoelectric Properties in $In_{0.2}Ce_xCo_4Sb_{12}$ ($0 \le x \le 0.2$) Skutterudites
Eun-Ji Meang[1,3*], Soonil Lee[1], Won-seon Seo[1], Il-Ho Kim[2], and Hae Jin Hwang[3] ([1]*KICET*, [2]*한국교통대*, [3]*인하대*)

P2-SB5-9 Investigation of New *p*-Type Oxide Thermoelectric $Li_{1-x}NbO_2$
Jamil Ur Rahman[1,2*], Soonil Lee[1], Chang-Hyun Lim[1], Won-Seon Seo[1], Ali Hussain[2], and Myong Ho Kim[2] ([1]*KICET*, [2]*창원대*)

P2-SB5-10 Charge Transport Anisotropy in Highly Textured $Ca_3Co_4O_9$ Thermoelectric Ceramics
Chang-Hyun Lim[1,2*], Soonil Lee[1], Soon-Mok Choi[3], Won-Seon Seo[1], and Hyung-Ho Park[2] ([1]*KICET*, [2]*연세대*, [3]*한국기술교육대*)

SB6. 수질/대기 정화용 세라믹스

P2-SB6-1 석회석 슬러지의 배연탈황 공정 적용에 관한 연구
서성관*, 추용식 (*KICET*)

P2-SB6-2 베마이트 졸을 이용하여 세라믹 지지체에 수처리용 UF 막의 제조
박준홍[1], 황광택[1], 남 산[2], 김진호[1], 한규성[1], 조우석[1] ([1]*KICET*, [2]*고려대*)

P2-SB6-3 Surface Modification of Ceramic Membranes for the Application toward Water Treatment
이종만[1*], 하장훈[1], 송인혁[2] (*KIMS*)

SB7. 이차전지용 세라믹스

P2-SB7-1 리튬 이온 전지 음극을 위한 산화주석이 코팅된 산화철 나노튜브
이강수[1*], 서푸른[2], 박세용[2], 윤영수[2] ([1]*연세대*, [2]*가천대*)

P2-SB7-2 리튬이온전지용 Fe_2O_3 음극재에서 바인더와 전해액 효과 분석
곽호영*, 김원식, 최종현, 홍성현 (*서울대*)

P2-SB7-3 Yolk-shell $NiMoO_4$ Powders for Anode Material in Lithium Ion Batteries
정현묵*, 안지현, 박기대, 강윤찬, 이종흔 (*고려대*)

SC1. 통전 가압 소결 및 마이크로웨이브 소결

P2-SC1-1 Spark Plasma Sintered Ultrafine Hydroxyapatite Bioceramics
한영환*, 김석영 (*영남대*)

SC2. 초고온세라믹스기술 및 연구개발

포스터발표

Poster- Ⅱ

2015년 11월 6일(금) 09:00-14:00

P2-SC2-1 Synthesis and Sintering of Nano-sized HfC-HfB_2-based Composite Powders for UHTC Applications
서상원*, 강신후, 한지선, 하대권 (*서울대*)

P2-SC2-2 Thermal Characteristics of Ceramic Sol Bonded Castable
최준원*, 정병욱, 고진석, 이석근 (*한국내화(주)*)

P2-SC2-3 카본 현탁액의 유동 특성 최적화
김영훈*, 박준영, 김우형, 고진석, 이석근 (*한국내화(주)*)

P2-SC2-4 알루미나 축열체의 열특성 향상
박준영*, 김우형, 고진석, 이석근 (*한국내화(주)*)

P2-SC2-5 제선용 비산화물계 castable의 열충격저항성 향상
김우형*, 박종근, 고진석, 이석근 (*한국내화(주)*)

SC3. 원자력에너지용 세라믹기술

P2-SC3-1 SiC 복합체 튜브의 열확산도 측정을 위한 형상 인자 연구
정연수*, 김대종, 이현근, 박지연, 김원주 (*KAERI*)

P2-SC3-2 Ta_xC_y 코팅의 특성에 미치는 화학기상증착 변수의 영향
정상민[1]*, 윤순길[2], 우창현[3], 이현근[1], 김원주[1], 박지연[1], 김대종[1] ([1]*KAERI*, [2]*충남대*, [3]*(주)티씨케이*)

P2-SC3-3 화학기상침착법으로 제조된 SiCf/SiC 복합체 튜브의 후프강도 평가
김선혜[1]*, 김대종[2], 김정현[1], 이현근[2], 김원주[2], 박지연[2] ([1]*한밭대*, [2]*KAERI*)

P2-SC3-4 MnO-Al_2O_3 첨가 소결체에서 첨가 원소의 분포와 미세구조 관찰
오장수*, 양재호, 김건식, 김종헌, 김동주, 이영우, 구양현 (*KAERI*)

P2-SC3-5 화학양론비를 갖는 ZrC의 고온 열처리 후 미세구조와 결정립 성장 변화
고명진*, 이현근, 김대종, 김원주, 박지연, 조문성 (*KAERI*)

P2-SC3-6 Ballooning Behavior of Cr Coated Zr Fuel Cladding at High Temperature and its Mechanical Characterization Study
박동준*, 김현길, 박정용, 정양일, 박정환, 구양현 (*KAERI*)

P2-SC3-7 감마선을 이용한 SiC_f/SiC 복합체 금속피복관의 제조 공정 연구
이동희[1]*, 박광헌[1], 박지연[2], 김원주[2], 김대종[2], 이현근[2] ([1]*경희대*, [2]*KAERI*)

P2-SC3-8 아크이온플레이팅을 제조된 Cr, CrN 내산화막의 고온부식거동
박정환*, 박동준, 정양일, 박정용, 김현길, 구양현 (*KAERI*)

P2-SC3-9 SiC 미세구조에 따른 경수로환경에서의 정상부식특성
박정환*, 김일현, 정양일, 박동준, 김현길, 박정용, 김원주 (*KAERI*)

SC4. 엔지니어링세라믹스 신공정 기술

P2-SC4-1 Suspension Plasma Spraying법을 이용한 Yttrium Oxide Coatings의 미세구조와 기계적 특성분석
김민숙[1]*, 김경자[1], 박주석[1], 김경훈[1], 도환수[1], 김세훈[1], 김형순[2] ([1]*KICET*, [2]*인하대*)

P2-SC4-2 Y_2O_3-Sc_2O_3 소결조제 첨가에 의한 질화규소의 미세구조 및 열전도도 제어
김진명*, 박영조, 고재웅, 김하늘, 이재욱, 김해두 (*KIMS*)

P2-SC4-3 ZrO_2 액상함침에 의한 Al_2O_3에서의 ZTA 표면층 형성
하정수*, 이태호, 윤진관, 김민아, 조기식, 김득진, 정구명, 권미연, 양현욱, 정희철 (*안동대*)

SC5. 다기능성 다공체 세라믹스

P2-SC5-1 The Effect of Pore Structure on the Air Permeability of the Alumina-based Ceramics
김 재[1,2]*, 송인혁[2], 하장훈[2], 이종만[2] ([1]*UST*, [2]*KIMS*)

P2-SC5-2 A Novel Approach in the Formation of CNT-porous Ceramic Composite by in situ CCVD Technique
김익진[1]*, Sangram Mazumder[1], Naboneeta Sarkar[1], 박중규[1], 김석영[2] ([1]*한서대*, [2]*영남대*)

포스터발표

Poster- Ⅱ

2015년 11월 6일(금) 09:00-14:00

P2-SC5-3 ZrO_2-TiO_2 Porous Ceramics from Particle Stabilized Wet foam by Colloidal Processing
김익진[1*], Subhasree Bhaskar[1], 박중규[1], 이기성[2], 한인섭[3] ([1]한서대, [2]국민대, [3]KIER)

P2-SC5-4 친환경적 무전해 Ni 코팅된 Ni-YSZ core-shell의 특성연구
이연승[1*], 나사균[1], 이미재[2] ([1]한밭대, [2]KICET)

SC6. 산업공정용 SiC 및 복합소재

P2-SC6-1 Synthesis and Mechanical Properties of Ti-based Solid Solution Carbonitride Cermets.
곽노준*, 강신후, 박충권 (서울대)

P2-SC6-2 Effects of Infiltration Direction on Matrix Filling Behaviors of SiC_f/SiC Composites Tube Prepared by CVI
박지연*, 정상민, 김대종, 이현근, 김원주 (KAERI)

P2-SC6-3 Fabrication of SiC_f/SiC Composites with Al_2O_3-Y_2O_3 Sintering Aids Using DC Electrophoretic Deposition and Hot-pressing
Pipit*, Amit Siddharth Sharma, 이승호, Kati, 묵 신, 채상혁, 윤당혁 (영남대)

P2-SC6-4 Fabrication and Characterization of SiC_f/SiC Composites Using Alternating Current Electrophoretic Deposition (AC-EPD) and Hot Pressing
묵 신*, Kati, 윤당혁 (영남대)

P2-SC6-5 Formation of Pyrolytic Carbon Coating on SiC Fibers by Nickel Nitrate-induced Catalytic Graphitization of Phenolic Resin
이승호*, Amit Siddharth Sharma, Pipit, 윤당혁 (영남대)

SC7. 열차폐기능성 세라믹스소재 및 공정

P2-SC7-1 열차폐코팅을 위한 희토류가 저감된 란타늄/가돌리니움 지르코네이트의 상형성 및 열물성
이수진[1*], 권창섭[1], 이성민[1], 김형태[1], 오윤석[1], 남 산[2], 김성원[1] ([1]KICET, [2]고려대학교)

P2-SC7-2 가스터빈용 내환경 코팅재의 개발 및 열충격 평가
채연화[1*], 이기성[1], 박지연[2] ([1]국민대, [2]KAERI)

SD1. 고성능 지르코니아 세라믹스

P2-SD1-1 옥살레이트법으로 합성한 안정화 지르코니아의 합성 조건에 따른 분말 특성
박현욱[1*], 이미재[2], 황종희[2], 임태영[2], 김진호[2], 전대우[2], 황해진[1] ([1]인하대, [2]KICET)

SD3. 희소 금속소재 및 공정, 응용

P2-SD3-1 Synthesis of Monodispersed ZnO Nanocrystals and their Optical Properties
강이승*, 이찬기, 신동윤, 안낙균 (IAE)

P2-SD3-2 용매추출법을 이용한 중희토류(Er,Tm,Yb)의 선택적 분리 및 회수
이지은*, 이찬기, 박경수, 박재량, 임병용, 안낙균 (IAE)

P2-SD3-3 탈수 효과에 따른 바이모달 발광 ZnSe:Eu 양자점의 특성
박지영[1*], 김범성[2], 정다운[2], 좌용호[1], 김택수[2] ([1]한양대, [2]KITECH)

P2-SD3-4 Fabrication of Nd-Fe-B Magnet Using Gas Atomization Powder by Spark Plasma Sintering
이종환[1*], 김택수[2], 이우영[1], 김범성[2], 박경태[2], 서석준[2] ([1]연세대, [2]KITECH)

P2-SD3-5 A Intermetallic Compund of Diffusion Area in Dysprosium - Iron - Boron Alloy Using Liquid Magnesium
김용수[1*], 남선우[2], 김범성[2], 박경태[2], 서석준[2], 김택수[2] ([1]UST, [2]KITECH)

SD5. 기능성 코팅 소재

P2-SD5-1 A Study on the Silicon Carbide Coating Derived from Preceramic Polymer
신동근*, 이윤주, 김영희, 권우택, 김수룡 (KICET)

P2-SD5-2 Effects of the Heat Treatment Temperatures of Silicon Carbide Reticulated Porous Foams Fabricated by Polymer Replica Technique
방정원*, 이윤주, 신동근, 권우택, 김영희, 김수룡 (KICET)

포스터발표

Poster- Ⅱ

2015년 11월 6일(금) 09:00-14:00

P2-SD5-3 Pre heat-treatment of AlN powder for single crystal growth
허 석*, 이윤주, 정성민, 김수룡, 권우택, 신동근, 김수룡 (*KICET*)

P2-SD5-4 Development of High Resolution Scintillation Crystal for X-ray Based Bio-Medical Imaging
김종현[1*], 김헌덕[2], 성민제[1], 임재홍[1] ([1]*POSTECH*, [2]*감마 스펙트라*)

SD5-6 Effects of Multi-Coating Process on the Silicon Carbide Porous Foams
방정원*, 이윤주, 신동근, 권우택, 김영희, 김수룡 (*KICET*)

SD6. SiC 반도체재료와 소자

P2-SD6-1 1700V 급 4H-SiC 쇼트키 접합 다이오드(Schottky Barrier Diode, SBD) 제작 및 금속 열처리 온도에 따른 소자 특성 분석
박힘찬[1*], 강인호[2] ([1]*경남대*, [2]*KERI*)

P2-SD6-2 Annealing Effects of Formation of Ni Silicide and Schottky Metal Alloy on Electrical Properties of 4H-SiC Schottky Barrier Diode
윤승복[1*], 정은식[1], 양창헌[1], 김우택[1], 이정훈[1], 김정한[1], 나문경[2] ([1]*메이플세미컨덕터(주)*, [2]*KERI*)

P2-SD6-3 패시베이션 층으로써 폴리이미드를 적용한 4H-형 탄화규소 쇼트키 장벽 다이오드의 전기적 특성 분석
이경화[1*], 심영재[1], 김남균[2], 나문경[2], 강인호[2] ([1]*경상대*, [2]*KERI*)

P2-SD6-4 전계제한링의 최종 링 접합깊이가 탄화규소 다이오드의 항복특성에 미치는 영향
김형우*, 방 욱, 문정현, 석오균, 김남균 (*KERI*)

P2-SD6-5 4H 실리콘 카바이드 기판의 도펀트 전기적 활성화에 대한 이온주입 온도 의존성 연구
김수진[1*], 문정현[2] ([1]*경상대*, [2]*KERI*)

P2-SD6-6 Application of β-SiC Powder for the SiC Single Crystal Growth
정은진* (*KICET*)

P2-SD6-7 Deep Level Transient Spectroscopy로 측정한 4H-SiC 단결정의 Point Defects의 Energy Levels 과 Density
강홍전*, 김현우, 이수형, 김형준 (*서울대*)

P2-SD6-8 Homoepitaxial Growth of 4H-SiC on On-axis Substrate Using BTMSM?
김현우*, 이훈희, 이수형, 강홍전, 김형준 (*서울대*)

P2-SD6-9 Growth of Silicon Carbide Nanorods by Using a Solution Growth Method
문정현[1*], 김수진[2], 방 욱[1], 김남균[1] ([1]*KERI*, [2]*경상대*)

P2-SD6-10 광 발광 효과를 이용한 4H-SiC의 적층 결함 분석
정현진*,방 욱, 문정현 (*KERI*)

P2-SD6-11 발표취소

P2-SD6-12 SiC Interlayer Formation in Top Seeded Solution Growth of SiC Single Crystal
Ha Minh Tan[1*], 이지은[1], 김병근[1], 윤지영[1], 변대섭[1], 유창형[1], 이명현[1], 김영희[1], 정성민[1], 서원선[1], 이원재[2], 김철진[3], Yunji Shin[4], Didier Chaussende[5] ([1]*KICET*, [2]*동의대*, [3]*경상대*, [4]*Grenoble INP*, [5]*CNRS*)

P2-SD6-13 Ultraviolet Fluorescence Method for Analyzing Polytype of SiC Crystal
윤지영*, 최형석, 권용진, 이명현, 서원선 (*KICET*)

P2-SD6-14 β상 및 상변이 α상 SiC 분말을 원료로한 SiC 단결정 PVT 성장
권용진*, 정은진, 이명현, 김영희, 정성민, 서원선 (*KICET*)

P2-SD6-15 Surface and Electrical Characterization of SiC Nanoparticle/MWCNT Embedded 4H-SiC MOS Tunneling Structure
정영석*, 유수산나, 구상모 (*광운대*)

P2-SD6-16 Electrical Characteristics of Self-assembled Monolayer Formed 4H-SiC Based Switching Devices
이태섭*, 유수산나, 구상모 (*광운대*)

P2-SD6-17 Nano-particles Embedded Zinc Tin Oxide/4H-SiC Heterostructure Diodes Fabricated by Solutioin Process
유수산나*, 구상모 (*광운대*)

P2-SD6-18 Electrical Properties of $BaTiO_3$ - SiC Nanopowder Composite MIS Structure Deposited by Aerosol Deposition on 4H-SiC Substrate
정세웅*, 유수산나, 구상모 (*광운대*)

포스터발표

Poster- Ⅱ

2015년 11월 6일(금) 09:00-14:00

P2-SD6-19 미래형 SiC 반도체의 항복전압 연구
곽재원*, 최강민, 하민우 (*명지대*)

P2-SD6-20 Thermodynamic Modeling of High Temperature Chemical Vapor Deposition Using Tetramethylsilane and Methyltrichlorosilane for SiC Growth
강유라[1,2*], 유창형[2], 이명현[2], 서원선[2], 정성민[2], 홍석륜[1] ([1]*세종대*, [2]*KICET*)

P2-SD6-21 The Role of Porous Graphite Plate for High Quality SiC Crystal Growth by PVT Method
신희원[1*], 이희준[1], 김황주[1], 이동훈[1], 박미선[1], 장연숙[1], 이원재[1], 여임규[2], 전명철[3], 이시현[4], 김정곤[5] ([1]*동의대*, [2]*RIST*, [3]*POSCO*, [4]*Morgan*, [5]*DGIST*)

SE2. 조직재생용 세라믹스

P2-SE2-1 Theragnostic Bone Fixation System with Drug-Ceramic Nanohybrids
김명훈* (*이화여대*)

SE4. 바이오 분리/진단용 세라믹 소재기술

P2-SE4-1 2D-Yttrium(III)LDH Ceramic Materials for Nanomedicine
엄새란* (*이화여대*)

P2-SE4-2 Cellulase Enzyme Immobilized Magnetic Nanoparticles for Degradation of Cellulose to Fermentable Sugars (수요일 발표로 변경)
이혜선*, 장서준, 장정호 (*KICET*)

P2-SE4-3 Enzyme-magnetic Nanoparticle Conjugates as a Rigid Biocatalyst for the Elimination of Toxic Aromatic Hydrocarbons (수요일 발표로 변경)
이혜선*, 장정호 (*KICET*)

P2-SE4-4 Amino Acid Side Chain-like Surface Modification on Magnetic Nanoparticles for Highly Efficient Separation of Mixed Proteins (수요일 발표로 변경)
이혜선*, 장정호 (*KICET*)

SF6. 석회석 신소재 활용 기술 분과

P2-SF6-1 Filler Effect of Ground Calcium Carbonate on Physical Properties of SMC Composites
이윤주*, 권우택, 김영희, 김수룡, 신동근 (*KICET*)

P2-SF6-2 석회석 나노 분쇄 공정의 에너지 효율 최적화 및 분쇄 시뮬레이션
정진안*, Mario Fujimura Kashiwagui, 이대양, 김리나, 조희찬 (*서울대*)

P2-SF6-3 산업부산물을 사용한 Calcium Sulfoaluminate 크링카 개발 및 특성
이건호[1*], 남성영[1], 김춘식[1], 민승의[1], 이형우[1,3], 안지환[2], 한 춘[3] ([1]*한일시멘트*, [2]*KIGAM*, [3]*광운대학교*)

P2-SF6-4 배연탈질설비 부착 석탄화력발전소 연소부산물의 물리화학적 특성
박석운*, 이형범, 김재관, 이현동 (*KEPRI*)

IEFM 2015 (1st International Symposium on Emerging Functional Materials)

Session I. Novel Materials for Battery Chemistry

P2-I1-1 Thixotropic Gel Polymer Electrolytes based on Screen-Printing Process for All-Solid-State Lithium Rechargeable Batteries
이영기* (*ETRI*)

P2-I1-2 Rechargeable Seawater Batteries
Youngsik Kim*, Jinhyub Han, Youngil Kim, Sangmin Park, Sunhye Sahgong (*UNIST*)

P2-I1-3 Novel Electrode Structural Design for Post-Lithium Ion Batteries
최장욱* (*KAIST*)

P2-I1-4 Synergistic Multi-doping Effects on the $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ Solid Electrolyte for Fast Lithium Ion Conduction
Dong Ok Shin[1*], Kyungbae Oh[2], Kwang Man Kim[1], Kyu-Young Park[2], Byungju Lee[2], Young-Gi Lee[1], Kisuk Kang[2] ([1]*ETRI*, [2]*Seoul Nat'l Univ.*)

P2-I1-5 First-principles Study on Charge Transfer Mechanism of Discharge Product in Lithium-sulfur Battery
Do-hoon Kim*, Byungju Lee, Kisuk Kang (*Seoul Nat'l Univ.*)

P2-I1-6 Enhanced Energy Density in Additive-assisted Na-ion Hybrid SupErcapacitor
Kyungmi Lim*, Haegyoem Kim, Kisuk Kang (*Seoul Nat'l Univ.*)

포스터발표

Poster- Ⅱ

2015년 11월 6일(금) 09:00-14:00

P2-I1-7 Factors Affecting a Voltage of Organic Electrode Materials
Sechan Lee*, Jihyun Hong, Ji Eon Kwon, and Kisuk Kang (*Seoul Nat'l Univ.*)

P2-I1-8 A New Perspective for Rechargeable Li-SO_2 Batteries
Hyeokjun Park*, Hee-Dae Lim, Hyungsub Kim, Jinsoo Kim, Byungju Lee, Youngjoon Bae, Kisuk Kang (*Seoul Nat'l Univ.*)

P2-I1-9 Magnesium Containing Cathode Materials for Mg-ion Batteries; MgF2 + MnO Nanocomposites
Yongbeom Cho (*Seoul Nat'l Univ.*)

Session II. Materials & Systems for Solar Cells

P2-I2-1 Urchin Shape Structured TiO_2 for the Large Amount of Dye Absorption
최원석*, 박선중, 김무현, 전덕영 (*KAIST*)

Session III. Recent Advances in Semiconductor & Display Devices

P2-I3-1 Investigation of Passivation Layer Effect on Ge Substrate Using SiO_2/Al_2O_3 Bi-layer Grown via Atomic Layer Deposition
김동건[1*], 이재호[1], 이현재[1], 최정혜[2], 황철성[1] ([1]*서울대*, [2]*KIST*)

P2-I3-2 RF Sputtering and Characterization of Ferroelectric $Hf_{0.5}Zr_{0.5}O_2$ Films
이영환* (*서울대*)

P2-I3-3 Controlled Crystallinity in Binary System for Organic Thin Film Transistors by Zone Casting
조용진*, 이미정 (*국민대*)

P2-I3-4 Application of Ru Thin Film Grown by ALD Method as a DRAM Capacitor Electrode Material
안철현*, 이웅규, 정민정, 김상현, 황철성 (*서울대*)

P2-I3-5 Effect of Physical/Chemical Characteristics of the Cation Migration in Electrochemical Metallization Cell
김혜진* (*서울대*)

P2-I3-6 Bipolar Resistive Switching Behavior of Amorphous $Ge_2Sb_2Te_5$
유시정*, 엄태용, 권태홍, 황철성 (*서울대*)

P2-I3-7 Evolution of the Ferroelectricity in Undoped HfO2 Films through Deposition Temperature Control during Atomic Layer Deposition
김금도*, 박민혁, 김유진, 김한준, 문태환, 이영환, 현승담, 황철성 (*서울대*)

P2-I3-8 Heteroepitaxial ZnO Microstructure/p-GaN Light-emitting Diodes
정준석*, 최지은 (*세종대*)

P2-I3-9 Characterizations of p-type Tin Monoxide Thin Films Deposited by Co-sputtering
이승준*, 황은석, 김준식, 장윤진, 황철성 (*서울대*)

P2-I3-10 Characteristics of ZnS: Cu, Al Phosphor and Polymer-dispersed Liquid Crystal for Electro-optic Smart Windows
김남호[1*], 오정표[1], 최인석[2], 김은미[2], 허기석[2] ([1]*전남대*, [2]*KITECH*)

P2-I3-11 Synthesis and Mechanoluminescence Property of ZnS-Micromarticles Embedded in Polydimethylsiloxane Elastomer Films
오정표[1*], 김남호[1], 최인석[2], 김은미[2], 우정주[1], 허기석[2] ([1]*전남대*, [2]*KITECH*)

P2-I3-12 Thickness Effect of Ultra-thin Ta_2O_5 Resistance Switching Layer in 28 nm-diameter Memory Cell
박태형[1*], 송슬지[1], 김혜진[1], 김수길[1],정수옥[2], 김영범[2], 이기정[2], 김경민[3], 최병준[4], 황철성[1] ([1]*서울대*, [2]*하이닉스*, [3]*Hewlett-Packard Company*, [4]*서울과기대*)

P2-I3-13 Controllable Interface Engineering on TiO_2-based Electronic Bipolar Resistance Switching
SHAO XINGLONG[1*], 김경민[2], Jin Shi Zhao[3], 황철성[1] ([1]*서울대*, [2]*HP Labs*, [3]*Tianjin University of technology*)

P2-I3-14 Analysis on the Wake-up Behavior of Ferroelectric $Hf_{0.5}Zr_{0.5}O_2$ Films by Pulse Switching Measurement
김한준*, 박민혁, 김유진, 문태환, 김금도, 이영환, 현승담, 황철성 (*서울대*)

Session IV. Frontiers in Carbon & Related Materials

P2-I4-1 Influence of Preheating Condition on Thermal Oxidative Degradation of Carbon Fiber Reinforced Polypropylene
Hao PIAO*, Wataru NAGATSUKA, Hooseok LEE, Isamu OHSAWA, Jun TAKAHASHI (*Univ. of Tokyo*)

P2-I4-2 Flow Behavior of the Tapes during Compression Molding of Ultra-thin Chopped Carbon Fiber Tape Reinforced Thermoplastics
이한철[1*], Shuli Tang[2], Takahiro Hayashi[1], Jun Takahashi[1], Isamu Ohsawa[1], Kazumasa Kawabe[3], Tetsuhiko Murakami[3] ([1]*Univ. of Tokyo*, [2]*Xi'an*

2015년 11월 6일(금) 09:00-14:00

Jiaotong Univ., [3]Industrial Technology Center of Fukui Prefecture)

P2-I4-3 Influence of Superheated Steam Treatment Condition on Recycled Carbon Fiber
Wataru NAGATSUKA[1*], Masashi Wada[2], Isamu Ohsawa[1], Satoshi Kitaoka[2], Jun Takahashi[1] (*[1]The University of Tokyo, [2]Japan Fine Ceramics Center*)

Session V. Tailored Nanostructures for Enhanced Functionalities

P2-I5-1 발표취소

P2-I5-2 Preferred In-plane Orientation in Palladium Decoration on Graphene Oxide: Microstructures and the Influence on Electrical Properties
이보름* (*서울대*)

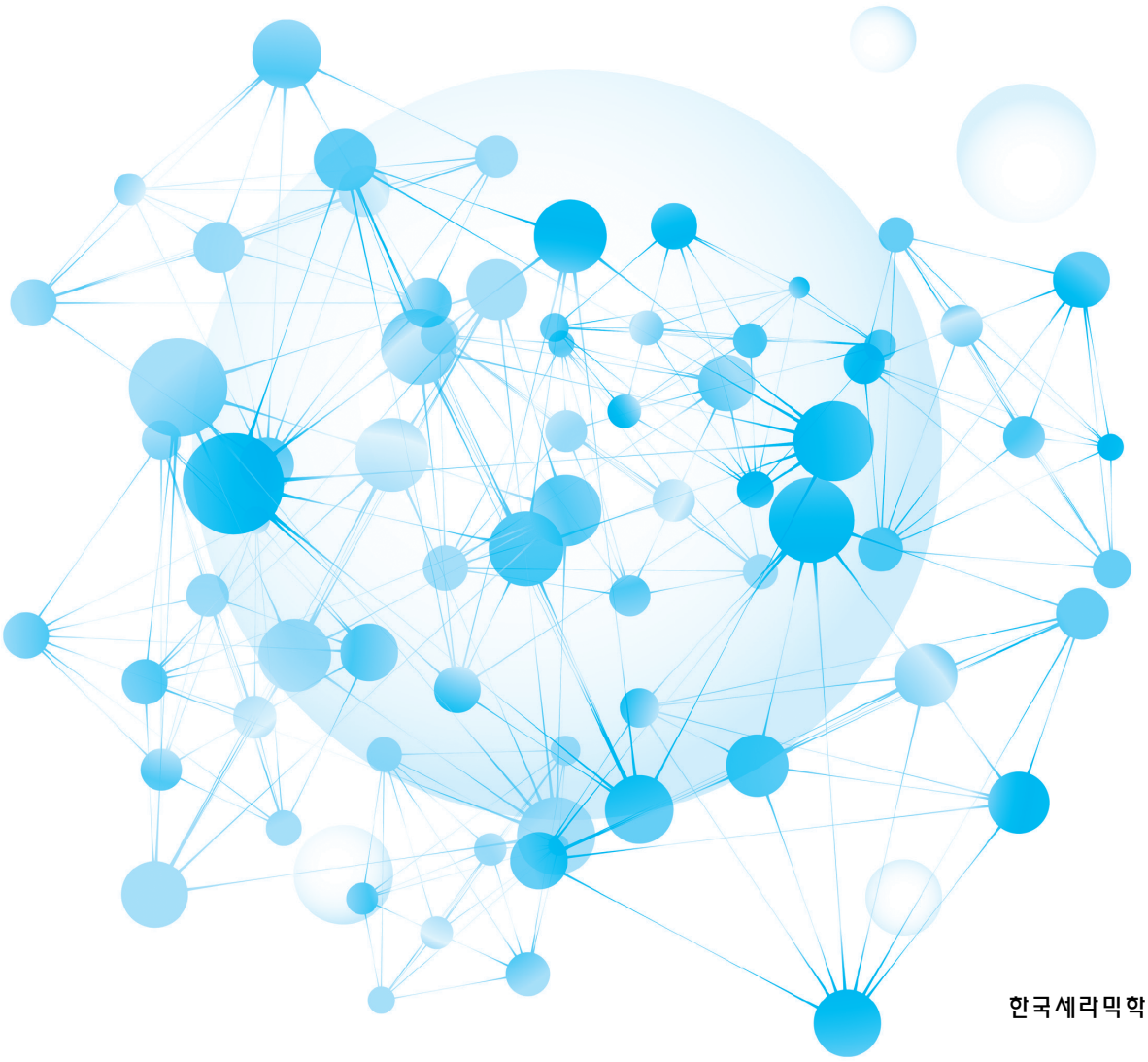
P2-I5-3 Band Gap Engineering with $SrTiO_3$ Thin Film Layer for Water Splitting Photoelectrodes
김태민*, 장호원 (*서울대*)

P2-I5-4 Selective-area Synthesis of Metal Oxide Nanostructures via Laser-assisted Electrochemical Crystallization
서준민*, 장호원 (*서울대*)

P2-I5-5 High Performance Humidity Sensor Based on Reduced Graphene Oxide Hybrid Composites
박서연* (*서울대*)

P2-I5-6 Solution Processed TiO_2 Nanorods Stabilize Silicon Photocathode for Efficient Solar Water Reduction
Dinsefa Mansur Andoshe*, SeokHoon Choi, Cheon Woo Moon, Seon Yong Lee, 김태민, Migyoung Lee, Ki Chang Kwon, 박훈기, 장호원 (*서울대*)

구두발표



PL Prospective of Semiconductor Memory Devices: from Memory System to Materials

Cheol Seong Hwang*
Seoul National University

The ever-increasing demand for higher-capacity digital memory shows no sign of declining. The conventional strategy for meeting such demand, i.e. shrinking of the memory cell size will no longer be useful at some point in the future owing to the economic reasons and performance degradation. Nevertheless, performance of the computing system will keep improving for the next generation information technology. This indicates the necessity to consider a fundamentally disparate approach to enhance the memory technology. This article reviews the current status of the computer memory chips first, where pros and cons of the present technology are discussed from computing system, fabrication technology, and materials points of view. Based on this knowledge, the limitations of the present technologies are described, and the possible solutions suggested up to now are reassessed. Finally, a shift in the fundamental computational paradigm from von Neumann computing to other alternatives such as neuromorphic computing and material implication, is commented.

G1-1 Nanostructural and Light-emitting Features of Porous Silicon Prepared by Metal-Induced Chemical Etching

금속유도 화학에칭법에 의해 제조된 기공성 실리콘의 나노구조 및 발광 특성 분석

김효한*, 윤한솔, 조남희
인하대학교

포스터 발표(P1)로 변경

최근에 Si 기반 발광소자 가능성이 제기 되었으며, 이에 대한 기공성 실리콘의 응용에 대한 관심이 증대되고 있다. 벌크 실리콘은 간접천이형 에너지 구조를 가지고 있고 상온에서 발광효율이 낮다. 그러나 전기화학에칭기법으로 제조된 기공성 실리콘에서는 발광이 관측되며, 전자산업에 응용될 가능성이 높아지고 있다. 기공성 실리콘에서 관측되는 실리콘 나노결정은 벌크상태와 다른 전자에너지구조를 지닌다. 즉 기공성 실리콘에서 생성되는 실리콘 나노결정의 크기를 변화시켜 전자에너지구조와 발광효율의 변화를 가져올 수 있다. 금속유도 화학에칭은 전기를 가하지 않고 에칭용액 내에서 금속촉매에 기인한 양극산화반응이 유도되는 장점이 있는 기법이다. 또한 전기화학에칭에 비하여 공정의 편리함, 경제적인 잇점을 지니고 있어 산업화에 대한 많은 연구가 요구되고 있다. 본 연구에서는 RF 마그네트론 스퍼터법으로 귀금속을 실리콘 표면에 배열을 갖도록 증착 하였다. 그리고 에칭용액의 조성에 따른 기공성 실리콘의 나노구조 및 발광 특성을 고찰하였다. 각각의 조건에서 에칭의 거동에 따른 에칭 형상은 주사전자현미경으로 확인하였으며, 에칭영역에 따른 형광특성의 분포는 공초점레이져현미경으로 관측하였다. 각각의 조건에서 금속내 에칭구조의 밀도는 달라졌으며, 구조물의 크기는 마이크로미터에서 나노미터 스케일로 변화하였다. 또한 특정한 조성에서 단면에 존재하는 '스펀지' 형태의 막 두께가 감소하였으며, 이는 나노구조 및 발광 특성의 변화를 유도하였다. PL 측정 시 방출되는 빛의 파장은 장파장 영역으로 변하였으며, 이에 기인한 나노결정 실리콘의 크기는 감소하였다.

G1-2 Fabrication and Characterization of Al-doped ZnO Nanopowders by Glycol Process

Glycol Process에 의한 Al-doped ZnO nanopowder 제조 및 특성에 관한 연구

박성준*, Phimmavong Kongsy, Dae-Young Lim, Jeong-Hwan Song
배재대학교

포스터 발표(P1)로 변경

최근 산화아연(ZnO)는 미래 유망재료로서 상당한 주목을 받고 있다. ZnO는 전자소자, 가스센서, 태양전지, 압전재료, 투명전극 소재 등 여러 용도로 적용분야를 넓혀가고 있다. 또한 ZnO는 여러 합성방법으로 다양한 형태의 나노분말로 제조하는 등의 장점을 가진다. 최근에는 이러한 물성이 좋은 ZnO 산화물에 Ⅲ 족 원소인 Aluminium, Gallium, Indium을 첨가하여 저온 공정을 이용한 투명, 플렉시블 소자 응용이 이슈가 되고 있다. 이와 같이 넓은 범위의 원소들을 도핑 할 수 있지만, 지금까지 연구의 많은 부분이 In 혹은 Ga의 도핑연구에 성과를 거두고 있다. 알루미늄 도핑 기술만 확립된다면 값싸고 풍부하고 독성이 없는 물질인 알루미늄이 이상적인 후보물질이 될 수 있을 것이기 때문에 국내 관련 기업체에서의 ZnO에 대한 알루미늄 도핑 기술 개발이 향후 대단히 중요한 과제가 될 수 있을 것이다. 따라서 본 연구는 Al_2O_3가 도핑된 ZnO nanopowder를 제조하고자 출발원료 Zinc acetate, Aluminium Nitrate로, 용매로서 1,.4부탄디올을 사용하여 Aluminium Nitrate의 첨가량을 각각 다르게 하여 Glycol process로 150°C에서 30분 동안 분말을 합성한 후 세척, 건조 과정을 거쳐 Al이 도핑된 ZnO 분말을 얻었다. 제조된 분말은 XRD, SEM, EDS, 분체저항, XPS를 통하여 분말의 특성 평가를 하였다.

G1-3 Vapor-phase Growth of Urchin-like Mg-doped ZnO Nanowire and their Application to Highly Sensitive and Selective Detection of Ethanol

기상법으로 합성한 Mg 가 도핑된 성게모양 ZnO 나노선 네트워크를 이용한 에탄올 가스 센서

곽창훈*, 우형식, 이종흔
고려대학교

n-형 반도체 물질인 ZnO 나노선 네트워크 센서는 높은 가스 감도, 열적 안정성 등의 장점이 있는 반면, 여러 가스에 대한 반응성이 매우 크기 때문에 특정 가스를 선택적으로 검지하는데 어려움이 있다. 본 연구에서는 MgO를 이용하여 Mg가 도핑된 ZnO 나노선을 성게 모양으로 성장시킬 경우 ethanol 가스를 선택적으로 고감도로 감응할 수 있음을 보고한다. Mg 가 도핑된 성게모양의 ZnO 나노선은 MgO 0.1mol/L 슬러리 용액을 센서 기판에 드롭 코팅한 후, Zn metal 소스를 이용하여 500 ^{o}C 에서 MgO-seeded 기상 반응을 통해 합성했다. Mg 가 도핑 된 성게모양의 ZnO 의 경우 350°C 에서 5 ppm 에탄올에 대한 감도는 343 배로 이는 순수한 ZnO 나노선의 감도 7배에 비해 약 49배 증가한 결과이다. 또한 에탄올 외에 다른 가스 (수소, 암모니아, 트리메틸아민, 벤젠, 톨루엔, 자일렌, 포름알데히드) 에 비해 매우 높은 선택성과 감도를 나타내었다. 이는 Mg의 알칼리 특성에 의한 에탄올 감도 증가, 성게 구조에 의한 나노선간 접촉점 증가에 의한 것으로 판단된다.

G1-4 Selective Detection of NO2 Using P-N Transition of Monolayer α-Fe2O3 Inverse Opal Film

다공성 α-Fe_2O_3 박막의 P-N 전이현상을 이용한 선택적인 NO_2 검출

이철순[1]*, Zhengfei Dai[2], Yahui Tian[1], 김일두[3], 이종흔[1]
[1]고려대학교
[2]Kyoto University
[3]KAIST

이산화질소 (NO_2) 가스는 인간의 건강과 안전에 유해하므로 누출 초기에 빠르고 정확한 검출이 필요하다. 다양한 가스 센서 중 금속 산화물을 이용한 가스 센서는 비용이 저렴하고, 가스에 대한 반응성이 크며, 소자의 크기가 작고, 표면반응을 통한 전기적 신호를 검출하여 미량의 가스를 빠르게 검출할 수 있다는 장점이 있어 최근 많은 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 단일층으로 형성된 500nm직경의 폴리스티렌 (polystyrene) 구 (spheres)를 템플레이트로 사용하여 α-Fe_2O_3을 센서 기판에 직접 합성하는데 성공하였다. 같은 방법으로 합성한 전형적인 n-타입의 SnO_2 박막이 다양한 농도의 이산화질소 가스에 대해 전류가 감소하는 n-타입 거동을 보인 반면, α-Fe_2O_3 박막은 이산화질소의 농도 (C)와 측정 온도(T)에 따라 p-타입 거동에서 n-타입 거동으로 변하는 특성을 나타내었다. 이러한 p-n 전이현상을 이산화질소의 농도와 측정 온도에 따른 다이어그램과 Lennard-Jones 모델을 응용하여 설명하였다

G1-5 *In-situ* Formation of Well-crystallized $InGaZnO_4$ Thin Films Deposited by rf-Sputtering

rf-스퍼터 증착을 이용한 결정화 $InGaZnO_4$ 박막의 *In-situ* 형성 연구

조재승[1]*, 조재유[1], 홍창우[1], 이제훈[2], 임준형[2], 송준호[2], 김진혁[1], 허재영[1]
[1]전남대학교
[2]삼성디스플레이

비정질 실리콘(*a*-Si)은 전통적으로 디스플레이의 구동소자로서 널리 사용되고 있지만 낮은 이동도와 불안한 바이어스 안정성 때문에 고성능 디스플레이에 사용하기에는 어려움이 있다. 그에 반해 투명 산화물 반도체는 높은 전자 이동도를 가지고 있으며 가시광 영역에서 높은 투과성을 가지기 때문에 비정질 실리콘을 대체할 수 있는 물질로 각광받아 왔다. 대표적인 산화물 반도체로 $InGaZnO_4$ (IGZO)가 있지만 비정질 형태의 IGZO는 지속적인 bias temperature/illumination stress 에 따라서 전기적 특성이 열화 된다는 근본적인 문제가 있는 것으로 보고되고 있다. 최근 연구에 의하면 c-axis aligned crystal (CAAC) IGZO는 비정질 산화물 반도체가 보여주는 우수한 전자 이동도와 매우 낮은 off-state leakage current를 유지하면서도 동시에 소자 특성의 안정성을 보인다고 알려져 있다. 그러나 CAAC IGZO 박막 형성 방법은 아직도 정확히 알려져 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 *rf*-magnetron sputter를 이용하여 증착 조건의 변화를 통해 CAAC IGZO 형태를 띄는 박막 형성에 대해 연구하였다. 추가적으로 이러한 산화물을 이용하여 TFT 소자를 제작하고 그 특성을 분석하였다.

G1-6 Effects of Oxygen Pressure on the Properties of TiInZnO/Ag/TiInZnO Films Deposited on Glass Substrate

RF 마그네트론 스퍼터링에 의하여 증착된 TiInZnO/Ag/TiInZnO 박막의 산소 분압에 따른 특성

김은미[1]*, 오정표[2], 김남호[2], 최인석[1], 허기석[1]
[1]한국생산기술연구원
[2]전남대학교

포스터 발표(P1)로 변경

화학적으로 우수한 투명전도성 TiInZnO 다성분계 박막은 Indium Tin Oxide (ITO) 박막의 대체 물질로 관심을 끌고 있다. 본 연구에서는 In_2O_3 : ZnO : TiO_2 = 76 : 16.4 : 7.6 mol% 조성의 타겟으로 RF magnetron co-sputtering (Selcos Sputter-01) 시스템을 이용하여 TiInZnO/Ag/TiInZnO 다층 박막을 유리기판 위에 증착하였고, 산소 분압을 변화 시키면서 증착된 다층 투명전극의 구조적, 광학적, 전기적 특성을 조사하였다. 박막 증착 공정조건은 압력 0.53 Pa, 증착 온도 상온에서 Non-Alkali glass 기판을 사용하였으며, 박막 증착 시 산소 분압을 0 ~ 1 sccm까지 변화 시켰다. 산소 분압 조건에 따라 증착된 TiInZnO/Ag/TiInZnO 박막을 비저항 측정기(4-point probe), UV-visible spectrometer를 이용하여 분석한 결과 산소 분압이 0.2 sccm 인 경우 저저항 특성과 가시광선 영역에서 85% 이상의 높은 투과 특성을 나타냄을 확인 하였다. 또한 AFM (Atomic Force Microscope) 분석을 통해서 산소 분압이 0.2 sccm 인 경우 TiInZnO 및 TiInZnO/Ag/TiInZnO 박막의 Rms가 1 nm 이하의 값을 갖는 uniformity 한 박막이 형성됨을 확인 하였다.

G1-7 Thin Film Transistors Based on Al Doped-Zn_2SnO_4 Transparent Oxide Semiconductor

Al 이 도핑된 Zn_2SnO_4 투명 산화물 반도체에 기반한 박막 트랜지스터 연구

아비쉑샤르마*, 유상임
서울대학교

Thin film transistors (TFTs), of oxide semiconductors, have been an emerging and promising area of research in recent years. Due to their high electron mobility and uniformity, amorphous oxide semiconductors have been regarded as a promising alternative to a-Si. Particularly Indium-free oxide semiconductors have got special attention and several oxides were discovered to be used as a substitute for In-Ga-Zn-O (IGZO). Recent developments in the oxide semiconductor research motivated our study to explore new ternary compounds composed of Zn-Sn-O doped with Al and Si. For this study, we have systematically investigated the electro-optical properties of doped Zn_2SnO_4 (ZTO) oxide films on the glass substrate. An effort has been made to demonstrate that doped-ZTO is an appropriate semiconductor material to produce high-mobility TFTs. An optimally processed Al-doped ZTO turned out to be a promising candidate since it exhibited the hall mobility > 15 cm^2/Vs. Details will be presented for a discussion.

G1-8 Structural and Electrical Properties of Spin-Spray Deposited Spinel Thin Films

스핀 스프레이로 증착된 스피넬 박막의 구조적 및 전기적 특성

전창준*, 리덕탕, 이귀용, 정영훈, 윤지선, 백종후, 조정호
한국세라믹기술원

Spinel thin films were prepared by the spin spray technique to develop new thermal imaging materials annealed at low temperature below 450°C. The effects of structural characteristics on the electrical properties of the spinel thin films were investigated. A single phase of cubic spinel structure was confirmed for the annealed nickel manganite films with different amounts of copper. The thickness, morphology and crystalline phase of the annealed films could be controlled by the deposition time, flow rate, chelating agent, pH value, and molar concentration of solutions. The resistivity of the annealed films was affected by the microstructure. The temperature coefficient of resistivity (TCR) was dependent on the octahedral distortion induced by the change of Mn^{3+} / Mn^{4+} ratio. Especially, the high TCR was obtained for the annealed films with cubic spinel structure.

G1-9 발표취소

G1-10 Dependence of the Microwave Dielectric Properties on Two-step Heat-treatment of Diopside-enstatite Glass-ceramics

Diopside-Enstatite 결정화 유리의 마이크로파 유전특성에 미치는 2단계 열처리 의존성

장성욱*, 김응수
경기대학교

Relationship between the crystallization behavior and microwave dielectric properties of diopside-enstatite glass-ceramics was investigated. The glass powders were heat-treated by two-step method, which included the first step at nucleation temperature (T_n) to enhance nucleation and second step at crystallization temperature (T_p) to allow crystal growth. The crystallization behavior of the specimens was evaluated by X-ray diffraction (XRD) analysis by combined Rietveld and reference intensity ratio (RIR) method. With increasing holding time at T_n, the *Qf* value of the specimens was increased up to 7 h and then decreased. Also, the *Qf* value of the specimens was increased during further heating at T_p resulting in a more crystalline diopside glass. These results could be attributed to the degree of crystallization with heat-treatment conditions. Effect of the crystallization behavior of diopside-enstatite glass-ceramics on the dielectric constant (*K*) and temperature coefficient of resonant frequency (*TCF*) was also discussed.

G1-11 Microwave Dielectric Properties of Nonstoichiometric Substituted $MgTiO_3$ Ceramics

비화학양론으로 치환된 MgTiO3 세라믹스의 마이크로파 유전특성

조현진*, 김응수
경기대학교

Structural characteristics and microwave dielectric properties of $MgTi_{0.95}(Mg_xNb_{0.8-0.4x})_{0.05}O_3$ ($0.20 \leq x \leq 0.37$) were investigated. Single phase of $MgTiO_3$ with ilmenite structure was confirmed up to $x = 0.33$ (= 1/3), and then Mg_2TiO_4 with inverse spinel structure was observed as a secondary phase for further substitution. To keep the charge balance of +4 in relative content of Mg^{2+} and Nb^{5+}, the substitution of $(Mg_xNb_{0.8-0.4x})^{4+}$ for Ti^{4+}-site of $MgTiO_3$ ceramics was performed. With increasing x of the $(Mg_xNb_{0.8-0.4x})^{4+}$ substitution, the cation-unoccupied octahedral site in ABO_3 ilmenite structure could be filled, thereby the total amount of cation in B-site of ABO_3 ilmenite structure was increased. However, the unit-cell volume was decreased and packing fraction of the unit-cell was increased, respectively. These results were due to the increase of B-site bond valence, which could lead to the increase of quality factor (*Qf*) of the specimens. The dielectric constant (*K*) and temperature coefficient of resonant frequency (*TCF*) showed similar values with the compositional changes.

G1-12 Microwave Dielectric Properties of $Mg_2Ti_{1-x}(Mg_{1/3}Sb_{2/3})_xO_4$ Ceramics

$Mg_2Ti_{1-x}(Mg_{1/3}Sb_{2/3})_xO_4$의 마이크로파 유전 특성

김성호*, 김응수
경기대학교

Effect of crystal structure on microwave dielectric properties of $Mg_2Ti_{1-x}(Mg_{1/3}Sb_{2/3})_xO_4$ Ceramics was investigated. For $Mg_2Ti_{1-x}(Mg_{1/3}Sb_{2/3})_xO_4$ specimens sintered at 1450 °C for 4 hour, a single phase with a cubic inverse spinel structure was confirmed through the entire range of compositions. The structural characteristics of $Mg_2Ti_{1-x}(Mg_{2/3}Sb_{1/3})_xO_4$ ceramics were quantitatively evaluated by Rietveld refinement method from the X-ray diffraction data. Since the unit-cell volume was increased with the increase of $(Mg_{1/3}Sb_{2/3})^{4+}$ content (x), the temperature coefficient of resonant frequency (*TCF*) of specimens was decreased. The quality factor (*Qf*) of specimens showed the highest value at $x = 0.05$ due to the largest bond strength. Although the ionic polarizability of $(Mg_{1/3}Sb_{2/3})^{4+}$ (3.29 $Å^3$) was larger than that of Ti^{4+} (2.93 $Å^3$), the dielectric constant (*K*) of the specimens was decreased affected by rattling effect. The relationships between microstructure and microwave dielectric properties were also discussed.

G1-13 A Large Electric Field-induced Strain of CuO-added $(Na_{0.2}K_{0.8})NbO_3$ Ceramics for Piezoelectric Multilayer Actuators

압전 멀티레이어 액츄에이터 적용을 위한 CuO 첨가된 $Na_{0.2}K_{0.8}NbO_3$ 세라믹 조성의 변위 특성

김대현*, 이지현, 남 산
고려대학교

The 1.0 mol% CuO-added $(Na_xK_{1-x})NbO_3$ ceramics with $0.0 \leq x \leq 0.5$ were sintered at a relatively low temperature of 960°C. CuO assisted the densification of $(Na_xK_{1-x})NbO_3$ ceramics sintered at 960◦C through the formation of a CuO-related liquid phase. A Large Q_m value was obtained for the specimens with $x \leq 0.2$ owing to the hardening effect of Cu^{2+} ions, indicating that a large amount of Cu^{2+} ions entered the matrix of these ceramics and replaced Nb^{5+} ions. Moreover, the double polarization versus electric field (*P-E*) hysteresis loop was observed for the specimens with $x \leq 0.2$. These specimens also exhibited a sprout-shaped strain versus electric field (*S-E*) curves with a large strain of 0.14 - 0.15% at 8.0 kV/mm. For the CuO-added $Na_{0.2}K_{0.8}NbO_3$ ceramic, a double *P-E* hysteresis loop was maintained at 125°C without remnant polarization.

G1-14 Variation of the Crystal Structure of $KSbO_3$ and K_2O-Excessed $KSbO_3$ Ceramics

KSbO3 와 K_2O-Excessed $KSbO_3$ 세라믹스의 결정구조 변화

박종성*,김대현, 남산
고려대학교

As former study refered, $KSbO_3$ (KS), which has the ilmenite structure with the R3 space group at room temperature, changes to the cubic structure with a space group of Pn3 and transforms again to the ilmenite structure with the R3space group when temperature increased. However, the structural variation of the KS ceramics has not been completely understood. Stoichiometric KS ceramics synthesized in this work shows the similar variation of the crystal structure. However, K_2O-excess ceramics did not show the same structural variation but they have the ilmenite structure with the R3 space group until evaporation. Therefore, it is considered that formation of KS ceramics with cubic structure could be related to the evaporation of K_2O. In this work, structural variation of KS ceramics will be investigated using X-ray diffraction and result of EDX also be shown.

G1-15 Oxygen Vacancy Clustering and Electron Localization in Oxygen-Deficient $SrTiO_3$

산소 결핍 $SrTiO_3$ 에서 산소 공공의 집단화와 전자의 국소화

엄기태*, 최의영, 이재찬
성균관대학교

포스터 발표(P1)로 변경

Oxygen vacancy clustering and electron localization in oxygen deficient $SrTiO_3$ thin films have been investigated by Hall effect measurements and photoemission spectroscopy. The carrier density of highly reduced $SrTiO_3$ thin films was gradually reduced by low temperature post-annealing, which was attributed to oxygen vacancy clustering and electron localization. The high binding energy of the divacancy (~ 0.35 eV) indicates the linear cluster. The electron localization via the oxygen divacancy and linear cluster in the highly reduced $SrTiO_3$ thin films was further supported by an electronic structure represented in the increase in Ti^{2+} valence state or corresponding Ti $3d^2$ electronic configuration and spectral intensity of the in-gap state after post-annealing treatment.

G1-16 Role of Surface State in Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition of Silicon Nitride Using Density Functional Theory

밀도범함수이론을 이용한 질화규소 PEALD에서의 표면 상태의 역할 연구

김지수[1]*, 왕경식[1], 조민현[1], 양진훈[1], 정우영[2], 김영철[1]
[1]한국기술교육대학교
[2]테스

밀도범함수이론을 이용하여 질화규소 박막 성장을 위한 PEALD에서 표면 상태의 역할을 연구하였다. 질소 또는 암모니아 플라즈마로 처리된 Si_3N_4 (0001) 표면과 규소 전구체인 bis(tertiary-butylamino)silane ($SiH_2[NC_4H_{10}]_2$, BTBAS)의 초기 표면 반응을 계산하였다. 질소와 암모니아 처리된 표면에서의 흡착에너지는 각각 –0.50와 –0.42 eV로 흡착이 잘 되었다. 질소 처리된 표면에서 흡착된 BTBAS는 표면 질소와 반응하여 –H와 $–SiH[NC_4H_{10}]_2$를 형성하며, 반응에 필요한 에너지장벽은 0.05 eV로 매우 작다. 암모니아 처리된 표면에서 BTBAS는 표면에 있는 $–NH_3$에서 H와 반응하여 표면에 $–SiH[NC_4H_{10}]$를 형성하고, 반응물로 $NH_2(C_4H_9)$가 생성되며, 반응에 필요한 에너지장벽은 1.29 eV로 매우 높다. 질소 그리고 암모니아 플라즈마 처리된 Si_3N_4 (0001) 표면에서 전구체의 반응성을 이해하기 위해, Si_3N_4 (0001) 표면의 상태 밀도(density of state)를 계산하였고, N 원자의 p-band의 중심을 계산하였다. 질소 처리된 Si_3N_4 (0001) 표면 N 원자의 p-band의 중심은 페르미 레벨에 근접하였고, 반면 암모니아 처리된 Si_3N_4 (0001) 표면 N 원자의 p-band의 중심은 페르미 레벨에서 멀어짐을 확인하였다. 표면 N 원자의 p-band 중심 계산 결과로부터, N 원자 p-band 중심이 페르미 레벨과 가까울수록 표면과 전구체 사이의 전자 상호작용이 더욱 쉬워짐을 확인하였다.

G2-1 Flat-tubular Solid Oxdie Electrolysis Cell Technologies at KIER

평광형 고체산화물 셀을 이용한 고온수전해 수소제조 기술

김선동[1]*, 최현종[1], 나영흠[2], 곽민준[3], 서두원[1], 우상국[1]
[1]한국에너지기술연구원
[2]고려대학교
[3]한국기술교육대학교

This paper aims to provide recent research and development status of high-temperature electrolysis technologies at KIER. Flat-tubular solid oxide electrolysis cells have been manufactured with a ceramic interconnector in a body to minimize the stack volume and eliminate metallic components. The NiO-YSZ supports are prepared by the extrusion method, and the other cell components, which included the electrolyte, air electrode, and ceramic interconnector, are fabricated by slurry coating methods. The active area of a single cell is 30 cm^2, and the gas tightness of the stack is checked in the range below 2 bars. The effects of the operating conditions on the performance of a solid oxide electrolysis stack are investigated using electrochemical impedance spectroscopy and the I-V test. Consequently, it is confirmed that sufficient steam content stimulates the electrochemical splitting of water and decreases the activation energy for water electrolysis at a high temperature. In our 3-cell stack test, the hydrogen production rate is 4.1 lh^{-1}, and the total hydrogen production was 144.32 l during 37.1 h of operation. The degradation of a single cell was controlled below 4%/1000 h.

G2-2 Mo/TiN Composite Electrode for an Alkali Metal Thermal-to-electric Converter (AMTEC)

Mo/TiN 복합전극을 이용한 알카리메탈 열-전기 변환 기술

김선동[1]*, 석승원[2], 최현종[1], 서민수[1], 서두원[1], 우상국[1]
[1]한국에너지기술연구원
[2]충남대학교

A Mo/TiN composite powder has been synthesized by a Pechini type polymeriz??able complex method to improve the electrical performance and microstructural stability of the alkali metal thermal to electric converter electrode. The core (TiN) – shell (Mo) structure of the composite powder is confirmed by energy-dispersive X-ray spectroscopy and scanning electron microscopy. The composite powder is primarily composed of submicron (400 ~ 800 nm) particles that are coated on a core (> 3 ~ 5 μm) particle. The Mo/TiN composite electrode exhibits high electrical conductivities of 1000 Scm^{-1} at 300 ^oC and 260 Scm^{-1} at 700^oC in an Ar atmosphere. The electrode exhibits excellent tolerance against grain growth during thermal cycling tests (R.T. ↔ 800^oC), where the average growth rate of Mo grains in the Mo/TiN composite electrodes is controlled less than 0.5 %/time (0.62 → 0.65 μm), while the growth rate in Mo electrodes is 306.7 %/time (0.24 → 3.92 μm). There are cohesive networks between Mo and TiN at the core-shell interface, and these networks control grain growth of Mo at high temperatures (> 700ºC). The single cell, which is composed of Mo/TiN powder, performs well (180 mW/cm^2) and exhibits a low area specific resistance (ASR @ 0.7 V) of 0.4 Ωcm^2 at 700ºC. It can be concluded that the Mo/TiN composite powder will suppress the degradation of the electrode and enhance the performance and durability of the unit cell at elevated temperatures.

G2-3 A Study on the Correlation between Phase Transition and Electrochemical Properties in Calcium Doped $PrBaCo_2O_{5+\delta}$

Calcium이 도핑된 $PrBaCo_2O_{5+\delta}$의 상변화에 따른 전기화학적 특성변화

임채현[1]*, 김건태[1], 신지영[2], 주용완[1], 전아름[1], 김준영[1], 주상욱[1]
[1]UNIST
[2]동의대학교

The layered perovskite oxides of $LnBaCo_2O_{5+d}$ (Ln=Pr, Nd, Sm and Gd) have received immense attentions as a promising cathode material for the solid oxide fuel cells (SOFCs) because of their high chemical diffusion and surface exchange. The Ba site substitution by Sr or Ca can increase the structural stability, the electrical conductivity, or the catalytic activity of the $LnBaCo_2O_{5+\delta}$. In this study, we investigated the structural, electrical and electrochemical properties of the various Ca doped $PrBa_{1-x}Ca_xCo_2O_{5+\delta}$ (x = 0 ~ 0.4). The Ca doped PBCO (PBCCO) can sustain the layered perovskite structure up to x = 0.2. The structural change from layered perovskite to simple perovskite, however, was observed above x = 0.2. Interestingly, co-existence of both simple and layered perovskite phases was shown at x = 0.3. The electrical conductivities of the PBCCO increase with increasing Ca dopant for the layered perovskite, while the decrease in conductivity appears after the simple perovskite structure has been made. The area specific resistance (ASR) was evaluated through the impedance spectroscopy, with dense $La_{0.9}Sr_{0.1}Ga_{0.8}Mg_{0.2}O_3$ (LSGM) electrolyte and composite cathode of $Gd_{0.8}Ce_{0.2}O_{1.95}$ and PBCCO. The Ca doped layered PBCCOs have lower ASR values than un-doped PBCO and also mixed and simple perovskite PBCCO. In this respect, the Ca doped layered perovskite $PrBa_{0.8}Ca_{0.2}Co_2O_{5+d}$ can be a promising cathode of SOFC due to its high electrical conductivity and lower ASR values.

G2-4 A Study on Activation and Fabrication of SCR Catalyst Using Tungsten Supported on Graphene Oxide

텅스텐 담지 산화그래핀을 첨가한 SCR 촉매의 제조 및 활성연구

정보라[1]*, 이희수[2], 김억수[1], 김홍대[1]
[1]한국생산기술연구원
[2]부산대학교

Nitrogen oxides (NO_X) was emitted from flue gas of thermoelectric power plants and exhaust gas of diesel engines, can leads to various environmental problems. Selective Catalysts Reduction (SCR) is the most effective NO_X control system and commercial V_2O_5-WO_3/TiO_2 catalysts, usually containing V_2O_5 0.5 ~ 3 wt%, WO_3 5 ~ 10 wt%. To reduce the WO_3 containing of SCR catalysts, we used the Graphene. Graphene has a large specific surface area, high intrinsic mobility, high Yong's modulus, thermal conductivity, and good electrical conductivity merit attention for applications such as for transparent conductive electrodes, among many other various applications. For this reason, graphene was used to supported tungsten oxides as graphene- nanocomposite. The purpose of this study is to investigate not only the fabrication of SCR catalysts using the graphene- nanocomposite but also evaluation of De-NOx activation, SO_X conversion as SCR catalysts. The nanocomposite was prepared by impregnation. It was noticed that tungsten particles supported on graphene in 10 ~ 20 nm size and did not aggregated. To compare activation of SCR catalyst, we fabricated standard (5 wt% tungsten), 2.5 wt% tungsten supported on graphene, and 1.25 wt% tungsten supported on graphene. SCR catalyst was evaluated based on De-NO_X, SO_X conversion, erosion esistance and strength. The De-NO_X performance was obtained as 81.3% at 450 ^oC at the same condition. Also, SO_X conversion was determined only to be 0.5% at the same condition.

G2-5 Mesoporous Perovskite Oxide Electrocatalyst for Li-air Battery

메조포러스 페로브스카이트 촉매

권오훈*, 김찬석, 주용완, 김견태
UNIST

We investigated mesoporous $Nd_{0.7}Sr_{0.3}CoO_{3-\delta}$ electrocatalytic properties for the ORR. Mesoporous $Nd_{0.7}Sr_{0.3}CoO_{3-\delta}$ has been prepared with a polymethyl methacrylate (PMMA) hard-template for an energy storage system. The prepared 3-dimensionally ordered mesoporous $Nd_{0.7}Sr_{0.3}CoO_{3-\delta}$. (3DOM-NSC) has a well-developed mesoporous structure and has high specific surface area (22.0 m^2g^{-1}). The catalytic activity for the oxygen reduction reaction (ORR) has been studied by a rotating-ring-disk electrode (RRDE). In the ORR test, a limiting current density of 3DOM-NSC was 5.83 mA cm^{-2} at 0.7 V (V vs. Hg/HgO) with 1600 rpm and the value was good compared with that of Pt/C. Moreover, it shows the stable and excellent performance in a hybrid Li-air battery.

G2-6 Microstructural Characterization of Reactive-air-brazed (RAB) Ceramic/Metal Joints for Oxygen Transport Membranes

반응성 공기 납땜 접합을 이용한 산소 투과 막의 미세구조 특성

묵신*, Kati, 윤당혁
영남대학교

Reactive air brazing (RAB) is a potential method for joining metal to ceramic for the application of high temperature electrochemical devices, such as oxygen transferring membranes (OTMs). In this study, the feasibility of Ag–x CuO (x = 0, 2, 5, and 10 wt. %) system was investigated for the use in joining 80 vol. % $Ce_{0.9}Gd_{0.1}O_{2-\delta}$ – $La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3-\delta}$ (GDC-LSCF) ceramics with stainless steel SUS 310S and Crofer 22 APU metals. Brazing was performed at 1050°C for 30 minutes in air and the effect of CuO content in filler metal on the joining strength has been examined. The microstructural investigation by scanning electron microscopy showed that the metal-ceramic brazed joint showed a good adhesion and they are free of cracks.

G2-7 Synthesis of Nano-sized In_2O_3 and WO_3 Powders by a Polymer Solution Route for Gas Sensing Applications

폴리머 용액법에 의한 가스센서용 In_2O_3 및 WO_3 나노분말 합성

Cristian*, 강태성, 이상진
국립목포대학교

Indium oxide (In_2O_3) and tungsten oxide (WO_3) are n-type semiconductors with applications in gas sensing equipment, due to the high reactivity for various gases such as CO_x and NO_x. In this study, nano-sized In_2O_3 and WO_3 powders have been synthesized by using the PVA polymer solution route. The material sources for making precursors were $(NH_4)_{10}H_2(W_2O_7)_6 \cdot xH_2O$ and $In(NO_3)_3 \cdot xH_2O$. By dissolving the nitrate salts in a PVA solution, the precursors were dispersed homogeneously in atomic scale, which lowers the agglomeration of the resulting powders. The synthesized powders were analysed by using SEM, TEM, XRD, TGA/DSC and four point BET for specific surface area analysis. The measured specific surface areas were in the range of 50 m^2/g to 80 m^2/g and the particle sizes for the synthesized powders were under 20nm for the powder samples heat treated around 300°C. The synthesized powders were tested for sensing properties at various temperatures in NO_x atmosphere with concentrations varying from 0 ppm to 500 ppm. The nano-sized particles of the WO_3 and In_2O_3 powders resulted in a good sensitivity in detecting NO_2 gas with a response time around 3 ~ 4 minutes and they display a recovery time of ≈ 20 minutes.

G2-8 Fabrication of Ink-jet Printed Ceramic/Organic Hybrid Encapsulation Layers for OPV

잉크젯 프린팅에 의한 무유기 하이브리드 encapsulation층 제조

황성환*, 강중근, 정현성, 김종희
한국세라믹기술원

최근 organic photovoltaics (OPV), organic light emitting diode (OLED) 등 유기재료를 사용한 소자들은 높은 유연성을 가져 차세대 반도체 소자로 높은 잠재력을 가지고 있다. 하지만 유기재료들은 산소와 수분에 취약하여 쉽게 열화되는 단점을 지니고 있어 encapsulation을 통한 차단이 필수적이다. 현재 Multi-layer 공정으로 세라믹 barrier 막과 폴리머 막을 적층하면 encapsulation 효과를 향상 시킬 수 있지만 barrier층 확보를 위한 공정이 ALD, CVD, sputter등 진공장비를 기반으로 하고 있어 공정시간이 길어지고 고가의 장비를 사용하게 되어 낮은 가격 경쟁력으로 상용화에 많은 어려움이 발생하고 있다. 본 연구에서는 진공공정을 사용하지 않고 SiO_2 나노입자를 잉크젯팅 하여 encapsulation layer를 제작하였다. 다양한 크기의 Multi-modal 나노분말을 사용하여 packing density가 80%에 달하는 SiO_2 후막을 형성하였고, 레진 투입을 통하여 후막 내에 기공을 제거하고 투과도를 향상 시킨 플렉시블한 하이브리드 후막을 제조하여 encapsulation layer로서 가능성을 제시하였다.

G2-9 Fabrication and Characteristics of Silica Aerogel Blankets for Thermal Insulation

고단열성 실리카 에어로젤 Blanket 제조 및 특성

이경진*, 황해진
인하대학교

실리카 에어로젤은 인간이 만든 물질 중에서 제일 가벼운 물질로써 투명하고 단열성이 뛰어나며, 기공율이 크고, 특이한 굴절율을 갖는 첨단 신소재로써, 현재 그 응용 분야가 점진적으로 확대되고 있다. 그 중에서 에어로젤 Blanket은 기존의 단열재에 비해 내열성 및 단열성이 우수한 신소재로 에너지 절약 및 환경문제를 해결할 수 있는 첨단소재로 주목 받고 있다. 하지만 현재 수입되고 있는 제품들은 제품의 완성도 면에서 문제가 많은 제품이며 그 이유는 에어로젤의 비싼 가격과 밀도 및 기계적 강도가 매우 낮아 시트나 보드 등의 형태로 상품화 하는데 많은 어려움이 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 에어로젤 분말을 사용하여 저가의 제조공정으로 상용의 에어로젤 Blanket보다 우수한 단열 특성을 가지는 에어로젤 복합 Blanket을 개발하는 연구를 진행하였다.

G2-10 Fabrication of Polymer-silica Aerogel Composites

고분자-실리카 에어로겔 복합체 제조 및 단열 특성 평가

최영주[1]*, 박석훈[2], 황해진[1]
[1]인하대학교
[2]안양대학교

실리카 에어로겔 (silica aerogel)은 높은 기공률과 비표면적, 낮은 열전도도와 유전상수를 갖는 것이 특징이며 단열재, 촉매, 반도체 회로의 층간 절연물질 등으로의 응용이 기대되는 첨단소재이다. 실리카 에어로겔은 강도가 낮고 가격이 비싸다는 단점 때문에 모노리스(monolith) 또는 보드(board) 형태보다는 유연성이 우수한 고분자물질과 복합화하여 사용하는 것이 효율적이라고 알려져 있다. 최근, 동절기에는 단열 효과가, 하절기에는 태양열 차단 효과가 기대되는 스마트 윈도우 필름에 대한 관심이 급증하고 있으나 단열성이 우수한 고분자소재에 대한 요구가 증가되고 있다. 기존의 고분자 필름에 열전도율이 낮은 에어로겔을 복합화한다면 기존의 고분자 필름보다 단열특성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서는 천연고분자는 한천(Agar)을 매트릭스로 하고 소수성의 실리카 에어로겔 분말을 나노복합화한 고분자-실리카 에어로겔 복합체 필름을 제조하고자 하였다. 친수성의 한천 고분자를 소수성의 실리카 에어로겔과 복합화하기 위해서는 에어로겔의 표면특성 및 분산 안정성 등의 문제를 해결할 필요가 있다. 본 연구에서는 한천 콜로이드에 가소제인 글리세롤과 소수성 실리카 에어로겔이 균일하게 분산된 나노복합 필름의 제조하였다. 슬러리의 농도 및 양을 제어하여 필름의 크기와 두께를 제어 할 수 있으며 에어로겔의 농도에 따른 열 특성을 분석하고 미세구조를 관찰하였다.

G2-11 ALD-Zn(O,S) Buffer Layers Applied to $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$ Thin Film Solar Cells

ALD-Zn(O,S) 버퍼층을 적용한 $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$ 박막 태양 전지 연구

홍희경*, 김인영, 송광염, 김진혁, 허재영
전남대학교

태양전지는 빛에너지를 전기에너지로 변화시키는 전기소자이다. 박막형 태양전지의 고성능을 실현시키는 결정적인 요인 중 하나는 *n*-type 버퍼층으로 흔히 CBD법을 이용한 CdS가 다양한 흡수층에 적용되고 있다. 하지만 환경적으로 유해한 Cd으로 인하여 새로운 물질의 버퍼층 소재 개발이 요구되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 기존의 CdS 버퍼층을 대체할 수 있는 물질로써 Zn(O,S)에 대해 연구하였다. 한편, 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition)은 다양한 나노 사이즈 구조를 갖는 소자에 매우 균일한 초박막을 형성할 수 있는 이상적인 방법으로 주목받고 있다. 본 연구에서는 이러한 ALD 법을 이용하여 Zn(O,S)박막을 형성하고 박막의 구조적, 전기적, 화학적, 광학적 특성에 대해 분석하였다. 또한, $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$ 태양전지에 적용하여 O/S 비율의 최적화를 통해 약 2.7%의 최고 광변환 효율을 얻었다. O/S 비율 변화에 따른 박막 특성 변화와 소자 성능과의 상관 관계에 대해 논의할 것이다.

G3-1 Characterization of Crack Self-healing of Silicon Carbide by Hot Press Sintering

열간가압소결법으로 제조한 탄화규소의 균열자기치유 특성

김성훈[1]*, 김경자[1], 김경훈[1], 박주석[1], 도환수[1], 김현미[2], 이시현[2], 심광보[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]한양대학교

탄화규소(SiC)는 높은 경도와 강도, 내부식성, 내마모성 및 열충격 저항성을 가진 재료이다. SiC의 우수한 기계적, 열적 물성으로 인해 반도체 RTP(Rapidly thermal process) 공정의 Edge ring의 재료로 널리 이용된다. 그런데 RTP 공정 중에 지속적으로 발생하는 물리적 및 열적 충격으로 인해 SiC 내·외부에 균열이 발생·전파되어 Edge ring의 수명이 단축되는 문제가 발생한다. 재료 내·외부의 균열을 제어하기 위해 다양한 연구가 진행되고 있으며, 그 중 하나로 균열자기치유(Crack Self-healing)가 연구되고 있다. 균열자기치유는 RTP 공정 중 Edge ring에 발생한 균열을 회복하여 재료의 수명을 연장시킨다. 이로 인해 공정장비의 유지보수비용 절감 효과를 기대할 수 있다. 한편 SiC를 산화분위기에서 열처리하면 표면에 피막이 형성되어 균열이 회복된다고 보고되고 있다. 본 연구에서는 열간가압소결법으로 제조한 SiC 소결체를 이용하여 균열자기치유 특성을 분석하였다. SiC 분말에 Y_2O_3와 Al_2O_3를 소결조제로 24시간 볼밀하여 혼합분말을 제조하였다. 혼합분말을 50MPa 압력으로 1950°C 온도에서 3시간 동안 아르곤(Ar) 분위기하에서 열간가압소결하여 SiC 소결체를 제조하였다. 비커스 경도기를 이용해 25N으로 압입하여 인위적인 균열을 생성하고, 1300°C에서 산화분위기로 0~10시간 열처리하였다. 열처리 전후 표면 미세구조 관찰 및 기계적 물성 측정을 통해 SiC 소결체의 균열 치유과를 비교 분석하였다.

G3-2 Effect of Additives on the Thermal and Mechanical Properties of AlN by Hot-pressed

열간가압소결법으로 제조한 질화알루미늄의 첨가제에 따른 열적 및 기계적 특성

김봉준[1]*, 김경자[2], 박주석[2], 김경훈[2], 도환수[2], 김형순[1]
[1]인하대학교
[2]한국세라믹기술원

질화알루미늄(AlN)은 알루미나(Al_2O_3)와 유사한 절연 특성을 갖는 재료이면서 상대적으로 우수한 열전도도 특성(약 200W/m·K)을 갖는 비산화물계 소재이다. AlN은 우수한 전기 절연성, 낮은 열팽창 계수 등의 특성으로 인해 LED용 방열판, 자동차 전원제어용 기판, 대전력 기판, 방열 필러 등 다양한 분야에 적용되고 있다. AlN의 높은 열전도 특성으로 레이저 다이오드, 백색 LED용 방열판으로써 사용이 기대되고 있지만, 취성과 난소결성의 문제점으로 상용화에 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 나노화, 분말합성, 소결기술 등의 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 다양한 소결 첨가제를 사용하여 상대밀도를 높이고 열적, 기계적 특성을 강화 할 수 있다. 본 연구에서는 AlN에 Y_2O_3 와 CaO 분말을 소결 첨가제로 사용하여 소결성을 향상시키고, 높은 열전도 특성을 유지하고자 하였으며, 기계적 특성을 향상시킬 목적으로 WO_2 첨가제를 사용하여 열간가압소결법으로 소결체를 제조하였다. AlN에 Y_2O_3-5wt%, CaO-2wt%, WO_2-1~3wt% 분말을 24시간 볼밀하여 혼합분말을 제조하였고, 혼합분말을 1800°C 에서 30MPa 압력과 질소(N_2) 분위기 하에서 열간가압소결 하였다. 완성된 소결체는 가공 및 폴리싱 후에, SEM, XRD분석을 하였고, 밀도, 비커스 경도, 꺾임강도, 열전도도 측정을 하여 기계적 특성 및 열전도도 특성을 비교분석하였다.

G3-3 Electrical, Thermal, and Mechanical Properties of Pressureless Sintered Silicon Carbide Ceramics with Yittria-Scandia-Aluminum Nitride Additives

이트리아-스칸디아-질화알루미늄을 첨가한 상압소결 탄화규소 세라믹스의 전기적, 열적, 기계적 성질

조태영*, 김영욱
서울시립대학교

The effects of polytype of SiC starting powders on the microstructure, electrical, thermal and mechanical properties of pressureless sintered SiC ceramics with a new additive system (AlN-Y_2O_3-Sc_2O_3) were investigated. It was found that all specimens coluld be sintered to ≥ 97% of the theoretical density. The SiC ceramic fabricated from β-SiC powders showed lower electrical resistivity, higher thermal conductivity, and higher mechanical properties than those from α-SiC powders. Typical flexural strength, fracture toughness, Vickers hardness, electrical resistivity, and thermal conductivity values of SiC ceramic fabricated from β-SiC powders were 520 MPa, 5.1 MPa·$m^{1/2}$, 25.0 GPa, 6.7×10^{-1} Ω·cm and 110 W/m·K at room temperature, respectively. The lower electrical resistivity of the SiC ceramic fabricated from β-SiC powders could be attributed to a higher carrier density and enhanced charge mobility, compared to the SiC ceramic from α-SiC powders. The higher thermal conductivity of the SiC ceramic fabricated from β-SiC powders was attributed to relatively larger grain size and lower oxygen content which decreased phonon scattering compared to that from α-SiC powders.

G3-4 Effect Sintering Temperature of Electrical Conductivity of Dense, Bulk SiOC Ceramics

소결온도가 SiOC 세라믹스의 전기전도도에 미치는 영향

엄정혜[1]*, 김영욱[1], 김광주[2]
[1]서울시립대학교
[2]건국대학교

The effect of sintering temperature on the electrical conductivity of bulk SiOC ceramics was investigated. The electrical conductivity of SiOC ceramics increased from 0.4 $W^{-1}cm^{-1}$ to 7.1 $W^{-1}cm^{-1}$ at RT with increasing sintering temperatures from 1450 to 1650°C. The electrical conductivity of SiOC ceramics fabricated at 1550°C gradually increased with increasing temperatures from 4 to 300 K. Raman spectroscopy suggests the presence of graphictic carbon species in the amorphous SiOC matrix. High resolution transmission electron microscopy (HRTEM) observation shows the presence of nano-crystalline graphitic flakes in all specimens and the presence of nano-crystalline SiC in the SiOC ceramics sintered at 1650°C. The Raman spectroscopy and HRTEM revealed the increase in electrical conductivity of the SiOC ceramics with increasing sintering temperature is attributed to a structural modification leading to ordering of the graphitic domains (transformation of sp^3 into sp^2) and a possible contribution of nano-crystalline SiC grains precipitated from the amorphous SiOC.

G3-6 Sintering Behavior of Y_2O_3-MgO Nanocomposite Synthesized by Combustion for Infrared-Transparent Ceramics

적외선 투명세라믹 활용을 위한 Y2O3-MgO 나노복합체의 연소합성법 및 소결성에 관한 연구

마호진*, 정욱기, 김도경
KAIST

Transparent ceramics have attracted noticeable attention as transparent material in harsher thermal and mechanical environments. In particular, yttria (Y_2O_3) ceramic is considered as the most promising optical materials in infrared (IR) region. However, yttria has been restricted for the variety of applications because of deficient mechanical properties. Recently, researchers have found that Y_2O_3-MgO nanocomposite can offer not only IR transparent but enhanced mechanical strength. Nevertheless, scattering at the grain boundary results from different refractive index between yttria and magnesia reduce the IR transmittance. To increase the IR transmittance and transparent wavelength region, grain size should be reduced that significantly influenced by initial powder conditions such as particle size, agglomeration. In this regard, there will be a better chance of obtaining outstanding IR transparency characteristics if we explore the synthesis of initial powder. To obtain the fine and highly homogeneous nanoparticles, GNP combustion was conducted under the various synthesis conditions. The quantity of glycine as fuel was adjusted to diminish both the initial particle size and agglomeration and to define optimized powders by GNP. Conventional sintering was superseded by hot-pressing to reduce the domain coarsening at low temperature with applied pressure that we could obtain high transmittance in extensive infrared region.

G3-7 Mechanical Properties Characterization of Graphene/Al2O3 Nanocomposite Fabricated by Molecular Level Mixing Process and SPS

분자수준 혼합공정 및 SPS 소결로 제조된 graphene/Al_2O_3 나노복합소재의 기계적 특성평가

이빈*, 이준호, 류호진, 홍순형
KAIST

CNT, graphene 등 강화재로 사용되는 나노소재에 있어 해결해야 할 가장 큰 과제는 나노소재의 기지내 분산이다. 또한, 강화재와 기지 간의 강한 계면 결합 역시 나노소재의 첨가를 통한 복합재료의 기계적 물성 향상을 위한 필수 해결 과제라 할 수 있다. 본 연구에서는 대표적인 2차원 나노소재인 graphene을 세라믹 기지에 복합화시키기 위해, graphene의 기지내 균질 분산과 계면 결합 문제를 동시에 해결할 수 있는 분자수준 혼합공정을 도입하였다. 본 기술의 도입을 위해 표면에 기능기를 지니고 있는 graphene oxide (GO)를 제조하여 이용하였고, 세라믹 기지로는 대표적인 구조세라믹인 알루미나 (Al_2O_3)를 사용하였다. Graphene oxide 표면의 기능기에 Al 이온을 용액 속에서 화학적으로 결합시킨 후 하소시켜 amorphous 상태의 graphene/Al_2O_3 나노복합분말을 제조하였다. 이어 Spark plasma sintering (SPS) 소결을 통해 제조된 graphene/Al_2O_3 나노복합재료는 파괴인성 (146%)과 경도 (14.2%)가 동시에 향상됨을 확인하였다.

G3-8 I mproving Carbon Fiber Adhesion by Hydrogen Plasma Treatment

탄소 섬유의 수소 플라즈마 처리에 관한 연구

한창지*, 이응석,임대순
고려대학교

In this study, carbon fibers treated by hydrogen plasma using plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) were added to the polymer in order to increase the mechanical strength of polymer composite. The change of morphology and roughness as a function of plasma treatment temperature (100 ~ 500°C with an interval of 100°C) were observed by atomic force microscopy (AFM). And, the generation of functional group, such as C-H functional group on the carbon fiber surface, was confirmed by transform Fourier infrared spectroscopy (FT-IR). Raman spectroscopy data confirmed the increase of disordered carbons on the surface of carbon fibers. Mechanical properties of plasma treated carbon fibers/polymer composites were improved at high temperature because of the changes of carbon bonding structure and the enhancement of the interaction between the carbon fibers and composites.

G3-9 Functionally Graded Materials with Temperature Dependent Elastic Properties

온도 의존적 탄성 물성치를 가진 경사 기능 재료

이영훈*, 김지환
서울대학교

In this work, Functionally Graded Materials (FGMs) with temperature dependent elastic properties are investigated using a homogenization method based on Mori-Tanaka scheme. Also, FGMs are non-homogeneous materials with gradually changing from one surface to the other. Furthermore, heat conduction effects should be considered in thermal environments of the material eventually under temperature rise conditions. Due to asymmetry in the thickness direction of FGMs model, the neutral surface of the structure is not the same as the mid-plane of the symmetric structure. As the numerical results, material properties are obtained the thermal buckling behavior based on neutral surface are performed in uniform and nonlinear temperature rise condition along in the thickness direction of the model for volume frations. Also, comparisons with the previous data using mid-plane as a reference plane are summarized. For more detailed discussions are the future works for FGMs for thermo-elastic vibration, buckling, post-buckling and limit-cycle oscillations.

G4-1 Catalyst Loaded WO_3 N anofibers Using Metal-Organic Framework Templates for Exhaled Breath Analysis

금속유기구조체를 템플레이트로 활용한 나노입자 촉매가 결착된 텅스텐산화물 나노섬유 기반의 날숨센서

구원태*, 최선진, 김상준, 장지수, 김일두
KAIST

Increase in surface area and catalytic sensitization should be accompanied to achieve highly sensitive and selective exhaled breath sensors using semiconductor metal oxide (SMO)-based sensing materials. Among the numerous nanomaterials, metal-organic frameworks (MOFs) are strong candidates for breath sensing materials because they have fascinating features such as ultrahigh porosity and incredibly high surface area. In addition, noble metal nanoparticles (NPs) such as Pt and Pd can be encapsulated in the cavities of the MOFs. In this work, we propose Pd-functionalized ZnO loaded on WO_3 nanofibers (Pd-ZnO-WO_3 NFs) synthesized by using ZIF-8 templates. We loaded MOF templated catalytic Pd NP network on WO_3 nanofibers (NFs) through electrospinning and subsequent calcination. As intermediates, MOFs containing Pd catalyst transform to metal oxide by calcination, and these metal oxide can act as a synergistic catalyst and delivery agent of NP catalyst network. Pd-ZnO-WO_3 NFs exhibited a twenty-four times higher toluene response, which is a biomarker for lung cancer, (R_{air}/R_{gas}= 53.55 at 5 ppm) at 350 °C compared to that of pristine WO_3 NFs. In addition, Pd-ZnO-WO_3 NFs detected at 100 ppb of toluene with high response (R_{air}/R_{gas}= 4.37 at 350 °C). Moreover, Pd-ZnO-WO_3 NFs improved other sensing characteristics, in terms of the response time and selectivity. These results demonstrates that the novel synthesis of catalyst-loaded SMO NFs by using MOF templates can be applicable for exhaled breath analysis.

G5-1 Effect of Fabrication Method on the Chromaticity and Mechanical Properties of Colored Zirconia for Dental Applications

치과재료용 유색 지르코니아의 제조 방법에 따른 색도와 기계적 물성

윤준혁[1]*, 김경자[1], 박주석[1], 김경훈[1], 도환수[1], 김형순[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]인하대학교

지르코니아(ZrO_2)는 우수한 기계적 특성, 생체 안정성과 높은 심미성으로 치과재료로 널리 사용되고 있다. ZrO_2의 색상은 백색에 가까운 상아색으로 생체 치아의 색상과는 확연한 차이를 보이며, 생활수준의 향상과 함께 미적기준 또한 상승하여 개개인의 치아 색상에 맞춘 다양한 색상을 가진 유색 ZrO_2의 개발이 요구되고 있다. 치과용 ZrO_2에 색상을 발현하는 방법은 금속산화물 분말을 ZrO_2 분말에 직접 혼합하는 방법과, 가소결된 ZrO_2 블록을 색소체 용액에 침지하여 원하는 색상을 얻는 방법 등이 많이 활용되고 있다. 본 연구에서는 3Y-TZP (3 mole% Yttria-stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystals)분말에 Fe_2O_3, MnO_2, Cr_2O_3의 금속산화물 분말을 직접 혼합하여 제조한 유색 지르코니아와 가소결된 3Y-TZP 블록을 $FeCl_3$, $MnCl_2$, $CrCl_3$ 금속염화물 용액에 침지하여 제조한 유색 지르코니아의 색도 및 기계적 특성을 비교 분석하였다. 3Y-TZP 분말에 Fe_2O_3, MnO_2, Cr_2O_3를 각각 0.01 ~ 0.5 wt% 첨가하고 24시간 ball mill 혼합한 후 12시간 동안 대기 중에서 건조하였다. 건조된 혼합 분말을 325 mesh로 전통한 후, 100 MPa의 압력으로 일축가압 성형하여 1500°C에서 2시간 동안 상압소결 하였다. 3Y-TZP 분말을 100 MPa의 압력으로 일축가압 성형한 후 1000°C에서 2시간 동안 유지하여 가소결 시편을 제조하였다. 제조된 시편을 0.1 ~ 0.5 wt% $FeCl_3$, $MnCl_2$, $CrCl_3$ 수용액에 3분간 침지한 후 건조하였다. 색상이 부여된 시편을 1500°C에서 2시간 동안 상압소결 하였다. 소결된 시편의 색도를 측정하고, 기계적 특성과 미세구조를 분석하였다.

G5-2 고농도의 인산칼슘 수용액이 법랑질의 재광화에 미치는 영향

이소명*
(주)시지바이오

포스터 발표(P1)로 변경

치아의 법랑질은 인회석결정의 형태로 존재하는 무기질의 함량이 전체의 96%를 차지한다. 정상적인 구강 환경에서 치아의 무기질은 끊임없는 탈회와 재광화가 되풀이 되면서 항상성을 유지하고 이러한 무기질 교환의 평형이 유지될 때 치아 우식이 예방될 수 있다. 그러나 산 또는 킬레이트제에 노출되어 평형이 깨지는 과정에서 상실되는 법랑질은 자연적인 치유가 불가능하기 때문에 치아 재광화를 유도할 수 있는 제품의 적용 및 치료가 필수적이다. 본 연구에서는 고농도의 인산칼슘 수용액이 법랑질의 재광화에 미치는 영향을 알아보기 위해 인산칼슘 분말을 완전히 용해한 중성의 용액을 제조하였다. 제조한 용액과 시중에 판매되는 구강양치액 5종에 HA(hydroxyapatite) disc를 7일 간 단순 침적하였고, 14일 동안 pH 순환 모형을 적용하여 우치 법랑질 시편을 비교 평가하였다. 그 결과 재광화 유도 물질(인, 칼슘, 불소 등)을 함유하고 pH가 중성에 가까운 용액일수록 치아 법랑질 부식을 억제한다는 것을 알 수 있었다. 이를 통하여 중성의 고농도 인산칼슘 수용액은 치아 법랑질 표면에 인, 칼슘 이온을 효과적으로 공급함으로써 재광화를 유도하여 초기 치아우식증 발생을 억제할 수 있음을 확인하였다.

G5-3 Bioglass Ceramic Coating on Ti by Plasma Spraying Method for Dental Implant

Plasma Spray 법을 이용한 Bioglass 세라믹 코팅된 치과용 임플란트 개발

전재희*
영남대학교

Bioglass (45S5) which was invented by Hench, has been applied for bioactive coating on Ti implants to utilize the excellent bioactivity and biodegradation property. But the bioglass itself for bioactive coating application has a couple of problems such as complicated manufacturing process and fast degradation compared to the osseointegration rate. In this study, the new synthetic method of bioglass ceramics (BGC) was developed using a commercial water-glass by adding bioglass elements. As a result, the BGC materials can be manufactured by a relatively simple and inexpensive process. Sodium calcium silicate which is a major crystalline phase was detected at the plasma spray coated BDC layer. The BGC material was non-toxic in a cytotoxicity test and demonstrated good bioactivity in a SBF test. HA formation on the BGC coated layer increased with the duration period of SBF soaking. The adhesion strength of the BGC coated layer was enough for dental implant application (16.2 MPa).

G6-1 The Control of Dispersion Properties in Chalcogenide Glass for the Application of Infrared Lens

적외선 광학렌즈용 고분산, 저분산 특성을 가지는 칼코지나이드 유리조성 개발

최주현*, 이의삼, 차두환, 김정호, 김혜정
한국광기술원

The conventional techniques for manufacturing aspheric lens for infrared optics are the single point diamond turning and polishing methods. These methods are mainly time-consuming process and very difficult for mass production with high accuracy. However, the use of precision glass molding (PGM) method has recently became more attractive to fabricate aspheric glass lens in infrared optics since it has simple process step, cost effective methods, which lead to mass production. Therefore, there have been intensive studies for the infrared optical glass systems for photonic applications. However, all commercial chalcogenide glasses cannot always satisfy the requirement for PGM process in making aspherical optical lenses. Thus, one of the challenging issues is to find out the right chalcogenide compositions with high thermal stability, which is compatible with PGM process. In this work, Ge-Sb-Se systems with low dispersion was modified to new composition with high dispersion. In addition to Ge-Sb-Se systems, new glass systems with high dispersion were prepared to find right composition for infrared optical lens. The most important optical properties is refractive index of each glass compositions. The refractive index were measured from 3 μm to 12 μm in order to investigate the characteristics of wavelength dependence. The effects of the compositional dependence on refractive index and dispersion properties were discussed.

G6-2 Infrared Transmission Edge of Chalcogenide Glasses: Compositional Dependence of Ge-Sb-Se Glasses

칼코지나이드 유리의 적외선 투과단: Ge-Sb-Se 유리의 조성 의존성

이정한[1]*, 이우형[1], 이준호[1], 최주현[2], 김혜정[2], 최용규[1]
[1]한국항공대학교
[2]한국광기술원

일반적인 유전체의 적외선 투과단은 다중포논 흡수에 의하여 결정되며, 결정질 소재의 경우 비교적 단순하게 투과단 부근의 흡수 스펙트럼을 측정/계산할 수 있다. 반면, 비정질 소재는 태생적으로 구조를 형성하는 각 진동 모드를 정확하게 파악하기 쉽지 않고 따라서 다중포논 흡수 스펙트럼 역시 정량적인 해석이 용이하지 않다. 적외선 투과렌즈 등으로 사용되는 칼코지나이드 유리에서 적외선 투과단의 위치 및 형태는 적용파장 대역을 결정하는 중요한 인자일뿐더러 굴절률 분산 및 유리의 안정성 등에도 직/간접적으로 영향을 미치기 때문에 세심한 고려가 필요하다. 본 연구에서는 원적외선 대역에서도 활용할 수 있는 Ge-Sb-Se 계열 칼코지나이드 유리의 적외선 투과단의 조성 의존성을 분석하고자 하였다. 몰딩 공정에 적합한 후보조성 범위에서 선정된 40개 이상의 조성을 대상으로 적외선 투과 스펙트럼을 측정하고, cutback method를 통해 흡수 스펙트럼을 계산하였으며 이를 모사할 수 있는 실험식을 도출하였다. 또한, 각 조성이 나타내는 적외선 투과단의 변화를 라만 스펙트럼에서 확인된 진동 모드의 조합으로 표현하고자 하였으며, 나아가 2 mm 두께의 유리를 대상으로 측정한 적외선 투과 스펙트럼이 나타내는 투과단의 위치와 각 유리의 환산질량 및 평균 결합에너지 사이에 universal empirical correlation이 존재함을 확인하였다. 이를 통하여 유리조성의 변화에 따른 적외선 투과단의 변화를 보다 용이하게 파악할 수 있는 방법론을 확보하였으며, 이는 향후 적외선 투과유리의 조성개발에 적용될 것으로 기대된다.

G6-3 Thermal Expansion Behavior of Ge-Sb-Se Glasses in the Compositional Range for Molded Infrared Lens Applications

적외선 투과렌즈용 Ge-Sb-Se 유리의 열팽창 거동

이우형[1]*, 이정한[1], 이준호[1], 박봉제[2], 소병진[3], 허 종[3], 최주현[4], 김혜정[4], 최용규[1]
[1]한국항공대학교
[2]한국전자통신연구원
[3]포항공과대학교
[4]한국광기술원

최근 스마트폰에 장착하여 사용할 수 있는 크기의 적외선 카메라가 상용화되면서 결정질 소재기반 적외선 투과렌즈에 비해 원소재 가격 및 공정 비용 측면에서 확실한 장점을 가지는 칼코지나이드 유리 렌즈에 대한 관심이 증가하고 있다. 삼성분계 Ge-Sb-Se 유리는 구성성분에 As를 포함하지 않아서 상대적으로 환경친화적이며, 몰딩공정을 적용할 수 있는 수준의 열적/기계적 안정성을 나타낸다. 본 삼성분계 유리의 넓은 유리형성영역 중에서 적외선 투과렌즈로 적용될 수 있는 조성은 비교적 제한되어 있으며, 본 연구팀은 해당 조성범위의 유리를 대상으로 유리전이온도, 연화온도, 경도, 적외선 투과도 등의 조성 의존성을 분석하여 왔다. 한편, 유리의 열팽창 계수는 몰딩공정 조건 및 온도 수차 등에 영향을 미치기 때문에 자세한 분석이 필요한데, 아직까지 해당 조성범위를 대상으로 열팽창 거동에 대한 자세한 분석이 되지 않은 실정이다. 이에 본 연구에서는 몰딩공정에 보다 적합한 일차 후보조성 범위에서 서로 상이한 조성비를 가지는 유리시편을 제작하고, TMA를 활용하여 열팽창계수를 측정하였다. 이를 통하여 본 Ge-Sb-Se 유리의 열팽창 계수는 Se 함량에 가장 민감함을 확인하였으며, 이러한 겉보기 조성 의존성을 유리구조 관점에서 파악하고자 mean coordination number와 average bond energy를 활용하여 추가적으로 분석하였다.

G6-4 Oxyfluoride Glass Ceramics Co-doped with Eu^{2+}/Mn^{2+} for Color Conversion of UV-LED

UV-LED 색변환용 Eu^{2+}/Mn^{2+}가 도핑된 Oxyfluoride Glass Ceramic

이상헌[1]*, 정운진[1], 임원빈[2]
[1]공주대학교
[2]전남대학교

나노 결정이 형성된 oxyfluoride glass ceramic은 oxide계 유리의 높은 열적·화학적 안정성과 fluoride 나노결정의 낮은 포논 에너지로 인한 희토류 이온의 양자효율 증대로 가시광 대역의 형광 효율을 증대시킬 수 있다. 나노결정은 열처리를 통해 형성되며, 도핑된 희토류 이온의 색변환 효율을 향상시킬 수 있다. UV-LED를 이용한 백색 LED는 적절한 색변환 소재의 활용을 통한 우수한 연색지수를 구현할 수 있는 장점이 있으며, 특히, 신뢰도가 우수한 고출력 백색 LED의 구현을 위해서는 적절한 완전 무기소재기반 색변환 소재가 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는, SiO_2-Na_2O-Al_2O_3-LaF_3계 유리에 EuF_3와 MnO_2를 도핑하여 유리를 형성하였으며, 열처리를 통해 fluoride 나노결정을 형성하였다. 400nm 여기광을 사용한 UV-LED 칩 위에 마운트하여 photoluminescence(PL) 를 이용하여 분석한 결과 열처리 전 대부분 Eu^{2+}에 의한 녹색 발광만 확인되었으나, 열처리 후 MnO_2의 첨가량에 따라Mn^{2+}에 의한 발광이 증가되는 것을 확인 되었다. Eu^{2+} 및 Mn^{2+}의 함유량과 두께 변화에 따른 PL변화와 색좌표 변화를 확인하였으며, 열특성 및 변환효율도 측정하였다.

G6-5 Effect of Diffusing Agent in Phosphor-in-Glasses for White LED

백색 LED용 Phosphor-in-Glass의 확산제 첨가 영향

박현아[1]*, 정운진[1], 임원빈[2], 허 종[3]
[1]공주대학교
[2]전남대학교
[3]포항공과대학교

최근 phosphor in glass (PiG) 구조에 대한 많은 연구가 진행되고 있으며, 상업화에 성공하였다. 이를 이용한 백색 LED는 silicon resin 및 유기바인더를 사용한 백색 LED보다 열적, 화학적 안정성이 높고, 비교적 제조가 간편하다는 장점이 있다. 백색 LED는 청색 LED와 황색 형광체를 사용하는 2색 방식으로 이루어지며, 청색광을 흡수하여 나오는 형광체의 형광과 투과된 청색광이 혼합되어 백색광을 구현하고 있다. 그러나, 청색 LED로 부터의 각도에 따라 색온도 차이가 발생하여 PiG plate 테두리에서 yellow ring 현상이 나타나게 된다. 한편, 적절한 크기를 가진 확산제를 첨가할 경우, 청색광의 산란을 증진시켜 색좌표의 각도 의존성을 최소화하는 동시에 형광체로의 흡수를 증진시켜 색변환효율 향상을 도모할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 굴절률이 다른 확산제로서 Al_2O_3, TiO2 및 ZrO_2를 첨가하여 PiG를 제조하였으며, 각 확산제의 첨가에 따른 PiG의 특성 변화에 대해 조사하였다. SiO_2-Na_2O-RO를 기반으로 하는 모유리와 YAG:Ce^{3+} 황색 형광체를 9:1 비율로 혼합하고, glass matrix보다 확산제의 첨가량을 변화시키며 550°C에서 소성하여 PiG를 제조하였다. 제조된 PiG를 450 nm blue LED 위에 mount하여 적분구를 통해 CIE index 및 색온도를 측정하였으며, thermal quenching 특성과 색변환 효율을 측정하였다. 또한 SEM을 통해 형광체 및 확산재의 분산이 잘 이루어진 것을 확인하였다.

G6-6 Glass Materials for Hermatic Sealing of Large Sized Dye Sensitized Solar Cells

이한솔[1]*, 조재권[2], 황재권[2], 정운진[1]
[1]공주대학교
[2]오리온 디스플레이

염료감응 태양전지(DSSC)는 반도체 기반 일반 태양전지에 비해 간단한 제조 공정과 비교적 높은 투과도로 인해 광범위한 활용도를 가지고 많은 연구가 진행되어 왔다. DSSC는 액상의 전해질과 염료 및 나노구조의 TiO_2로 구성되며, 액상 전해질의 누수를 완벽하게 차단하고 외부의 수분과 가스의 침투를 방지하기 위해 밀폐성이 뛰어난 봉지용 소재를 필요로 한다. 일반적으로 DSSC의 봉지용 소재로 사용되는surlyn은 고분자 물질로써 낮은 열적, 화학적 안정성으로 장시간 사용이 불가하여 이를 대체할 수 있는 무기소재에 대한 필요성이 대두되어 왔다. Glass frit봉지용 소재는 우수한 열적, 화학적 안정성으로PDP, AMOLED 등의 봉착에 널리 활용되고 있고, 이를 DSSC에 활용할 경우 장수명/대면적 구현이 가능할 것으로 기대되고 있다. DSSC 봉지용 소재로써 glass frit을 활용하기 위해서는 유리의 소성온도가 550°C보다 낮고, 기판과의 결합력이 우수하며, 전해질에 대해 화학적으로 높은 안정성을 가져야 한다. 따라서, 본 연구에서는 DSSC 봉지용 소재로써 P_2O_5-V_2O_5 system의 바나듐계기반의 유리와SiO_2-P_2O_5-ZnO system의 인산실리케이트계 기반의 유리를 설계하고, 조성 개선을 통해 전해질에서의 화학적 안정성 향상을 도모하였다. Glass frit을paste로 제조하여 기판과의 접착 정도를 확인하였고, 85°C에서 72시간동안 전해질 반응을 확인하여 내구성 테스트를 진행하였다. 구조분석을 통해 조성에 따른 열적 특성과 화학적 내구성의 변화를 확인하고 분석하였다.

G7-1 Characterization of Magnesia-spinel Brick for Cement Kiln

시멘트 킬른용 Magnesia-spinel Brick의 특성

최재철*, 박준혁, 박영증, 김원갑, 이석근
한국내화(주)

1980년대 이후 석회 제조 산업은 상당한 발전을 이루어 왔으며, 현재까지 개발과 개선이 지속적으로 이루어지고 있다. 기존 시멘트 로타리 킬른에는 MgO-Chromite Brick이 널리 사용되어 왔다. 하지만 MgO-Chromite Brick에서 생성된 (K,Na)2Cr2O4의 6가 크롬이 검출되어 환경 및 보건에 대한 문제가 제기 되면서 각국의 6가 크롬에 대한 규제가 강화되고 있어 MgO-Chromite Brick 사용을 지양하고 있다. 본 연구에서는 Chrome-Free 재질인 MgO-Hercynite Brick의 개발을 목표로 수행되었다. FeO·Al2O3 또는 FeAl2O4의 결정 구조를 보이는 Hercynite는 열간 팽창 특성차이로 인한 우수한 상온 및 열간 인성을 보이며, CaO와 반응하여 C2F와 C4AF 층을 형성하여 로타리 킬른의 주 요구 특성인 클링커 코팅성도 우수하다고 알려져 있다. MgO-Hercynite Brick과 MgO-Chromite Brick의 특성을 비교 평가하는 것으로 실험을 진행하였다. 알칼리 내침식성(1400°C), 열충격저항성(1400°C), 고온곡강도(1400°C), 시멘트 클링커 코팅성 평가 및 물리적 특성(겉보기 기공율, 압축강도)에 대한 비교 평가를 실시하였다. 시험 결과 MgO-Hercynite Brick은 MgO-Chromite질 Brick 대비하여 열간 특성 및 상온 물성이 동등 이상으로 나타났다. 주 요구 특성인 클링커 코팅성은 MgO-Chromite Brick 대비 20% 우수하였으며, 열충격저항성은 30%이상 높은 것을 확인 할 수 있었다.

G8-1 Photon Absorption Enhancement of Doped Titanate Nanosheets by First Principles Calculation

제일원리계산을 통한 도핑된 이산화 타이타늄 나노시트의 흡광 향상에 관한 연구

정봉욱[1]*, 이재찬[1], Minoru Osada[2]
[1]성균관대학교
[2]NIMS

포스터 발표(P1)로 변경

Anatase TiO_2 has been extensively studied for photocatalyst application. But anatase TiO_2 has low light absorption efficiency since it has a large indirect band gap, 3.2 eV. To absorb light more efficiently, chemical doping have been used to reduce band gap. However, the reduced band gap decreases the driving forces of photocatalytic oxidation and reduction reactions, resulting in reduced photocatalytic efficiency. To keep the high driving forces as well as to absorb visible light, we studied direct band gap two dimensional TiO_2 nanosheets which has a wider band gap than bulk's one due to quantum confinement effect. The TiO_2 nanosheets are codoped by transition metal and halide ions. GGA-PBE $+U$ scheme was used in this study. We found an intermediate state in the Mn-F or Fe-F or Co-F codoped TiO_2 nanosheets. The intermediate state allows the visible light photon absorption through multiple photon absorptions: from VBM to the intermediate state and from intermediate state to CBM. This intermediate band enables TiO_2 nanosheets to absorb visible light photon while keeping the wide band gap. We found that visible light photon absorption occurred by this intermediate band of codoped nanosheets without band gap narrowing.

G8-2 Optimization of Head-mass of Tonpilz Transducer by Simulation

Tonpilz 트랜스듀서의 head mass 최적화를 위한 시뮬레이션

서진원[1]*, 최 균[1], 이호용[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]선문대학교

Tonpilz 트랜스듀서는 통신용 및 수중 SONAR 시스템 등 상업적으로 많이 활용되는 트랜스듀서 형태로써 큰 head mass와 이를 구동하는 작은 디스크 형의 압전체, 또한 이를 고정시키는 tail mass와 볼트로 구성된 단순한 구조로 저주파 고출력의 송신 성능을 낼 수 있는 장점을 갖고 있다. SONAR 시스템에 적용되기 위해서는 고감도의 광대역 트랜스듀서가 필요하게 되고, 이에 따라 넓은 주파수 대역폭(bandwidth)과 고출력을 필요로 하게 된다. 따라서 Tonpilz 트랜스듀서의 구조에서 주파수 특성에 큰 영향을 미치는 설계변수인 head mass와 tail mass의 소재 선택 및 형상 최적화 과정을 필요로 한다. 본 연구에서는 head mass의 형상 변화에 따른 영향과 크기 및 재질에 대한 트랜스듀서의 특성 변화를 유한요소법을 사용하여 해석하였다. 형상 요소로는 head mass의 옆면이 대칭 축과 이루는 각도와 head mass의 중량 변화에 대해 해석하였고, 재질 요소로는 Al소재와 Ti소재의 주파수 특성을 비교하였다. 이를 통해 넓은 송신 비대역폭을 확보하기 위한 설계에 있어서 가장 중요한 요소를 확인하고자 하였다.

SA1-1 Enhancement of Superconducting Properties of MgB_2 by Carbon-based Doping

탄소 도핑에 의한 MgB_2 초전도체의 특성 향상

정국채*
재료연구소

The effect of carbon-based doping on critical current density (J_c) and upper critical field (H_{c2}) of MgB_2 has been investigated and reported, and most of the carbon-based doping leads to improvement of the performance, especially by direct addition of nano-SiC particles and chemical doping of malic acid. Carbon substitution effects make two distinguishable contributions to the enhancement of J_c in magnetic fields, increase of H_{c2} and improvement of flux pinning, both because carbon substitutes for boron site in the MgB_2 lattice. In this work, we used PMMA (polymethyl-methacrylate), ascorbic acid and PVP (Polyvinylpyrrolidone) as carbon sources in order to achieve performance enhancement of MgB_2, high- field J_c and H_{c2}. Carbon doped MgB_2 bulks were prepared with carbon coated on boron by thermal decomposition of PMMA and ascorbic acid and CQD (carbon quantum dot) dispersed in ethanol by sonication exfoliation of PVP. The obtained samples were studied for its phase formation by X-ray diffraction and the morphology at fractured surface by scanning electron microscopy. In addition, the magnetization measurements for superconducting properties of MgB_2 were carried out using physical property measurement system (PPMS QD). Compared to un-doped MgB_2, the high-field J_c for PMMA, ascorbic acid and PVP doped MgB_2 at 5 K and 8 T reached 3.1×10^4, 2.4×10^4 and 1.5×10^4 A/cm^2, respectively.

SA1-2 Fabrication of $GdBa_2Cu_3O_{7-x}$ Coated Conductor by Co-evaporation

동시증발법을 이용한 $GdBa_2Cu_3O_{7-x}$ 2세대 고온초전도 선재의 연속제조

이헌주*, 이재훈, 문승현
(주)서남

SuNAM has established 2G wire manufacturing process based on co-evaporation and subsequent reaction of precursor films in carefully controlled temperature and pressure. We observed phase evolution as the co-evaporated precursor film progressed through the furnace, and derived the pressure gradient inside the furnace in comparison to the coltrol value. Uniformity of superconducting properties is getting more important once we succeeded in producing longer length wires. To secure uniformly high quality wire, we developed quality control system for IBAD(Ion Beam Assisted Deposition) of MgO layer and co-evaporation of superconducting layer. For IBAD process, the system keeps the texture of buffer layer stable by observing the shape of RHEED spot and controlling Ar ion gun. In case of superconducting layer, colors reflected from surface against the fluorescent light is matched to the composition with the help of extensive database we created.

SA1-3 Study on Low Resistance Joint of GdBCO Superconducting Tapes Using Silver Nano Paste

은나노 페이스트를 이용한 낮은 저항을 갖는 GdBCO 초전도선재의 접합

한영욱*
한국전기연구원

Low resistance joint technique was one of important issues for development of superconducting magnet using the high temperature superconducting wires. Silver nano paste which consisting of Ag nano particle and organic binder, were tried for splice jointing of GdBCO superconducting tapes instead of conventional Pb based solder alloys. In this study, commercial silver nano paste was directly coated on the surface of GdBCO tapes using a stick. Two GdBCO tapes were well bonded with face to face manner using a hot-press after curing of silver nano paste at ~300°C in air with various pressures. Organic binder was removed and a dense silver layer was formed between GdBCO tapes during sintering of silver nano particles. Microstructures of bonded samples were characterized by optical and scanning electron microscopes. Joint resistance and critical current property of jointed samples were measured at 77 K. Details will be presented in the conference.

SA1-4 SA1-4 The Effect of Oxygen Partial Pressure on Superconducting Property of SmBCO Coated Conductors Fabricated by RCE-DR Process

RCE-DR 공정으로 제조된 SmBCO 초전도체의 산소 분압 영향에 따른 특성

이상현*
한국전기연구원

RCE-DR (Reactive Co-Evaporation by Deposition and Reaction) 공정은 동시증발법을 이용한 증착구역과 증착된 precursor를 초전도 상으로 변화하는 열처리 구역으로 구성되어 있으며 가장 빠른 속도로 장선의 초전도 박막선재를 제조할 수 있다. 현재 국내에서 RCE-DR 공정을 이용하여 km급의 임계전류 특성이 우수한 GdBCO 초전도 박막선재를 (주)서남에서 제조하여 판매중이다. 본 연구는 진공 챔버 내에서 Sm, Ba, Cu의 세 물질을 각각 열증발법으로 동시에 증착한 후 열처리 공정을 통해 우수한 특성의 SmBCO 초전도 박막선재를 제조하고자 하였다. 증착 영역에서의 각 물질에 대한 조성비 제어, 증착 온도 및 진공도 유지를 위하여 산소 분압을 조절하였으며, 이 후 이어지는 열처리 공정에서는 열처리 온도 및 각각의 구간 별 산소 압력에 따른 특성 변화를 관찰하였다. 제조된 SmBCO 초전도 박막선재는 초전도 특성을 평가하기 위해 임계전류를 측정하였으며, 아울러 XRD, EDS, SEM을 측정하여 비교 분석하였다.

SA1-5 Al Laminated GdbCO High Temperature Superconducting Conductor

Sang-Soo Oh, Young-Uk Han, Hong-Soo Ha
Korea Electrotechnology Research Institute

In order to increase current (Ic) capacity of second generation high temperature superconducting (HTS) wire, the lamination or cabling process of multiple HTS tapes is required. In this study, the fabrication of aluminum laminated 5 layer GdBCO conductors was tried. Two GdBCO tapes fabricated by RCE-DR process were used and Al alloy (AA-3104) was employed for mechanical support and stabilization in the lamination process. Continuous ultrasonic soldering was used to coating of Sn-3%Ag-0.5%Cu solder on aluminum alloy tapes. Al alloy tapes were found to be favorably soldered with GdBCO tape of Ag/GdBCO/LMO/MgO/Y_2O_3/Al_2O_3/STS. Electrical and mechanical properties of Al laminated GdBCO conductors consisting of two HTS tapes and three Al alloy tapes were investigated. No Ic degradation was confirmed after lamination process. Bonding strength and tensile strength of laminated conductors were evaluated. Detailed experimental results will be presented in the conference.

SA1-6 Phase Stability Diagram of $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ in Low Oxygen Pressures

낮은 산소 분압에서 $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$의 상안정도

석태현[1]*, 이정우[1], 박인성[1], 이재훈[2], 문승현[2], 유상임[1]
[1]서울대학교
[2](주)서남

We have investigated the phase stability of $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (YBCO) in low oxygen pressures ($1 \le PO_2 \le 900$ mTorr). For this study, Y-Ba-Cu-O amorphous precursor films with the cation ratios of Y : Ba : Cu = 1 : 2 : 3 were deposited on $LaAlO_3$ (001) substrates at 200°C by pulsed laser deposition (PLD). In order to identify the phase stability boundary and decomposition product of YBCO, as-deposited films were annealed at various high temperatures in low oxygen pressures. Experimental results reveal that YBCO is decomposed into Y_2O_3 and $YBa_3Cu_2O_{6.5}$ and other phases (Liquid) in this low PO_2 region ($1 \le PO_2 \le 200$ mTorr) and Y_2BaCuO_5 + $YBa_3Cu_2O_{6.5}$ + other phases (Liquid) in relatively high PO_2 region ($250 \le PO_2 \le 900$ mTorr) which is quite different from previous papers reporting the peritectic decomposition of YBCO into Y_2BaCuO_5 + $YBa_3Cu_2O_{6.5}$ + $BaCu_2O_2$(S) ($PO_2 \le 100$ mTorr), Y_2BaCuO_5 + $YBa_3Cu_2O_{6.5}$ + $BaCu_2O_2$(L) ($100 \le PO_2 \le 600$ mTorr), and Y_2BaCuO_5 + L ($PO_2 \ge 600$ mTorr). Details on the phase stability and equilibrium decomposition products of YBCO phase in low oxygen pressures will be presented for a discussion.

SA1-7 The Effect of Post-annealing on the Pinning Properties of $GdBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ Films by Pulsed Laser Deposition

PLD공정으로 만들어진 $GdBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ Films의 Post-annealing 효과

오원재*, 김재은, 유상임
서울대학교

We report enhanced flux pinning properties of $GdBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (GdBCO) films by a post-annealing process. For this study, GdBCO films were fabricated by pulsed laser deposition (PLD) using KrF (λ = 248 nm) eximer laser on CeO2-buffered MgO (100) single crystal substrate. As-prepared GdBCO films were post-annealed at various temperatures of 750 ~ 850°C in low oxygen pressures below 1 Torr. The pinning properties of annealed GdBCO samples were sensitive to the annealing conditions, including oxygen pressure, temperature, and time. Details on the relationship among the post-annealing conditions, microstruture, and pinning properties of GdBCO CCs will be presented for a discussion. This work was supported by the Power Generation and Electricity Delivery of the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) grant funded by the Korea government Ministry of Trade, Industry and Energy (No. 20131010501800)

SA1-8 Critical Issues for Higher Performance REBCO Coated Conductors via the RCE-DR Process

유상임*
서울대학교

Long-length high-Ic $GdBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (GdBCO) coated conductors (CCs), composed of GdBCO CCs/$LaMnO_3$/Epi-MgO/IBAD-MgO/Y_2O_3/Al_2O_3/Hastelloy, have been successfully fabricated via a new high throughput process known as RCE-DR (Reactive Co-Evaporation Deposition & Reaction) by SuNAM Co. in Korea. Due to a very high conversion rate from an amorphous precursor film into the GdBCO film, an overall processing speed for producing the GdBCO film is faster than 120 m/h. However, since a weak pinning property has been the most serious problem for GdBCO CCs via RCE-DR, critical issues for higher performance are related to the improvement of flux pinning property such as the refinement of Gd_2O_3 particles and generation of defects in the GdBCO matrix. While refinement of Gd_2O_3 particles, enabled by an optimal processing, was turned out to be very effective for J_c improvement in all field directions, representing the isotropic pinning effect, generation of stacking faults aligned along the c-axis of GdBCO, formed by the post annealing process, were found to be very effective for J_c improvement for the field parallel to the c-axis like columnar defects or nanorods. In addition, I will also explain new approaches to trap the RE_2O_3 particles or perovskite oxides in the GdBCO matrix for this purpose.

SA2-1 High Mobility Zinc Oxynitride Semiconductor for Next-Generation Display Applications

차세대 디스플레이 응용을 위한 고이동도 ZnON 반도체 및 박막 트랜지스터에 관한 연구

김현석*
충남대학교

Increasing demands for high performance switching or driving transistors in the flat panel display industry have led to the development of high mobility metal oxide semiconductors such as In-Ga-Zn-O (IGZO) and Hf-In-Zn-O (HIZO). Thin-film transistors (TFT) that incorporate such materials exhibit field effect mobility, exceeding 10 cm^2/Vs, and are suitable for the fabrication of ultra definition (4000 ´ 2000 pixels), large size (> 70 inch) displays operating at extremely high frame rates (> 480 Hz). However, further advances in display technology aim at producing 3D images or driving organic light-emitting diodes (OLED) while satisfying the above criteria. In this regard, transistors with even higher field effect mobility (> 30 cm^2/Vs) must be integrated in the backplane array. In this work, an alternative type of high mobility semiconductor, zinc oxynitride (Zn-O-N), is studied by both theoretical calculations and experimental evaluation of thin films and TFT devices. The deposition of ZnON films involves reactive magnetron sputtering using a zinc metal target, using plasmas that contain a proprietary mixture of argon, oxygen and nitrogen. TFT devices with field effect mobility close to 100 cm^2/Vs (comparable to those of poly-silicon TFT) are routinely achieved by the proper adjustment of deposition parameters such as sputtering power and gas flow ratio of nitrogen to oxygen.

SA2-2 Atomic Force Microscopy for Exploring Electrochemistry in Functional Oxide Thin Films

김윤석*
성균관대학교

Electrochemistry underpins a broad spectrum of energy and information technologies such as batteries, fuel cells, and electroresistive information devices. The optimization of functionalities in these devices requires fundamental understanding of electrochemical behavior at the nanoscale. Even though the macroscopic electrochemical phenomena have been studied by macroscopic electrical measurements, these methods are limited for analyzing local electrochemical phenomena at the nanoscale and solely provide average behavior over the measured area. Here, I will summarize our recent efforts to explore nanoscale electrochemical phenomena in functional oxide thin films using recently developed atomic force microscopy (AFM) techniques of electrochemical strain microscopy (ESM) and correlative multimodal AFM. The operational mechanism of ESM was explored in a model TiO_2 thin film by investigating volume change correlated with electrochemical phenomena. Further, probing of electrochemistry using the correlative multimodal AFM was examined in NiO thin films by combination of ESM. These allow us exploring electrochemical phenomena and as well as the interplay between ionic and electronic transport at the nanoscale. The present work suggests new strategies to explore local electrochemistry using AFM.

SA2-3 Electrical and Optical Properties of the ITO Target according to the Changed Content of Oxygen/Argon

산소-아르곤 함량에 따른 ITO 타겟의 전기적 광학적 특성

황병진*, 강민호, 양승호
희성금속

포스터 발표(P2)로 변경

전기적, 광학적 특성의 향상 및 에칭 시 문제를 해결하기 위해 기존 ITO (In : Sn = 90 : 10) 타겟의 문제를 해결하기 위한 연구활동이 활발히 진행되고 있다. 기존의 문제를 해결하기 위해 ITO 타겟 내 Sn 함량 및 Sputtering 시 산소 함량의 최적화에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 연구에서는 Sn 조성 변화 및 산소/아르곤 함량 변화에 따른 전기적, 광학적 특성의 변화에 대해 평가하였다.

SA2-4 Recent Progress in Aerosol Deposition Process and its Applications III

Aerosol Deposition Process의 최근 현황과 응용분야 III

박재혁*
아이원스

Aerosol deposition (AD) process is a novel ceramic coating technology using Room Temperature Impact Consolidation (RTIC) phenomena. High-speed accerating sprayed fine particles including oxide, non-oxide and metal materials, could directly prepare thick and dense coating layers at room temperature onto several kinds of substrates. This process has a wide range potential for the applications of integrated micro devices: semiconductor devices, optical devices, and piezoelectric devices, bio-ceramic, etc. In this presentation, we will talk about recent research highlights including thick Al_2O_3 and, hydroxyapatite coating for dental implants, and piezoelectric based metal MEMS, etc. and will include some comparisons among advanced spray coating technologies.

SA2-5 High Transmittance, Anti-fingerprinting, Antibacterial Activity, and Mechanical Durability Using the ZnO-based Thin Films for Smart-phone Panel Applications

스마트 폰 패널에 응용을 위한 ZnO-based 박막을 이용하여 투명도, 지문방지, 항균효과 및 기계적 내구성 향상 연구

윤순길*, 최형진
충남대학교

The 30 nm-thick crystalline ZnO films, which have a hydrophilic property, deposited at room temperature onto the glass substrate via radio-frequency sputtering exhibited an anti-fingerprinting effect by a simple annealing treatment at a low temperature of 100 ^{o}C. The annealed 30 nm-thick ZnO films showed a high transmittance of approximately 91.3 % comparable to that of the glass substrate at a wavelength of 550 nm. The annealed films showed a strong antibacterial activity for the *E. coli* and *S. aureus* bacteria. The 30-nm thick ZnO films showed a predominant mechanical durability with a strong antibacterial activity for smart-phone panel applications. In the present study, Al-doped ZnO thin films with different Al concentrations were compared with various properties of ZnO thin films and they were investigated for the suppression of Zn release in the samples dipped into the water.

SA2-6 Modulation of Electrical Properties of Light and Heavy Ion Irradiated Oxide Thin Films

정권범*
동국대학교

Electrical properties of oxide thin films are investigated as a function of ion irradiation dose and ion mass at room temperature. The acceleration energy, dose, and depth of each ion were determined based on the simulation by stopping and range of ions in matter (SRIM) code, before irradiation. Regardless of irradiated ion, Hall mobility and carrier concentration are modified by ion irradiation with no transformation of physical structure and no change of chemical composition. The evolution of electrical characteristics is correlated with the electronic structure of oxide thin films before and after ion irradiation. The chemical bonding states, features of the conduction band, and band edge states below the conduction band, induce the changes of electrical characteristics.

SA2-7 Demonstration of Large-Diameter GaN-on-Si based Light-emitting Diodes for Energy-efficient Lighting Technology

고효율 조명기술을 위한 대구경 질화갈륨박막을 통한 발광다이오드의 제작 및 특성분석 그리고 시뮬레이션

김재균*, 김재균
한밭대학교

발광다이오드 기술은 기술적으로 에너지를 빛으로 전환하는 에너지전환효율(energy conversion efficiency)이 우수하며, 즉, 열에너지로 소비되는 양이 적어서 우수한 기술이다. 특히, 에너지에 대한 소비가 증가하는 흐름에서 일반조명에 사용되는 백열등과 형광등을 대체하게 되면 앞으로 에너지 소비에 맞춰서 건설해야 하는 발전소에 대한 대안이 될 수 있다. 이러한 발광다이오드는 이종에피택시(heteroepitaxy)기술을 사용하여 사파이어(sapphire)와 실리콘 카바이드 (silicon carbide)기판에 성장하게 되는 데, 대구경기판의 부재와 상대적으로 고가의 기판가격의 단점이 존재한다. 최근에는 이러한 단점을 극복할 수 있는 실리콘 기판위에 청색 발광다이오드의 핵심물질인 질화갈륨(gallium nitride)을 성장하는 방법이 도입되었다. 고효율의 청색발광 다이오드를 대구경으로 성장하기 위해서는 이종기판기술에서 격자상수(lattice constant) 차이와 더불어 열팽창계수(thermal expansion coefficient) 차이로 인한 박막의 결함(defect)과 크랙(crack)을 잘 제어해야 한다. 본 연구에서는앞에서 언급한 기술적인 장벽을 극복하며 8인치 실리콘 기판위에 고효율의 청색발광 다이오드를 실리콘 (silicon)기판위에 제작하는 기술에 대해서 소개하고자 한다. 더불어 고효율의 발광다이오드를 제작하기 위한 시뮬레이션을 통한 발광효율곡선(efficency curve)에 대해서도 설명하며 앞으로의 발광핵심층(acitive emission layer)에 대한 제작방향에 대해서 설명하고자 한다.

SA2-8 Band Gap Tunability of Fe, Co Doped $Bi_{3.25}La_{0.75}Ti_3O_{12}$ Thin Film Deposited by PLD

Fe, Co 도핑을 통한 $Bi_{3.25}La_{0.75}Ti_3O_{12}$ 에피텍셜 박막의 밴드갭 조정

안현지[1]*, 한준영[2], 김봉재[3], 박정용[2], 이상한[1]
[1]광주과학기술원 (GIST)
[2]가천대학교
[3]University of Vienna

Tunability of wide band gap in complex oxide is a major issue of the current photovoltaic research field. Also, the photovoltaic effect for ferroelectric materials has attracted attention due to effective ability of charge separation and collection. In this research, we have controlled the band gap of ferroelectric $Bi_{3.25}La_{0.75}Ti_3O_{12}$ (BLT) thin films through Fe, Co doping. The BLT and Fe, Co doped BLT epitaxial thin films has been grown on $SrTiO_3$ (STO), $LaAlO_3$ (LAO) substrates by pulsed laser deposition (PLD). The structural and optical properties were analyzed by X-ray diffraction, Ultraviolet-visible absorption spectroscopy. Optical band gap of Co doped BLT (BLCTO) epitaxial thin films on STO was decreased from 3.4 eV, which is the band gap of BLT, to 2.42 eV. Futhermore, when both Fe and Co were doped in BLT (BLFCTO), optical band gap was more decreased to 2.21 eV. Based on the experimental results, we simulated density functional theory calculation and we could observed how Fe, Co ions affected band gap of BLT. We also observed optical band gap could be reduced depending on substrates, which might be related with the strain status of thin films due to the lattice mismatch. In conclusion, band gap could be tuned easily by using simple doping and strain engineering methods. Therefore, these approaches could be applied to energy applications and optoelectronic devices.

SA3-1 Quantum Dot Embedded Glasses for Color Tunable White LEDs

색조절이 가능한 백색 LED용 양자점 함유 유리 소재

정운진[1]*, 한가람[1], 임원빈[2], 허종[3]
[1]공주대학교
[2]전남대학교
[3]포항공과대학교

기존의 양자점(Quantum dot: QD)은 화학합성법에 기반한 colloidal QD (CQD)로서 양자점을 보호하는 동시에 분산시키기 위해 반드시 유기소재의 보호층 (passivation layer)와 특수한 분산용 용액을 필요로 한다. 유기보호층의 취약한 화학적, 열적 안정성으로 인해 대기중에서 쉽게 효율저하가 발생하여 실질적인 내구성을 지난 소자 구현이 어려웠다. 한편, 양자점은 무기소재인 유리 소재에 열처리에 의한 핵생성-성장 기구를 통해 형성이 가능하며, CQD와 같이 양자점크기 제어를 통해 발광 파장 제어가 가능하다. 본 연구에서는, silicate 유리를 통상적인 용융-급냉법으로 제조하고, 적절한 열처리를 통해 양자점을 석출하였으며, 이를 blue LED의 색변환 소재로 사용함으로써 최종적으로 색변환이 가능한 백색 LED를 구현하고자 하였다. 가시광 발광이 가능한 CdS 및 CdSe QD가 각각 함유된 유리를 제조하여 백색 LED를 구현한 결과, CdS QDEG의 경우 색변환이 대부분 이루어지지 않았으나, CdSe QDEG의 경우 일부 색변환이 가능하여 이를 이용한 LED 구현의 가능성을 확인하였다. 색변환 효율을 높이기 위해 CdSe QDEG의 조성에 ZnS를 첨가한 결과, 기존 QDEG에 비해 매우 우수한 색변환 효율을 나타냈으며, 특히 열처리 조건과 두께 조절을 통해 색조절이 가능한 백색 LED 구현이 가능함을 확인하였다. 약 158일 간뒤에도 색변환 효율의 변화가 없어 내구성이 우수하고, 기존 CQD에 비해 매우 우수한 열적 안정성을 확인하여, 본 QDEG이 고출력 백색 LED용 색변환 소재로 사용 가능함을 확인하였다. TEM, Raman 등을 통해 양자점을 확인하였으며, 그 구조를 해석하여 색변환 효율 향상의 원인에 대해 분석하였다.

SA3-2 Controlled Synthesis of Upconversion Nanophosphors

상향변환 나노형광체의 합성 제어

장호성*, 나혜진
한국과학기술연구원

Lanthanide ion-doped upconversion phosphors exhibit unique properties such as large anti-Stokes shift, high photostability, long lifetime, and so on which make them beneficial for various applications such as bio-imaging and transparent display. For bio-related application, small sized upconversion phosphors in nanometer scale, that is, upconversion nanophosphors should be synthesized. In addition, smaller particle size is also required for less light scattering for transparent display application. When the upconversion nanophosphors are synthesized via solution chemical route, their size and morphology can be controlled by adjusting synthetic conditions. In this study, upconversion nanophosphors with various shapes were synthesized by using a ligand, an additive, and lanthanide doping. Small and large spherical shape, rod shape with various aspect ratios of length to width, and hexagonal prism shape were developed. Among various shapes of upconversion nanophosphors, anisotropic upconversion nanorods (UCNRs) were mixed with polydimethyl siloxane (PDMS) polymer and transparent UCNR-PDMS composites were prepared. The luminescent properties of upconversion nanophosphors with various shapes and optical property of the UCNR-PDMS composites will be presented.

SA3-3 Structurally Engineered Nanocrystal Quantum Dots for Optoelectronic Applications

구조 제어된 양자점의 광전 응용

배완기*
한국과학기술연구원

In this talk, I will present how the structural features of NQDs correlate with their optical properties and the device performances. Specifically, I explain the optical and electrical properties (i.e., single exciton and multi-carrier dynamics) of NQDs in respect to their size and shape. In addition I provide the relationship between the optical and electrical properties of NQDs with the performances of corresponding devices. Furthermore, I introduce recent achievements for high performance light-emitting diodes and photovoltaic devices enabled by the structurally engineered NQDs. At the end, I discuss the state-of-the-art of NQD based optoelectronic applications and their potentials/limitations for practical realization.

SA3-4 LED application trend 및 이에 따른 형광체의 기술적 동향

김민성*, 홍근영, 김순길
LG전자

최근의 LED PKG 동향은 시장 경쟁이 심화됨에 따라 우수한 성능의 PKG 개발을 위해서 형광체가 핵심 소재로서 다양하게 검토되고 있고 요구사항도 다양화되고 있다. 조명에서는 부가가치가 높은 고출력 outdoor PKG가 단순한 고휘도에서 연색지수 80이상의 고연색 PKG로 확대됨에 따라 YAG, CASIN이외 단파장 산질화물계 형광체의 요구가 커지고 있으며, BLU는 ATSC 150%이상의 고색재현 PKG쪽으로 기술전개가 확대되고 있고, -SiAlON, CASIN 형광체외에 반치폭 30 nm 이내의 K2SiF6와 같은 형광체의 검토가 진행되고 있다. 그 외에 최근에는 자동차용 헤드램프, DRL등으로 LED PKG application이 더욱 확대되고 있고, 고온에서 열안정성이 우수한 Nitride계 형광체 검토가 이루어지고 있다. 하지만 아직까지 이러한 PKG의 요구에 부합되는 휘도, 열안정성, 수분 안정성등의 특성을 만족시키는 형광체는 아직 부족하고 개발이 시급한 상황이다. 형광체 개발은 이러한 요구사항을 참조하여 이에 부합되는 방향으로 진행 되어야 하며, 형광체의 기술적 동향과 앞으로의 형광체 방향에 대한 고찰이 필요하다.

SA3-5 Self-healing Phosphor: New Paradigm of Zero Thermal Quenching Phosphor

자가치유 형광체: 새로운 비온도소광 형광체의 패러다임 제시

임원빈*
전남대학교

In the present era of solid-state lighting, white light-emitting diodes (WLEDs) have received enormous attention as general lighting source due to its energy efficiency and environmental friendly technology. However, the current high power WLED faces serious challenge of luminescence loss of phosphor due to the generation of heat under operation and at elevated temperature known as thermal quenching. Therefore, it is highly desirable to find new phosphors with high efficiency and thermal stability. Hence, our search for a new NASICON based blue-emitting phosphor shows zero thermal quenching for WLED applications, which exhibited broad blue emission under near UV excitation and retains its luminescence at elevated temperature of 473 K.

SA3-6 Synthesis of Red Metal Fluoride Phosphors and its Application

금속 불화물 적색 형광체 합성과 응용

김창해*, 최강식, 방보극, 박준규
한국화학연구원

백색 LED의 연색성 향상과 효율 증대를 위하여 망간(Mn) 활성 불화물 적색 형광체의 개발이 매우 활발하게 진행되고 있다. 적색의 불화물 형광체는 K_2SiF_6나 K_2TiF_6를 모체로 하고 망간 이온을 활성제로 하여 주로 연구되고 있으며, 합성 방법은 일반적인 고상법이 아닌 액상법으로 제조되고 있다. 망간 활성제는 망간의 산화상태를 4가로 유지하기 위하여 K_2MnF_6를 제조하여 합성에 이용하였으며, 금속불화물 형광체(K_2SiF_6:Mn^{4+}/K_2TiF_6:Mn^{4+})는 불산 용매에 KF와 K_2MnF_6를 녹인 용액과 H_2SiF_6나 H_2TiF_6 용액을 사용하여 침전법으로 합성하였다. 형광체의 광특성은 용액의 농도, 반응 시간, 반응 온도과 침전 방법에 따라 형성된 입자의 모양에 따라 영향을 많이 받았다. KSF(K_2SiF_6:Mn^{4+})와 KTF (K_2SiF_6:Mn^{4+}) 형광체 모두 중심파장이 630 nm 이고 반치폭은 30 nm를 나타내었다. 일반적인 KSF 입자 모양은 다면체를 보인 반면 KTF의 입자모양은 판상을 나타내었고 크기도 매우 크게 합성되었다. KTF의 입자모양 제어를 위하여 용매를 추가하여 실험할 경우 입자의 크기와 입자 모양을 제어할 수 있었다. XRD 분석 결과, 용매를 추가하여 사용할 경우 선호 방향으로의 성장이 억제되는 것으로 나타났다. 합성된 적색 형광체는 녹색 LuAG 형광체와 같이 사용하여 백색 LED 패키지를 제조하여 광 특성을 평가하였으며, 백색 LED의 연색성 향상과 연색지수 R9 값을 높일 수 있었다. 이러한 불화물 적색 형광체는 현재 널리 사용되고 있는 금속 질화물 적색 형광체를 대체할 수 있을 것으로 전망된다.

SA3-7 Unusual Temperature Dependence and Luminescence Dynamics in Some Materials Doped with Eu^{2+} or Mn^{4+} Ions

서효진*, Cuili Chen, Peiqing Cai, Lin Qin, Han Cheng, Jing Wang, Quynh Vu, Hang Dang
부경대학교

Unusual temperature dependence and luminescence dynamics in Eu^{2+}- doped SrF_2, BaF_2, CaF2, and LiBaF3 crystals and Mn4+-doped K2SiF6 crystals are investigated by time-resolved laser-excitation spectroscopy in the temperature region 7-600 K. The total intensity increases unusually from 7 K to room temperature and then decreases by thermal quenching processes. The decay time never increases with temperature and initial intensity increases by increasing temperature. The results are discussed in relation to radiative and nonradiative rates in the systems. The theoretical model is developed to describe and support the experimental observations.

SA3-8 Novel Yellow Phosphors for Use in LEDs, $Ln_{4-x}Ca_xSi_{12}O_{3+x}N_{18-x}$:$Eu^{2+}$ (Ln = La, Ce, Pr, x = 1.4~1.6)

LED용 새로운 황색 형광체, $Ln_{4-x}CaxSi_{12}O_{3+x}N_{18-x}$:$Eu^{2+}$ (Ln = La, Ce, Pr, x = 1.4~1.6)

손기선*
세종대학교

A novel phosphor, $Ln_{4-x}Ca_xSi_{12}O_{3+x}N_{18-x}$:$Eu^{2+}$ (Ln = La, Ce, Pr, x = 1.4 ~ 1.6), that emits a yellow light was discovered during the first attempt to adopt Ce and Pr as a host constituent rather than as an activator. A so-called metaheuristics optimization-assisted combinatorial materials search was executed in the Ln_2O_3-CaO-Si_3N_4-Eu_2O_3 quaternary composition search space to facilitate the discovery process, which made it possible to pinpoint the $Ln_{4-x}Ca_xSi_{12}O_{3+x}N_{18-x}$:$Eu^{2+}$ (Ln = La, Ce, Pr, x = 1.4~1.6) phosphors. Structural analysis revealed that this unique phosphor had a monoclinic lattice in the C2 space group. The discovered structure has never been reported and it is not a composition variant of a well-known prototype structure but a noble prototype structure. The discovered phosphor exhibited brilliant performance in terms of PL intensity and color chromaticity at blue and UV excitations, to demonstrate its viability for commercialized use in light emitting diode (LED) applications. This narrow band yellow phosphor has been developed in two different LED phosphor companies and searching for appropriate applications.

SA5-1 Development and Application of ZnO Varistor

ZnO Varistor 개발동향과 응용

홍연우*, 신태호, 백종후
한국세라믹기술원

다결정 ZnO 세라믹스는 가스센서, 압전 트랜스듀서, 인광, 투명 전도막, 바리스터 등 다양한 전기적 광학적 응용을 갖는 산화물 반도체 재료이다. 이러한 소자로의 응용을 위하여 각종 도펀트를 첨가한 ZnO의 결함과 입계 특성을 제어하는 것이 핵심적인 개발 요소이다. ZnO 바리스터(Varistor: variable resistor)는 전압 변화에 따라 소자의 저항이 바뀌는 저항체로서 1970년 경 일본의 Matsuoka에 의해 발표된 이래 물리화학적 특성과 제조공정에 대한 개선이 꾸준히 이루어지고 있으며, 그 시장은 칩 형태로 ~1.2조원, 디스크 형태는 칩 시장의 ~30%를 형성하고 있는 것으로 알려져 있다. ZnO 바리스터의 비선형 전류-전압 특성은 각종 과전압과 과전류, 서지(surge)나 낙뢰 등으로부터 회로를 보호하는 역할을 감당하며, 동일한 기능을 갖는 TVS 다이오드(Transient Voltage Suppression Diode) 등과 시장 경쟁관계를 형성하고 있다. ZnO 바리스터는 다양한 천이금속 산화물을 소량 첨가하여 각종 특성을 제어하기 때문에 쉽게 접근할 수 있으나 제조공정에서 정밀제어가 어려운 소재 중 하나로 알려져 있다. 따라서 고성능과 고신뢰성을 갖는 ZnO 바리스터를 개발하고 각종 시장 수요에 맞는 응용을 위하여 현재까지 연구개발이 어떻게 진행되어 왔고 진행되고 있는지에 대하여 살펴보고자 한다.

SA5-2 Inductor with the Principle of Trend

Inductor의 원리와 Trend

최용만*
아비코전자 주식회사

전자부품 수동소자중 Resistance, Condenser와 더불어 Inductor는 중요 3대소자중 하나로 전류의 급격한 변화를 제어하는 역활과 전기적 잡음을 걸러내는 역활을 하는 소자입니다. Digital TV, 휴대폰등에서 많은 Inductor가 사용되고있으며 그 시장의 수요는 년간 240억개, 1조원이상의 규모를 가지고있읍니다. 특히, 자동차의 진화로 기계식에서 전자식으로 전환되면서 Inductor의 수요가 새롭게 창출되고 2조원대를 유박하고있는 실정입니다. 금번 세미나 발표에서는 이러한 Inductor의 원리와 공법을 전자제품의 동향에 맞춰 소형화/초박형화등 Trend를 소개하는것입니다.

SA5-3 Application Technology of Thermal Sensor and NTC Thermistor

온도센서 응용기술과 NTC 서미스터

이충국*, 박훈식
래트론

온도센서는 센서중에서 가장 숫자가 많은 제품으로서, 시장규모만 40억개, 5조원이 됩니다. 그리고 온도변화를 이용하여 가스, 유량, 적외선 등 많은 센서들이 사용됩니다. 본 발표에서는 온도센서의 종류와 기술을 리뷰하고, NTC 서미스터에 대해 분석해보겠습니다. NTC 서미스터는 우수한 경제성으로 약 5조원 온도센서 시장에서 수량기준 37.3%, 금액기준 16.5%를 차지하고 있습니다. 최근 소재관점에서 최고 1000°C까지 사용하기 위한 고온화, 센서에서는 감지속도를 빠르게 하기 위한 고응답화, 그리고 정밀도와 신뢰성을 높이기 위한 기술이 다양한 소재가 융합되는 센서 관점에서 발전하고 있습니다. 한편 비접촉식 센서 등 온도변화를 이용한 다양한 센서기술이 나타나고 있습니다.

SA5-4 Mixed Ionic–electronic Conducting Ceramic-based Membranes for Oxygen Separation

혼합 전도성 세라믹 분리막 재료와 응용

주종훈*
충북대학교

분리막(membrane)을 이용하여 기체를 분리하는 기술에는 기공의 크기를 조절하여 분리하는 porous membrane 과 고체 내 해당 원소의 확산을 이용하는 dense membrane으로 크게 두 종류로 분류할 수 있다. 이 중 산소 이온전도성과 전자 전도성을 동시에 가지고 있는 혼합 전도성(mixed ionic and electronic conductivity) dense 세라믹 분리막은 산소를 공기로부터 분리하여 저비용으로 순산소를 제조하는 기술로서, 종래의 대용량 심냉법의 설비 및 제조 비용을 1/2-1/3 수준으로 낮출 수 있는 기술로 알려져 있다. 치밀한 세라믹 분리막에서 산소 확산의 구동력은 막 양단에 가해지는 산소분압의 차이이며, 분리막 재료는 혼합 전도성을 가지고 있기 때문에 전극 및 외부 전기회로를 필요로 하지 않는다. 세라믹 산소 분리막은 혼합 전도성 산화물 재료를 기반으로 하며, 혼합 전도도 및 표면 교환 반응(oxygen surface exchange kinetics)이 산소 투과도를 결정하므로, 투과도를 높이기 위해서는 이러한 인자의 조율이 필수적이다. 본 발표에서는 산소 분리막에서 사용되는 세라믹 재료의 종류와 산소 투과도를 극대화하기 위한 방안으로 혼합 전도도 및 표면 교환 반응을 향상시키는 방향에 대해 논의 하고자 한다.

SA5-5 AC Characterization of Electroceramics and Devices Thereof

전자세라믹과 관련 디바이스의 AC 특성분석

이종숙*
전남대학교

Current-voltage characteristics are the key feature of most semiconductor devices and electrochemical devices for ICT and energy applications. Although theoretical analyses are performed, extractable information is generally limited. An AC measurement over appropriate frequency range at different biases contains much larger amount of information on the electrical responses and thus the inner working of the devices can be straightforwardly revealed. The full potential seems however yet unexplored. More seriously the conventional approaches may have led us astray. In this respect fundamentals of AC characterization will be examined and illustrated with some examples.

SA6-1 Fabrication of Micro Piezoelectric Generator by Ink-jet Printed Hybrid Thick Films

잉크젯에 의한 무유기 하이브리드 후막을 이용한 마이크로 압전 하베스팅 소자 제작

김종희[1]*, 임종우[2], 강중근[1]
[1]한국세라믹기술원
[2]아이원스(주)

스마트폰 시장의 정체에 따른 돌파구로 웨어러블 디바이스가 주목을 받고 있으며, 이러한 추세는 사물인터넷(Iot)으로 까지 발전할 것으로 예상되고 있다. 이러한 추세에 맞추어 유연성을 갖는 소재의 개발이 요구되고 있으며, 여러 디바이스를 움직이는데 드는 파우어소스로서 초소형의 에너지 하베스팅소자의 개발이 요구되고 있다. 본 연구는 세라믹소재가 주소재가 되고 유연성을 갖는 유기소재가 첨가되는 무유기하이브리드 소재를 이용한 플렉시블 압전하베스팅 소자를 제조하였다. 다양한 나노 크기의 구상 $BaTiO_3$ 분말을 사용하여 잉크를 제조하고 이를 잉크젯팅하여 60 volume% 이상의 충진밀도를 갖는 후막을 형성한 후, $BaTiO_3$분말 간의 공간을 수지로 채운 10 um 두께의 플렉시블한 무유기 하이브리드 후막(0.6 × 5 cm)을 제조하였다. 이 후막을 poling 한 후, 일정한 응력을 반복적으로 가한 결과 1 V와 1 uA의 소량 발전현상이 관찰되었다. 향후 후막을 현재보다 대면적으로 제조하고 응력을 좀 더 효과적으로 가하면 단위면적당 발전량의 대폭적인 증가가 예상된다.

SA6-2 Flexible Energy Harvesting Devices based on High Piezoelectric Perovskite-structured Materials

고효율 압전 세라믹 소재을 이용한 플렉서블 에너지 하베스팅 소자개발

박귀일*
경남과학기술대학교

Energy harvesters which can convert electrical energy from vibrational and mechanical energy sources are very promising tools to realize the sustainable energy generation in isolated, inaccessible or indoor environments and even in human body condition. To harvest electrical energy from ambient mechanical energies created by natural sources or from human movements, piezoelectric energy harvesting devices called a nanogenerator (NG) have been proposed and developed by many researchers. Among piezoelectric materials, perovskite-structured ceramic materials have drawn considerable attention due to their excellent inherent ferroelectric and piezoelectric characteristics. Herein, we will describe high-performance and flexible energy harvesting devices fabricated using various fabrication processes with perovskite-structured piezo-materials.

SA6-3 (K, Na)NbO_3 계열 압전재료의 조성 설계 및 단결정 성장

안철우*, 류정호, 최종진, 김종우, 윤운하, 최준환, 박동수, 한병동
재료연구소

본 발표에서는 Pb-free 압전재료 연구에 대한 내용으로 조성 설계와 단결정 성장에 대해 소개하고자 한다. 조성 설계에 대한 내용은 페롭스카이트 구조 (ABO_3)에서 A 사이트와 B 사이트 원소들 사이의 무게비 (R_W)를 고려한 조성설계에 대하여 소개한다. 특히, 압전재료가 센서로 활용되기 위해서 요구되는 높은 압전전압계수를 확보하기 위해서는, R_W를 고려할 필요가 있다는 가능성을 제시한다. 단결정 성장은 (K, Na)NbO_3 [KNN] 계열 압전재료에서 발견되는 재미있는 현상 중에 하나인 자가 단결정 성장을 위한 조성 설계에 대한 내용이다. KNN 계열 재료의 자가 단결정 성장은 소결 중에 발생하는 Na 이온 손실을 보상할 수 있는 조성 설계를 통해 가능하며, 본 연구에서는 약 2.3 cm 크기로 스스로 성장하는 단결정의 조성 설계에 대해 소개한다.

SA6-4 Evolution of Giant Strain Response in the Bi-containing Mixed A-site Perovskite Modified with $(Bi_{0.5}Na_{0.5})Ba_{0.65}TiO_3$ Ceramics

Adnan Maqbool*, 후세인알리, Rizwan Ahmed Malik, Tae Kwon Song, Won Jeong Kim, 김명호
창원대학교

To explore the criteria for the stabilization of Bi^{3+} in a perovskite through the formation of mixed A-site solid solutions, the structural phase relation and electromechanical properties of $(Bi_{0.5}Na_{0.5})Ba_{0.65}TiO_3$–$Bi(Mg_{0.5}Zr_{0.5})O_3$ ceramics modified with the excess of 0.01Bi (abbreviated as BNBT–BMZ–Bi1.0) were studied. X-ray diffraction and Raman scattering was utilized for the structural evolution of BNBT–BMZ ceramics at average and short-scale localized structure. Compared to BMZ-modified BNBT ceramics, Bi strongly effects the electric field induced strain response and polarization hysteresis loops behavior. Temperature dependent dielectric properties showed ferroelectric-ergodic relaxor (FE–ER) transition in BNBT–BMZ–Bi ceramics by producing a significant disruption of the long-range FE order. A giant normalized strain of 900 pm/V at 4 kV/mm was achieved at Bi1.0, which is highest value obtained in non-textured lead-free BNT-based ceramics at such low driving field. The structural distortion induced by doping and electric poling is correlated with the dielectric, ferroelectric and EFIS response, and the evolution of giant strain was ascribed to reversible field induced phase transition from ER–FE phase.

SA6-5 Effects of Sintering Conditions on Piezoelectric Properties of $0.67BiFeO_3$-$0.33BaTiO_3$ Lead-free Ceramics

도달현[1]*, 황인지[1], 이명환[2], 김다정[2], 박진수[2], 송태권[2], 김명호[2], 김원정[2]
[1]계명대학교
[2]창원대학교

Piezoelectric ceramics are used for sensors and actuators. The most widely studied and vastly used piezoelectric materials are lead-based systems such as Pb(Zr, Ti)O_3 (PZT). Although PZT has excellent piezoelectric coefficients and high Curie temperature, it contains lead that is highly toxic. Therefore many efforts have been paid to develop lead-free piezoelectric ceramics in replace of lead-based systems. $BiFeO_3$-$BaTiO_3$ (BFO-BT) is a solid solution system, where the MPB coexisting rhombohedral and cubic phases forms at around 67 mol% of BFO, and *Tc* is 350°C at the MPB composition. Thus BFO-BT system could be expected as a high-temperature lead-free piezoelectric ceramic. In this presentation, the effects of heating rate for sintering on piezoelectric properties will be described.

SA6-6 Medical Equipment for Surgery Using Ultrasonic

초음파를 이용한 시술용 의료장비

이정배*
(주)디메텍

본 발표에서는 폐사에서 개발한 치과나 외과에서 사용하는 초음파를 이용한 시술용 장비를 소개하고자 한다. 각 제품의 특징과 장점, 각 제품의 압전 세라믹을 이용한 초음파 발생장치인 진동자 설계과정과 해결해야 했던 어려움 등을 소개한다.

SB1-1 Hole Doping $BiFeO_3$

양공 도핑된 비스무트 철산화물

양찬호*, 임지수
KAIST

The hole carrier doping into antiferromagnetic insulators results in exotic conduction phenomena such as high T_c superconductivity and colossal magnetoresistance. Similarly, we investigated electronic conduction in hole-doped bismuth ferrites. The parent compound is known to show G-type antiferromagnetism as well as ferroelectricity at room temperature. The compound is notoriously difficult to dope because of the spontaneous creation of oxygen vacancies compensating the effect of divalent ion substitutions. Here, we would like to present how to control local oxygen vacancy density and the first quantitative result of the temperature-dependent electronic conductivity as a dependence of carrier density. The electronic conduction can be interpreted on the basis of the polaronic hopping model and it can be also experimentally supported by the observation of non-rigid band just below the e_g conduction band.

SB1-2 Tunability of Optical Band Gap on Doped Bismuth Titanate Thin Films

금속원소 도핑을 통한 비스무스 티타네이트의 밴드갭 특성 변화

박정웅*
가천대학교

The photovoltaic effect of ferroelectric perovskite oxides has been observed in complex oxide materials. The photovoltaic effect observed in ferroelectric perovskite thin films has attracted significant attention because of device miniaturization and large polarization as well as its possible coupling with the magnetic moment. On the other hand, they have a much wider band gap than the materials available commercially for photovoltaic cells. To solve the wide band gap problem in complex oxides, we recently made to reduce the optical band gap through iron doping on lanthanum-modified $Bi_4Ti_3O_{12}$-based oxides (BLT) synthesized using a simple chemical reaction method. The results showed that doping of BLT could decrease the band gap dramatically without breaking their crystallographic symmetry. To identify the structural and optical properties of doped bismuth titanate thin film, in this study, doped BLT thin Films are fabricated on substrates by RF Sputtering and their structures and optical properties are analyzed by x-ray diffraction (XRD) and ultraviolet-visible (UV-Vis) absorption spectroscopy.

SB1-3 Modeling and Characterization of Interfaces in Perovskite Materials: $SrTiO_3$ Case Study

복합 산화물에서의 계면 구조의 모델링 및 분석

이학성*, 최시영
재료연구소

복합 산화물의 대표적인 결정구조인 페르브스카이트 구조, ABO_3는 두 종류의 양이온과 산소로 구성된 결정구조로 되어 있으며, 조성 및 Strain에 따라서 전자기적 물성이 크게 변화하는 것으로 알려져 있다. 특히, $SrTiO_3$는 박막의 기판 재료로 많은 연구가 진행된 소재로 계면에서의 원자 구조 및 전자 구조가 소재에 미치는 영향에 대한 연구가 꾸준히 보고되고 있다. 본 연구에서는 $SrTiO_3$를 모델재료로 하여 intrinsic한 계면(입계)에서 원자구조를 최신 투과전자현미경으로 관찰하고 원자수준의 EDS 분석을 통해서 얻어진 화학조성을 바탕으로 $SrTiO_3$계면 구조를 분석하였다. 2차원으로 얻어진 원자 이미지로부터 모델링 기법을 적용하여 3차원의 계면 구조를 구축하고, 계면에서만 존재하는 TiO_4의 4면체 구조의 전자구조에 대해서 살펴보고자 한다. 이러한, TiO_4 4면체 구조는 입계 뿐만 아니라, $SrTiO_3$의 표면 구조 등에도 나타날 수 있음이 예측되었으며, $SrTiO_3$ 박막을 이해하는 것에 도움이 될 것으로 사료된다.

SB1-4 Crystal and Electronic Structure Engineering of Electrochemistry in Epitaxial $SrRuO_3$ Thin Films

격자 및 전자구조 제어를 통한 에피택시얼 $SrRuO_3$ 박막에서의 전기화학 특성 향상

최우석*
성균관대학교

Strong coupling among charge, spin, lattice, and orbital degrees of freedom is known to be the essence of various emergent physical properties in transition metal oxides. Through the coupling, it is possible to observe exotic phase transitions and various electronic and magnetic properties. In this talk, we show that the strong coupling among the elemental degrees of freedom further determine the electrochemical properties of epitaxial transition metal oxide thin films. A model system, $SrRuO_3$ (SRO), which is one of the most famous itinerant ferromagnetic perovskite oxides, is studied to exhibit a strong coupling among defect concentration, crystal structure, electronic structure, and catalytic activity. In particular, an orthorhombic to tetragonal structural phase transition is observed with increasing Ru and O defect concentration within the epitaxial thin films. The change in the defect concentration and structural phase transition accompanied an electronic structure transition, i.e., a decrease in the valence band oxygen state and an increase in the unoccupied Ru 3d eg orbital state. Finally, the electronic structure change induced a drastic improvement in the catalytic activity, evidenced by a large decrease in the overpotential for the oxygen evolution reaction across the structural phase transition. The strong correlation between the physical and chemical properties of transition metal oxides is discussed in terms of discovering an appropriate descriptor for electrocatalytic activity.

SB1-5 Principle of 4D Ultrafast Electron Microscopy and its Application in Phase Transition of Metal Oxide Thin Films

4차원 초고속 투과전자현미경의 원리 및 이를 이용한 금속 산화물 나노박막의 상변이 동역학 연구

권오훈*
UNIST

With advances in spatial resolution reaching the atomic scale, 2 and 3 dimensional (D) imaging in transmission electron microscopy (TEM) has become an essential methodology in various fields of research providing *static* structural information. Now it has become possible to integrate the ultrahigh temporal resolution (fourth dimension) to the 3D spatial resolution of TEM. Here, presented is the concept of time-resolved imaging in 4D electron microscopy for the studies of structural *dynamics* with 10 orders-of-magnitude improved time resolution. The potential for the applications of UEM is demonstrated with several examples including mechanical vibration of low-to-high dimensional nanomaterials, phase transition of metal (Fe) and metal oxides (VO_2 and TiO_2), and spin-crossover dynamics of metal-organic frameworks.

SB1-6 Reversible Phase Transition of VO_2 Epitaxial Thin Films by Hydrogenation

바나디움 산화물 박막의 수소화를 통한 가역적 상전이 현상 연구

손준우*
포항공과대학교

Hydrogen, the smallest and the lightest one among atomic elements, is reversibly incorporated into the interstitial site of vanadium dioxide (VO_2) and then induces dramatic electronic phase transition. It is widely reported that hydrogen stabilizes the metallic phase in low doping regime, but the understanding of hydrogen in high doping regime is very limited so far. Here, I present that hydrogenation can be achieved up to two hydrogen atoms per VO_2 unit cell, and hydrogen is reversibly absorbed into and released out of VO_2 without destroying the lattice framework. Remarkably, this massive hydrogenation process allows to elucidate phase transition of vanadium oxyhydride (H_xVO_2), remarkably demonstrating two-step insulator (VO_2) – metal (H_xVO_2) – insulator (HVO_2) phase transition. The unprecedented insulating HVO_2 with $3d^2$ configuration is attributed to highly doped electrons via hydrogenation process in conjunction with lattice expansion. Our finding opens up the potential application for novel hydrogen storage and the possibility of reversible and dynamic control of topotactic phase transition in VO_2. This work was performed in collaboration with Hyojin Yoon, Hyunah Kwon, Dr. Minseok Choi, Dr. Si-Young Choi, Dr. Kyuwook Ihm and Prof. Jong-Kyu Kim.

SB1-7 Direct Observation of Metal-insulator Phase Transition in VO_2 Epitaxial Films

송경[1]*, 이대수[2], 엄창범[2], 오상호[1]
[1]포항공과대학교
[2]University of Wisconsin–Madison

VO_2 is a fascinating correlated oxide material that possesses strong coupling among its charge, spin, orbital, and lattice degrees of freedom. VO_2 exhibits a sharp MIT near room temperature (i.e., transition temperature T_{MIT} of ~340 K in bulk) with an accompanying structural phase transition from high-temperature rutile to low-temperature monoclinic structure. This unique property coupled with an almost five-orders-of-magnitude resistance change across the transition makes VO_2 a compelling model system for scientific and technological endeavors. However, the development of these new devices has been hampered by the lack of understanding of metal-insulator phase transition dynamics. In present study, we directly observed the metal-insulator phase transition of VO_2 epitaxial films by *in situ* TEM. By combining inline electron holography, we demonstrate that the local strain state of VO_2 films plays a critical role in determining the local T_{MIT} throughout the films.

SB1-8 Multi-layered Tunnel Barrier Selector for Resistive Switching Memory

저항변화메모리를 위한 다층박막의 터널링 선택소자

최병준*, 이도연, 류성연, Vladimir Kornijcuk
서울과학기술대학교

Resistive switching phenomena have been investigated in a variety of materials system for high density nonvolatile memory. To achieve high density, insulating switching materials should be integrated into stackable cross-bar array. Bipolar type resistive switching random access memories (ReRAMs) utilized by TaO_x and HfO_x as switching materials, have been demonstrated superior to unipolar type ReRAMs, which demands bi-directional diode or transistor as a selector device. Such multiple layers of resistive switch and selector device can be achieved by atomic layer deposition due to its high conformality and proven CMOS compatibility. In this study, promising selector device structure implemented by multi-layered tunnel barrier has been fabricated and characterized. All ALD-grown multi-layered selector devices showed extremely high nonlinearity ($k > 10^4$) without any electro-forming or electrical conditioning process. Inserting insulating Ta oxide materials with larger band gap between semiconducting Ta nitride materials was the key to obtain both high nonlinearity and high on-current, which was possible to create crested tunnel barrier. Electrical conduction mechanism of tunnel selector device and integration with switching device will be discussed.

SB1-9 Growth and Properties of Tin Oxynitride Thin Films

틴 옥시나이트라이드 박막 증착과 성질

백승협*, 김진상
한국과학기술연구원

Oxynitride, where both oxygen and nitrogen ions are bonded with metal cations, is gaining more attention for its potential benefits of merging physical properties of oxides and nitrides. Controlling oxygen/nitrogen ratio can provide a tool to engineer the bandgap, the electrical conductivity, and the crystal structure. Moreover, the different ionicity/covalency of oxygen and nitrogen may play a unique role to determine the physical properties of oxynitrides. Here, recent results will be reviewed on the epitaxial growth of tin oxynitride thin films using reactive sputtering technique and the characterization of their physical properties. Our results will provide new opportunities to design novel properties of materials for next-generation electronics as well as to explore physics on aliovalent anion substitution.

SB1-10 Nanoscale Magnetic Analysis of TMR Spin Valve Head by Electron Holography

전자선 홀로그래피에 의한 TMR 스핀밸브 헤드의 나노스케일 자성 평가

박현순*
동아대학교

Nanostructured magnetic materials play an important role in increasing miniaturized devices. For the studies of their magnetic properties and behaviors, nanoscale imaging of magnetic field is indispensable. In this talk, using electron holography, the magnetization distribution of a TMR spin valve head of commercial design is investigated without and with a magnetic field applied. Characterized is the magnetic flux distribution in complex hetero-nanostructures by averaging the phase images and separating their component magnetic vectors and electric potentials. The magnetic flux densities of the NiFe (shield and 5 nm-free layers) and the CoPt (20 nm-bias layer) are estimated to be 1.0 T and 0.9 T, respectively. The changes in the magnetization distribution of the shield, bias, and free layers are visualized in situ for an applied fi eld of 14 kOe. This study demonstrates the promise of electron holography for characterizing the magnetic properties of hetero-interfaces, nanostructures, and catalysts.

SB1-11 Direct Imaging of Atomic Reconstruction at the $LaAlO_3/SrTiO_3$ Heterostructure Oxide Interface Using STEM

주사투과전자현미경을 이용한 이종접합 산화물 $LaAlO_3/SrTiO_3$ 계면 근처 원자 재배열 관찰

장혜정[1]*, 이광엽[2], 김진연[3], 문선영[2], 백승협[1], 최정혜[1,3], 김도향[2]
[1]한국과학기술연구원
[2]연세대학교
[3]서울대학교

Perovskite-structured oxide materials have been widely studied due to their unique physical properties, providing possible applications for electric, magnetic and energy fields. The interesting physical phenomena can be controlled only when the atomic displacement in a unit cell and nanoscale structural change at the interface or domain are fully understood. In this study, scanning transmission electron microscopy (STEM) was utilized in order to reveal the origin of the strain, 2 dimensional conductivity and bandgap at the interface of $LaAlO_3/SrTiO_3$ heterostructure oxide which exhibits superconductivity, magnetic effect and high electron mobility at the interface. As model systems, $LaAlO_3/SrTiO_3$ and $LaAlO_3/CaTiO_3$ interfaces were chosen, where the neutral TiO_2 and the positive LaO^+ layers form the polar discontinuity at the interface with TiO_2-terminated (001) cubic $SrTiO_3$ and orthorhombic $CaTiO_3$. Using Cs-corrected STEM, we observed that the interlayer distance abnormally increased. According to the first-principles calculations, cations were reconstructed in different ways depending on the crystal symmetry (cubic or orthorhombic) through the octahedral tilts and atomic displacements to compensate the polar discontinuity at the interfaces. This results imply that the interfacial reconstructions have to be considered along with the ionic compensation (intermixing) and electronic compensation (two dimensional electron gas) to fully understand the interfacial phenomena.

SB1-12 Real-time Observation of Microstructural Behavior in Advanced Functional Materials by In-situ TEM

김성대[1]*, 김기엽[2], 임영목[1], 최시영[1]
[1]재료연구소
[2]부산대학교

Transmission electron microscopy (TEM) has been being utilized in many fields, from physics, materials science, chemistry, to biomedicine researches. Over recent decades, the growth of TEM research has led to the development of In-situ TEM technique which enable the real-time observation of microscopic processes which occurs at the nano and atomic scales. With the In-situ TEM technique, we can observe and record the microstructure changes and measure the properties of specimens during the experiment processes conducted inside the TEM. Therefore, the In-situ TEM analysis can give visualized clues to account the mechanism which material's properties are came from. In this presentation, we will give some exemplary In-situ TEM studies including the microscopic responses from functional materials when external stimuli, such as heat, mechanical stress, electrical field and external magnetic field, are applied.

SB1-13 Redox Reactions in Epitaxial Complex Oxides

에피텍셜 복합 산화물에서의 산화-환원 반응

진형진*
부산대학교

Mixed ionic and electronic conducting behaviors in transition metal oxides (TMO) have attracted lots of attentions for many energy devices such as solid oxide fuel cells and electrochemical sensor applications, where redox reactions and catalytic activity at the interfaces of gas-solid and solid-liquid play critical roles for the performance of such devices. In this talk, redox reactions in an epitaxial complex oxide will be presented. We used an oxygen sponge, $SrCoO_x$ ($2.5 \leq x \leq 3.0$) as model system for low temperature reversible redox reaction. In this work, two electronically and magnetically distinct topotactic phases, mediated by oxygen content, can be reversibly transformed at drastically reduced temperatures ($< 200\ ^{o}C$). Furthermore we investigated microstructure and electronic transport near the critical temperature for the topotactic transformation. From our results, topotactic phase control can be a viable way to control not only oxygen stoichiometry but also the physical properties in reversible manner.

SB1-14 Selective Control of Oxygen Sublattice Stability by Epitaxial Strain in Ruddlesden-Popper Films

인장 스트레인에 의한 R-P 필름의 oxygen sublattice 선택제어

이재광*
부산대학교

The physical property changes, modification to the lattice structure, specifically lattice expansion, with increasing oxygen vacancy concentrations has been reported often and has become the convention for oxide materials. However, the current understanding of the lattice behavior in oxygen-deficient films becomes disputable when considering compounds containing different bonding environments or atomic layering. Moreover, tensile strain has recently been discovered to stabilize oxygen vacancies in epitaxial films, which further complicates the interpretation of lattice behavior resulting from their appearance. Here, we report on the selective strain control of oxygen vacancy formation and resulting lattice responses in the layered, Ruddlesden-Popper phases, $La_{1.85}Sr_{0.15}CuO_4$. We found that a drastically reduced Gibbs free energy for oxygen vacancy formation near the typical growth temperature for tensile-strained epitaxial LSCO accounts for the large oxygen non-stoichiometry. Additionally, oxygen vacancies form preferentially in the equatorial position of the CuO_2 plane, leading to a lattice contraction, rather than the expected expansion, observed with apical oxygen vacancies. We thus expect such a strong strain coupling of oxygen nonstoichiometry and the unusual structural response can provide new perspectives and understanding to the structure and property relationships of many other functional oxide materials.

SB1-15 First Principles Investigation of CO_2 Photo-catalytic Reduction at TiO_2 surfaces: Role of Quantum Confinement vs. Ti Tetrahedral Coordination

TiO_2 광촉매 표면에서 CO_2의 환원반응에 4배위 Ti 원자와 양자감금이 미치는 영향에 대한 제일원리를 이용한 고찰

이동화*
전남대학교

Photo-catalytic conversion of CO_2 into hydrocarbon fuels is an ideal avenue for mitigating the CO_2 emission. Ever since the photo-catalytic reduction of CO_2 was discovered to take place at TiO_2 surface a few decades ago, many have been extensively working to improve the photo-catalytic reaction on the TiO_2 surface. It is commonly believed that the photo-catalytic reduction of CO_2 into methanes/methanols could take two different reaction routes through an intermediate step forming formic acid or carbon mono-oxide. Using first principles calculations, both reaction mechanisms on the surfaces of bulk Anatase TiO_2(101) and a small TiO_2 nano-cluster are investigated. In this talk, significant differences of reaction energetics observed for these two different surfaces will be discussed. In addition, role of quantum confinement and the tetrahedrally-coordinate Ti atoms for CO_2 the reduction process will be elucidated.

SB1-16 Quantum Materials Genome and Dynamic Catalytic Activity in Thin-Film Oxides from First Principles

제일 원리 계산을 통한 박막에서의 양자 물질 게놈과 활성화된 촉매 연구

이준희*
UNIST

In an organism, the unique structure and subsequent function of a protein are determined singly by the gene sequence. *Human Genome Project*, aided by advanced computation technology, have begun to unlock the complexity surrounding gene sequence and its role in determining biological function, bringing about significant advances in biotechnology and medicine. In this spirit, we initiate **quantum materials genome** research, which can combine many condensed-matter issues with computation. In the condensed matters, a well-defined order parameter such as spin, charge, symmetry, and lattice can be seen as material genes. Unlocking their coupling/combination and its manifestation in the hierarchical materials imply endless possibilities for material engineering and design, and hold the key for creating new phases out of old materials. By applying quantum materials genome method, first, I will talk about how to induce drastic phase transitions by altering the largest magnetic interaction, which is superexchage in oxides, via its coupling to lattice distortions such as ferroelectric or Jahn-Teller. Second, by stacking conventional catalysts on high-*k* material, dynamic response is endowed to rapidly-changing charged-intermediate molecules and accelerate various photocatalytic reactions such as water-splitting. Overall, I will highlight the importance of systematic genome study of various order-parameters to reveal hidden phases and maximize photo-catalytic capabilities in thin-film oxides.

SB2-1 Introduction and Future Plan on SOFC Commercilization Forum

SOFC 산업화 포럼 소개 및 향후 계획

이동원*
STX중공업

국내 연료전지 기업 중 SOFC 산업화에 강한 의지를 가진 관련 기업들이 SOFC 산업화를 앞당기기 위해 2015년 8월 25일 'SOFC 산업화 포럼'을 발족하였습니다. 연료전지 중 기술 난이도가 높고 다양한 기술의 집적을 통해 구현될 수 있는 SOFC는 빠른 산업화와 저변 확대를 위해 기술 개발 및 사업화 방향성에 대한 보다 체계적인 합의와 노력이 필요했기 때문에, 이에 뜻을 같이하는 관련 기업이 몇 달 간의 논의를 진행하였고 'SOFC 산업화 포럼'이라는 구체적인 조직을 통해 보다 많은 기업과 기술의 사업화에 대한 심도 있는 논의와 협력을 진행해 보자고 합의 하였습니다. 'SOFC 산업화 포럼'은 단순한 학술적 정보 교류가 아닌, 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 대화채널의 역할'
'SOFC 산업화 포럼'은 SOFC 관련 기업인 경동나비엔, 대주전자재료, 미코, 삼전순약공업, 쌍용머티리얼, H&Power, EG, 케이세라셀, LTC, STX중공업 등 10개 기업을 중심으로 설립되었습니다. SOFC는 타 연료전지에 비해 환경 친화적이고 에너지 절감 효과가 크지만 기술적 난이도가 높아 산업화가 지연되고 있었던 바, 본 포럼 활동을 토대로 공통적인 기술 및 정책적 난제를 해소하여 SOFC의 산업화를 앞당길 계획입니다. 관련 업계 및 전문가들도 SOFC 산업에 대한 정부 차원의 관심과 지원이 필수적이라 합니다. 본 포럼은 SOFC 산업계에서는 처음 발족되는 것으로서, 산하에 분야별 워킹그룹을 조직하여, 대내 워크샵 및 대외 컨퍼런스 등을 추진할 예정입니다.

SB2-2 Development Status of Solid Oxide Fuel Cell for Commercialization

상용화를 위한 고체산화물 연료전지(SOFC) 기술 개발 현황

최성호*, 박진아, 최종우, 송상현, 양병창
미코

고체산화물 연료전지(이하 SOFC)는 700°C 이상의 고온에서 동작하여 연료의 가변성이 높기 때문에 기존의 도시가스 인프라의 활용이 가능하고, 설치면적이 작아 수요처 인근에서 발전이 가능하며 열병합발전으로 종합효율을 90% 이상 증가시킬 수 있어 신재생에너지 중에서 가장 높은 효율을 갖는 분산발전원이다. 국내에서는 아직 개발단계에 있으나 상용화 가능하도록 시스템 기술의 개발 속도를 올리고, 부품소재의 국산화를 통한 가격 저감을 병행한다면 좀더 빠른 시간내 시장진출이 가능할 것으로 기대된다. 미코는 첨단 세라믹 기술 기반의 반도체용 고정밀 세라믹 부품 사업을 주도하고 있는 세라믹 엔지니어링 전문기업으로서 향후 차세대 저탄소 고효율 발전원으로 적용가능성이 높은 SOFC에 대해 체계적이고, 지속적인 기술 개발을 진행하고 있다. 기존 세라믹 기술을 기반으로 SOFC용 소재 및 단전지 등 부품소재 요소기술을 확보한 후 1kW급 평판형 SOFC 스택 기술 개발에 착수하여 안정적인 스택 제조 기술을 보유하게 되었고, 올해는 이러한 평판형 단전지 및 스택 제조 기술에 대해 녹색기술 인증을 획득하는데 성공하였다. 2014년부터는 시스템 개발에 착수하였고, 2.5kW급 단위 스택 모듈 연결기술을 통한 스택의 고출력화를 위한 기술 개발도 병행하고 있다. 본 발표에서는 상용화를 목표로 개발중인 미코의 SOFC 기술의 전반을 다룰 예정이며, 특히 스택의 장기운전 안정성 평가, 국산화 소재 평가, 고출력을 위한 단위 스택모듈의 연결기술, 하이브리드 시스템의 진행사항에 대해 논하고자 한다. 본 연구결과는 대한민국 산업통상자원부가 실시하는 신재생에너지 융합원천기술개발사업(20113010030030-11-2-600), 산업핵심기술개발사업(10049010)의 지원에 의해 수행된 결과임.

SB2-3 Development of Highly Conductive Ceramic Materials for SOFC Interconnects

SOFC 접속자용 고전자전도성 나노 복합 소재 기술

류광현[1]*, 송락현[2], 이종원[2]
[1]엘티씨(주)
[2]한국에너지기술연구원

Multiple cells are generally connected in electrical series to increase the output voltage of the SOFC system. An interconnector provides electrical connection between adjacent cells and separates fuel and oxidant gases. A thin and gastight ceramic layer is deposited onto a porous anode support, either tubular or flat-tubular. In this talk, we present recent development of interconnects, which is a dual-layer interconnect for flat-tubular cells that consists of an *n*-type conducting layer on the anode side and a *p*-type conducting layer on the cathode side. Protective metal oxide coatings on a gas channel of metallic separator for planar SOFCs are presented, which greatly improves oxidation stability. In addition, synthesis and physical properties of nano-composites which have a good electrical conductivity in the high temperature will be discussed.

SB2-4 Development and Operation of 700W Class Self-sustainable SOFC System

700W급 고체산화물 연료전지 자열운전 시스템 개발 및 운전

신석재*, 이용, 박세진, 김진형, 손승길
경동나비엔

SOFC의 상용화를 위해서는 반드시 자열운전 시스템이어야 한다. 스택을 포함하여 단열재로 구분된 독립 구조물을 hot box라 정의하였다. 각 hot BOP의 물성치를 이용해 BOP별 운전 범위를 제한한 후 heat balance 및 mass balance를 통해 각 BOP의 입출구 유체 흐름에 대한 조성, 온도 및 열량을 계산하여 자열운전이 가능한 시스템을 설계 하였다. Hot box 내부에는 스택, 개질기, 버너를 각 1개 및 고온용 열교환기를 배치하였다. Hot box를 제외한 상온 부분을 cold box로 구분하고 제어 기능을 배치 하였다. Hot box 내부에 설치된 버너가 시스템 전체에서 유일한 열원이며 별도의 보조 버너와 전기 히터는 설치하지 않았다. 버너는 스택의 온도 유지, 증기 발생 및 개질 반응을 포함한 모든 열을 공급하고 hot box 외부로 배출되는 열은 온수로 회수 하였다. 버너에서 발생한 열은 배가스의 형태로 hot box 내부에서 사용하며 온도 유지에 필요한 열량과 온도는 버너에 공급되는 연료량과 공기 유량으로 제어 하였다. Hot box 내부에는 구동부가 전혀 없어 고가의 BOP를 사용하지 않으며 모든 제어는 cold box에서 하도록 설계하여 제품 가격을 낮추고 제어가 용이하도록 하였다. 스택에 미치는 열충격을 줄이기 위해 승온 방법과 속도를 다양하게 변화시킬 수 있는 제어 알고리즘을 확보하였고 제어 범위를 넓히기 위해 P&ID를 일부 수정하였다. 일정 부하 이상 일 때 물 수지는 과잉으로 전환되어 회수된 물을 개질기로 공급하였다. 스택 상단 750도 이하 조건에서 온도를 일정 범위 내로 유지하면서 운전 시작 300시간 후 계통 출력 756WAC, 발전효율 42% 조건으로 자열운전을 하였다.

SB2-5 Status of 1 kW Flat-Tubular SOFC System Development in STX Heavy Industries

1 kW급 평관형 SOFC 시스템 개발 현황

박승환*
STX중공업

연료전지 시스템은 전기를 생산하는 스택과 이를 효율적으로 이용하기 위한 BOP (Balance of Plant)로 구분된다. BOP는 일반적으로 연료변환장치, 공기공급장치, 전력변환장치와 열 회수 장치로 구성되며, 연료전지 시스템의 총 효율 제고를 위하여 스택과 BOP가 상호 연결되어 운전 가능 하도록 최적화 된 소프트웨어 및 하드웨어의 구성과 개발이 필요하다. 또한, 연료전지 시스템의 주요 비용을 차지하는 연료전지 스택 및 BOP 주요 핵심 부품의 국산화를 통하여 제작비용 절감과 경제성을 확보하는 것이 중요하다. STX중공업(주)은 대경광역권 선도산업 육성사업으로 2015년 상반기까지 쌍용머티리얼 및 참여기업과 공동으로 가정용 1 kW급 평관형 고체산화물 연료전지 발전 시스템에 적합한 연료전지 스택 및 BOP의 최적 기술 개발을 통하여 시스템 개발을 수행하였으며, 현재, 실증 및 모니터링을 대비한 시스템 개선 중에 있다.

SB2-6 A 1 kW Natural Gas Reformer Module for SOFC Systems

고체산화물 연료전지용 1kW급 스팀 개질기 핫모듈 개발

강인용*
에이치앤파워

Fuel cell is spotlighted as a next-generation electric power generator. H&power, Inc.(HNP) is specialized in fuel reforming technology which is to reform fossil fuel to hydrogen in a very efficient way. Especially, We have developed natural gas fuel reformer for Solid oxide fuel cells(SOFCs). However, because of SOFCs operated at high temperature, it is difficult to integrate a stack with “Hot BOPs, such as a steam reformer, heat exchanger, heat recuperator and so on. To facilitate HOT BOX as a stack module, we designed the Reformer Module which is integrated package of all the high-temperature units, only except a stack. As test result, the reforming efficiency 75% on LHV basis and the reforming gas composition is H_2 76%, CO 17%, CO_2 6%, CH_4 1% at 750 deg.C. The CH_4 conversion 96%. The beauty of this Reformer Module is very easily to combine a stack without any additional particular work.

SB2-7 A Comparison Analysis of Public Policies on Fuel Cells in Combination with Generation Mix Persepectives

이해원*, 김병국, 이종호
한국과학기술연구원

Global fuel cell market has been driven by public policies for last decade and will be for the next decade. Despite high cost fuel cells still offer special options as grid balancing reserves of backup generation and storage functions in the future energy system of being clean and smart. EU roadmap for greenhouse gas abatement clearly shows how complicated the energy system can be with increased contribution of renewable energy sources such as wind and solar powers in the electricity generation mix. Increasing renewable energy sources is expected to be accompanied by substantially increased capital investment in grid balancing, which has been pursued by the expansion of transmission network and the increase of backup generation and storage. It should also be noted that the peak power demand rises almost twice as fast as annual demand, which brings the adequacy and flexibility issues to the present grid. Fuel cells are well positioned to respond to this ever-growing grid balancing challenge in combination with hydrogen with respect to easing mutual conversion between energy split as well as effective energy reserve. Further market penetration and sustainability will be stimulated by reducing capital intensity of fuel cells through technical innovation and well-designed public policies.

SB3-1 Electrochemically Deposited $LaCoO_3$ Film on Metallic Interconnects for Solid Oxide Fuel Cells

고체산화물 연료전지 금속연결재용 LaCoO3 박막의 전기화학적 합성 및 특성 분석

박범경[1]*, 송락현[2], 이승복[2], 임탁형[2], 박석주[2], 이종원[2]
[1]KAIST
[2]한국에너지기술연구원

An interconnect in solid oxide fuel cells (SOFCs) provides the electrical connection between adjacent cells and separates fuel and oxidant gases. The metallic interconnects are generally coated with conductive oxides to improve their surface stability and to reduce chromium poisoning of a cathode. Lanthanum transition metal oxides with a perovskite structure have been applied as protective coatings for SOFC interconnects due to their high electronic conductivity and chemical stability at high temperatures. However, the relatively poor sinterability of perovskites makes it quite difficult to fabricate thin and dense films using a conventional powder-sintering method even at very high temperatures. It is therefore of importance to come up with a simple, facile and versatile technique for controllably preparing thin perovskite oxide films on metallic interconnects. In this study, we demonstrate the fabrication of an $LaCoO_3$ thin film by an electrodeposition process and its feasibility as a conductive coating for metallic interconnects. A uniform and adhesive $LaCoO_3$ film with a thickness of about 1 mm was obtained on a cobalt-coated Crofer 22 APU substrate through an electro-deposition process involving nitrate reduction and hydroxide precipitation, followed by thermal conversion in air. The fabricated perovskite film was found to act as an efficient conductive coating that can mitigate degradation in the electrical properties of metallic interconnects under typical SOFC operating conditions.

SB3-2 Hydrothermal Synthesis of CeO_2 Nanorods for a High Performance SOFC Anode

고성능 고체산화물 연료전지 음극을 위한 수열합성 세리아 나노로드의 적용

박선아*, 정우철
KAIST

포스터 발표(P2)로 변경

One-dimensional nanoparticles of metal oxides have been widely studied in the field of catalysis and renewable energy due to their high surface-to-volume ratio and possibly unique catalytic properties. In this study, we have synthesized CeO_2 (ceria) nanorods as a catalyst for facilitating the kinetics of SOFC anode reactions. Ceria has been chosen as a target composition because of its exceptional catalytic activity for the fuel electro-oxidation and thermal/chemical stability. We have grown ceria 1D particles as well as nanorods onto a YSZ substrate using a simple, scalable method, called hydrothermal synthesis. The morphological changes of the synthetic rods are characterized by TEM and SEM as a function of accessible process parameters. The electrochemical activity of the nanostructured, CeO_2-decorated Ni/YSZ electrode is analyzed by electrochemical impedance spectroscopy under controlled temperatures and atmospheres. The role of CeO_2 nanorods as a catalyst for a SOFC anode will be discussed.

SB3-3 Synthesis and Industrial Applications of Zeolite Membranes

제올라이트 분리막 합성 및 산업 응용

조철희
충남대학교

제올라이트 분리막은 α-알루미나와 같은 다공성 지지체 표면에 수 ~ 수십 μm 두께의 제올라이트 분리층이 코팅된 소재이다. 제올라이트 분리층의 미세기공은 결정구조에 기인하기 때문에 상을 변화시킴으로써 3 ~ 20Å 범위에서 조절 가능하고 미세기공 분포도 균일하다. 또한, 제올라이트 분리층은 Si/Al 몰비를 조절함으로써 친수성 또는 소수성으로 제어할 수 있다. 위의 특성 때문에 제올라이트 분리막은 분자체가름(molecular sieving), 표면확산(surface diffusion), 모세관 응축(capillary condensation) 등의 분리기구(mechanism)에 의하여 액상, 기상의 혼합물질을 효율적으로 분리할 수 있어, 기체분리, 투과증발, 증기투과, 막증류 등 다양한 공정 모드에서 산업화가 시작되었다. 본 발표는 세 세션으로 나누어 진행될 것이다. 첫 세션은 제올라이트 분리막 제조 방법 등 제올라이트 분리막 전반에 대하여 소개할 것이다. 두 번째 세션은 발표자가 경험한 CHA(3.8 Å), LTA(4.1 Å), MFI(5.4 Å), FAU (7.4 Å) 등 다양한 제올라이트 입자 및 제올라이트 분리막 합성에 대한 연구 결과를 소개할 것이다. 셋째로는 위에서 소개한 제올라이트 분리막의 바이오알코올 탈수, 발효 조에서의 알코올 회수, 해수담수화, 기체분리 등 산업 응용 특성에 대하여 소개될 것이다. 결론적으로 본 발표에서는 제올라이트 분리막은 분리 및 반응 분야에서 고분자 분리막과 대등하게 경쟁할 수 있는 유망 소재임이 강조될 것이다.

SB3-4 Sintering Conditions Effects on Mechanical Properties of Silica Based Ceramic Cores for Metal Investment Casting

금속 정밀주조용 실리카 기반 세라믹 코어의 열처리 조건이 물성에 미치는 영향에 대한 연구

여정구[1]*, 김영환[1,2], 박정수[1], 정연길[3], 백운규[2]
[1]한국에너지기술연구원
[2]한양대학교
[3]창원대학교

탈지공정조건이 석유계 왁스를 이용하여 제작한 정밀주조용 실리카 기반 다공체의 물성에 미치는 영향에 대한 연구를 진행하였다. 실리카 기반의 다공체를 석유계 왁스를 사용하여 사출성형한 후 탈지 및 열처리를 진행하였다. 석유계 왁스는 파라핀과 마이크로크리스탈린 왁스를 사용하였다. 탈지공정조건에 따른 실리카 기반 다공체의 강도, 용출성, 미세구조, 결정구조 등의 물성을 평가하였다. 특히 탈지 조건에 따라 소결체의 결함을 제어할 수 있었으며, 소결온도 및 시간 조건에 따라 강도와 수축률을 제어할 수 있었다 . 본 연구에서는 석유계 왁스 기반 사출성형체의 탈지 및 소결조건에 따른 물성을 평가하였으며, 모든 시편은 오토클레이브를 이용한 용출성 실험 결과 100% 제거됨을 확인할 수 있었다.

SB3-5 Advanced Nano Energy Materials in Solid Oxide Electrochemical Devices

첨단 나노구조 에너지 재료와 전기화학적 응용

신태호*
한국세라믹기술원

Nano-structured surfaces, such as supported nano-wires, nano-tubes, nano-rods, nano-sheets, or nano metal particles have considerable potential to solve several key challenges which catalysis and renewable energy are currently facing, provided that their morphology and hence catalytic activity can be controlled during preparation but also during operation. In particular, the use of nanoparticles in solid oxide fuel cells has been considered problematic because the nano-structured surface typically prepared by deposition techniques may easily coarsen and thus deactivate, especially when used in high temperature redox conditions. Recently we have shown that perovskite lattice defects in general and built-in A-site vacancies in particular as well as stoichiometric defect, are instrumental for tailoring several aspects related to exsolution, including particle nucleation, size, distribution, stronger interaction with the parent support, and can also enable a wider range of species to be exsolved more reliably, including for instance, Ni and Pd. Here we show that nano particles grown in situ from specifically designed nonstoichiometric perovskites share a uniquely strong interaction with the parent support and form a well-functioning solid oxide fuel cell / solid oxide electrolysis, with good stability even after several redox cycles.

SB4-1 Pt Based Anode Catalyst in DMFC

직접 메탄올 연료전지용 백금 기반 연료극 촉매

kakati nitul*, 윤영수
가천대학교

Research performed in anode catalysis of direct methanol fuel cells (DMFCs) over few decades indicates that Pt is inevitable for commercialization of DMFCs. In this presentation, the role of Pt catalysts in methanol oxidation and the relevance of its modifications with other metals or metal oxides to overcome the issues associated with Pt catalysts will be discussed. CO_{ads} is produced during methanol oxidation as an intermediate which is responsible for Pt surface poisoning. Another issue with Pt based catalysts is its high cost. Researchers are attempting to minimize the poisoning effect and reduce cost of anode catalyst in DMFC. This review will focus on different catalyst systems based on Pt and give a summary of the research trend in Pt based anode catalysis in DMFC.

SB4-2 Synthesis of Organic Binder Fress Slurry for Thermal Battery Cathode

열전지 양극용 유기 binder free 슬러리 제작

김인예*, 윤영수
가천대학교

열전지는 불활성 상태로 보존이 가능하기 때문에 자가방전이 최소화 되어 장기간 비축이 가능한 전지로 주목 받고 있다. 현재까지 열전지 전극 제작은 압축방법으로 pellet 형태로 성형되어 전극은 필요이상의 두께로 제작되어 부피당 에너지 밀도 관점에서 단점으로 적용되며 또한 분말 충진 불 균일이 초례 되어 전지의 성능을 저하의 문제가 있다. 본 연구는 양극 전극의 분말 충진을 높일 뿐 아니라 얇은 두께로 성형이 가능한 tape casting 방법을 통해 전극을 제작하였다. Tape casting용 슬러리 제작 시 첨가되는 유기 binder의 경우 열전지 작동온도 (500 °C)에서 가스가 발생된다. 이에 슬러리를 유기 binder free로 제작하기 위해 무기재료인 silicic acid를 첨가하여 슬러리 제작 후 tape 형성 가능성을 확인하였으며, 제작된 전극의 미세구조 분석하기 위해 scanning electron microscopy (SEM)와 energy-dispersive x-ray spectroscopy로 측정하였다. Thermogravimetric Analyzer (TGA)로 작동온도인 500 °C 이상에서 안정성을 확인하여 열전지 양극 전극 제작 가능성을 확인하였다.

SB4-3 Application of Electrophoretic Deposition for Synthesis of Electrochemical Energy Conversion Materials

전기 에너지 변환 재료 합성을 위한 전기 영동 증착법의 응용

이석희[1]*, 우성필[2], 이유나[1], 윤영수[1]
[1]가천대학교
[2]연세대학교

Energy production is shifting from fossil fuels to renewable energy sources. The renewable energy sources require more efficient and reliable electrochemical energy conversion systems. Recently, electrophoretic deposition (EPD) method has been received much attention to design the electrochemical energy conversion materials because the materials synthesized by EPD contains dense or porous thin and tick films, hybrids of inorganic nanomaterials, and novel graphitic nano-carbon materials such as carbon nanotubes and graphene through the multi-composite EPD and repeated EPD. The interactions between inorganic precursors and the substrates provide a degree of control over the morphology, size, and structure of the resulting inorganic nanomaterials by factors in EPD process such as the suspension, applied voltage, and time. We reviewed the recent development of electrochemical energy conversion materials fabricated by EPD as well as explain methods for synthesis or fabrication of thin and thick film and hybrid materials of various morphologies and structures in detail.

SB4-4 Development and Evaluation of Lrich $LiAlO_2$ for Tritium Generation in Nuclear Fusion Reactor

핵융합용 삼중수소 발생을 위한 Li-rich $LiAlO_2$ 합성 및 특성평가

우성필[1]*, 윤영수[2]
[1]연세대학교
[2]가천대학교

차세대 에너지원으로 꼽히며 인공태양이라고 불리는 핵융합은, 초고온 상태에서 수소 핵 융합을 인공적으로 발생시켜 높은 에너지를 얻는 에너지원이다. 미래 에너지원인 핵융합 도입을 위하여 국내에서는 KSTAR 개발 및 국제 ITER의 안정화된 초전도 토카막 장치를 개발하고 있다. 핵융합로에 사용되는 연료로는 삼중수소가 사용되며, 이는 자연계에는 존재하지 않으나 핵융랍로 블랭킷 (Blanket) 내에 적재된 삼중수소 증식재에 있는 리튬과 중성자의 핵 반응에 의하여 생성된다. 삼중수소 증식 재료에는 리튬을 함유한 세라믹 재료인 Li_2O, Li_2TiO_3, Li_4SiO_4, Li_2ZrO_3 등의 연구가 진행되고 있으며, 최근에는 구조적으로 안정한 $LiAlO_2$에 대한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 삼중수소 형성을 위한 Li-rich $LiAlO_2$ 증식재를 합성하여 특성 평가 및 중성자 모사시험인 양성자 조사를 통하여 조사 전/후 특성 평가를 진행하였다. Li-rich $LiAlO_2$ 합성 방법으로 수열합성법을 사용하였으며, 600 ºC에서 열처리를 진행하였다. 합성된 Li-rich $LiAlO_2$의 양성자 전/후에 대한 구조 및 표면 분석 (XRD, SEM, TEM), 성분분석 (ICP)을 하였으며, 온도별 Impedance 측정을 통하여 전기화학적 특성 평가를 진행하였다. 이를 통하여 Li-rich $LiAlO_2$의 핵융합용 삼중수소 증식재로서 적용 가능성을 확인하였다.

SB4-5 Recent Advances in Proton Exchange Membrane for Direct Methanol Fuel Cell

직접 메탄올 연료전지용 양이온 교환막의 발전 동향

Jatindranath Maiti*, 윤영수
가천대학교

Fuel cells especially proton exchange membrane fuel cells have been louring for the past several decades to be the potential energy conversion devices. However, this concern has not been realized into an economically viable, universally acceptable, totally reliable device. In spite of intense research over 150 years, these devices could not be realized for the use of the common man due to many reasons like; (i) The developed noble metal based electrodes have not yet reached the desired levels of efficiency and cost reduction (ii) The conventional Nafion® based membranes have scientific limitation with respect to fuel cross over as well as affordability. The development of alternate membranes with desired and optimal characteristics for use in fuel cells is one of the urgent needs for appropriate energy security of the society.

SB5-1 Thermoelectric Bi2(Te,Se)3-composites with Ultralow Phonon Transport Prepared from Chemically Exfoliated Nanoplatelets

김종영*
한국세라믹기술원

Herein, we report on syntheses and characterization of new thermoelectric composites from exfoliated Bi_2(Te, Se)3 nanoplatelets by chemical methods. First, we performed a scalable synthesis of surfactant-free $Bi_2Te_2.7Se_{0.3}$ (BTS) nanocrystals by chemical exfoliation and subsequent spark plasma sintering. 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 W/mK @ 400 K) due to enhanced phonon scattering at highly dense grain boundaries without deterioration of the power factor (21.0×10^{-4} W/mK^2 @ 400 K). The peak ZT value of the present compound (0.8 @400 K) is comparable to that of n-type single crystalline Bi_2(Te, Se)$_3$, which is one of the highest among the reported values for n-type materials synthesized by a soft chemical route.(J. Mater. Chem. A, 2013, 1, 12791) Using the exfoliated BTS materials, nanocomposites of n-type thermoelectric BTS and unoxidized graphene (UG) were prepared. (Phys. Status Solidi RRL, 1–5 (2014)) We also suggest a simple and scalable synthesis to prepare Cu-Bi2Te2.7Se0.3 (Cu-BTS) nanocomposites. The precipitated Cu NPs in the BTS matrix effectively generated nanograin (BTS) and heterointerface (Cu/BTS) structures. The maximum ZT of 0.90 at 400 K, which is 15% higher comparison to that of pristine BTS, was obtained in 3 vol% Cu-BTS nanocomposite.

SB5-2 Synthesis and Thermoelectric Propertied of Sb-doped $Mg_2Si_{0.6}Sn_{0.4}$ Materials

Sb도핑된 $Mg_2Si_{0.6}Sn_{0.4}$ 물질의 합성과 열전특성

이지은*
한국전기연구원

Recently, Mg^2Si1−xSnx-based solid solutions are considered as promising candidates for the middle-high range of temperature applications due to their low cost, nontoxicity and abundance of its constituent elements. However, it is very difficult to prepare high quality magnesium silicide compounds by conventional melting and solidification methods, due to the large melting point difference between constituent elements, the high saturated vapour pressure of Mg, and various contaminations problems in material processing. In this study, we have synthesized n-type Sb-doped Mg2Si0.6Sn0.4 materials by scalable flux method.The thermoelectric properties of the each sample were investigated in the temperature range from 298 K to 823 K.

SB5-3 Preparation of *p*-type Skutterudite Polycrystals by Melt-spinning and Spark Plasma Sintering Processes

멜트 스핀(melt-spinning) 기술과 통전가압소결(spark plasma sintering) 기술을 통한 나노구조 벌크 *p*-형 스커터루다이트(skutterudite) 제조

손근식[1]*, 최순목[1], 김일호[2]
[1]한국기술교육대학교
[2]한국교통대학교

나노 구조를 이루고 있는 벌크 열전 소재를 구현함으로써 소재 효율 (무차원 성능지수, ZT)을 높이려는 시도를 통하여 많은 성과가 보고되고 있다. 나노 구조 벌크 소재 기술 중에, 나노 크기의 grain과 grain boundary 구조를 만드는 기술이 전기전도도와 열전도도를 별개로 조절할 수 있는 기술 중에 하나로 주목 받고 있다. 본 연구에서 melt spinning 기술을 이용하여 나노구조를 가지는 리본 형태의 p-형 skutterudite 열전 소재를 합성하였다. Melt spinning 공정 변수를 조절함으로써 100-200 nm의 나노 grain 구조를 가지는 열전소재를 합성하여 전기전도도는 감소하지 않으면서 열전도도를 감소시키려 하였다. 또한 나노구조를 손상시키지 않으면서 치밀한 소결체를 얻기위해 spark plasma sintering (SPS) 공정 기술을 사용하였다. 본 연구에서 얻어진 나노 구조의 치밀한 벌크 열전소재는 grain boundary 에서의 포논 산란에 의한 격자열전도 감소를 기대할 수 있다. 기존의 n형 skutterudite 소재 대비해서 물성이 낮은 것으로 보고된 p-형 소재의 물성 향상을 통해 고온 열전 발전 모듈의 상용화를 앞당길 수 있는 기술이다.

SB5-4 Strong Correlation between Crystal Structure and Transport Properties in Complex Structured Thermoelectric Materials

복잡한 구조를 갖는 열전물질의 결정구조와 열전수송특성 간의 강한 상관관계

황재열[1]*, 오민욱[2], 이규형[3], 김성용[4]
[1]기초과학연구원(IBS)
[2]한밭대학교
[3]강원대학교
[4]성균관대학교

Complex structured semiconducting compounds are promising thermoelectric (TE) materials due to their inherently low thermal conductivities. It has been demonstrated that limited phonon mean free path by the complexities of structure resulted in low lattice thermal conductivity. However, there is still missing piece to elucidate which structural component manipulates the transport properties effectively. We herein discuss recent progress on TE properties of intrinsically disordered systems. Through the controlled tuning of composition and occupancy for each atomic site based on the comprehensive structural analysis, we found that structural factors could be a critical origin for determining both electronic and thermal transport properties. Thus, the establishment of structure-properties relationship through understanding of the structural origins correlated TE transport properties is a vital issue to tune the TE performance in complex structured materials. It is noted that structural factors of interstitial sites among the various crystallographic atomic sites should be considered as a primary character in the crystal chemistry of complex structured crystals. Also, we present short overview of common structural traits inhibiting phonon propagation in complex structured TE materials. This consideration outlines a strategy to search new high performance complex structured TE materials connected with their possibilities for chemical and structural modifications.

SB5-5 Effects of *p*-type Doping on Thermoelectric Properties of $Bi_{1-x}M_xCuOTe$ (M = K, Pb)

p-type dopant가 BiCuOTe의 열전특성에 미치는 영향

안태호[1]*, 임영수[2], 서원선[3], 박철희[4], 한장원[1], 박찬[1]
[1]서울대학교
[2]부경대학교
[3]한국세라믹기술원
[4]LG Chem.

BiCuOTe 는 본질적으로 낮은 열전도도를 가지고 있어 열전재료로 각광을 받고 있지만 낮은 전기전도도를 단점으로 가지고 있다. BiCuOTe에 도핑하는 원소로 2가 원소인 Pb만이 보고되었고 Pb 도핑이 전기전도도는 개선하였지만 열전성능은 향상시키지 못하였다. 이에 본 연구는 K 도핑을 통해 전기전도도를 개선하고 K 도핑이 BiCuOTe의 열전특성에 미치는 영향에 대하여 연구하였으며 Pb도핑이 BiCuOTe의 열전특성에 미치는 영향과 비교하였다. K 도핑 양이 증가할수록 BiCuOTe의 전기전도도는 증가하고 제백계수는 감소하는 모습을 보였다. 이는 Bi 3가 자리에 K 1가 원소가 도핑 되면서 자유 정공을 형성하게 되고 이로 인해 전하농도가 증가하였기 때문이다. 파워팩터의 경우 K 도핑한 경우가 Pb 도핑한 경우보다 높은 값을 가지게 되는데 이는 weighted mobility관점으로 고찰되었다. 열전도도의 경우 전하농도의 증가로 인하여 K 도핑 양이 증가할수록 증가하는 모습을 보였다. 최적화된 출력인자로 인해 $Bi_{0.99}K_{0.01}CuOTe$ 조성에서 가장 높은 ZT = 0.68 (700K)를 나타내었으며 BiCuOTe의 열전성능을 향상시키는데 K가 Pb보다 더 효과적인 p-type dopant로 여겨진다.

SB5-6 Oxide Thermoelectric Materials for Heat-to Electricity Direct Energy Conversion

산화물 열전재료의 합성과 물성분석

한미경*, 김성진
이화여자대학교

Upon confronting present energetic and environmental challenges, the global need for utilizing exhausted waste heat from various sources (e.g., solar, geothermal, and exhaust from automobiles or other industrial processes) has been accelerated. In effect, thermoelectric materials are gathering a great interest as a potential alternative energy source because of their capability of direct energy conversion between heat and electricity. Oxides are considered as potential alternatives to the traditional chalcogenide thermoelectric materials, due to their high temperature stability, tunable electronic and phonon transport properties and well established synthesis techniques. We synthesize and characterize some selected families of mixed layered oxides with the goal of discovering novel thermoelectric oxides with relatively high ZT. We will present new approaches to enhance the thermoelectric performance of Perovskite related oxide thermoelectric materials. The current aspects of oxide thermoelectric materials and strategies for selective reduction of phonon scattering in bulk oxide will be discussed.

SB5-7 Electrical and Thermal Effects of Contacts in Thermoelectric Material Characterization

열전재료 성능측정에 대한 전기적, 열적 컨택의 영향

권범진*, 노임준, 강민수, 현도빈, 김진상
한국과학기술연구원

The Characterization of thermoelectric (TE) materials is challenging, as the parasitic effects from electrical and thermal contact resistances and thermal losses result in a significant measurement error (> 10%). Harman method, one of prevalent TE characterization techniques, measures the thermoelectric figure of merit rapidly and readily based on the voltage responses determined by ohimic resistance and the Peltier effect. However, the Harman method relies on the assumptions of one-dimensional electrical potential distribution, negligible contact resistance, and an adiabatic condition. Under practical contact conditions, it is essential to understand, minimize, and correct for the available parasitic effects. There are several well-known parasitic effects such as the thermal losses through electrodes and from a sample, and electrical contact resistance. Thus, often, people have welded thin lead wires onto the sample to reduce the contact resistance and the thermal loss. However, this method suffers from a complex electrical potential distribution at the wire-sample interfaces due to current spreading. The use of plate-type electrodes ensures one-dimensional electrical potential distribution, while the contact resistance at the plate and sample interface becomes important. Here, we discuss how the contacts influence the Harman method electrically and thermally, and a correction scheme for this issue.

SB5-8 A Novel Fabrication Method of Flexible Thermoelectric Power Generator using Excimer Laser Lift-Off Process

레이저 박리 기술을 이용한 플렉서블 열전 발전소자 제작

김선진*, 이한얼, 위주형, 최형도, 김용준, 이건재, 조병진
KAIST

The conversion of waste heat into electrical energy using a flexible thermoelectric (TE) power generator is useful for energy recovery and self-powered electronic systems. In this work, we report a novel method to fabricate a flexible TE generator using excimer laser lift-off method. The flexible TE generator utilizes screen printed ternary TE materials based on Bi_2Te_3. Using the screen printing technique and a XeCl excimer laser with a wavelength of 308 nm, an innovative self-sustaining structure of a TE device without top and bottom substrates was fabricated, realizing a thinner, lighter, and more flexible device than other TE devices reported to date. Mechanical and electrical performance of the prototype flexible TE module will be presented and discussed.

SB5-9 Thermoelectric Potentiality of Low Dimensional Bismuth

저차원 비스무스의 열전성능 향상

김정민*, 이우영
연세대학교

Semimetal Bismuth has been widely investigated in the study of quantum effect, especially for the enhancement of thermoelectric performance due to quantum confinement effect. The theoretical studies predicted that the low carrier effective mass, and long mean free path of Bi result in high electrical mobility. Furthermore, semimetal to semiconductor (SMSC) transition was predicted using the quantum confinement effect due to the small carrier concentration and the band overlap energy for Bi nanowires with diameter less than 30 nm. And it is expected that the SMSC transition is concurrent with the enhancement of the Seebeck coefficient. In the studies that demonstrate the SMSC effect, however, the existence of surface induced states was discovered. Also, the studies report that the contribution of the surface induced state was larger than that of the bulk property when the diameter of the nanowire was smaller than 50 nm. As a result, the enhancement of Seebeck coefficient was not demonstrated using low dimensional Bi. The present work reports the experimental measurement of Bi nanowires with various diameters and analyzes the change of band with dimension to confirm the thermoelectric potentiality of low dimensional Bi. Further description of the enhanced thermoelectric figure of merit value calculated from the measured thermopower and thermal conductivity will be discussed in detail.

SB6-1 The Preparation and Characterizations of Pyrophyllite-based Composite Support Layers

납석 기반 복합재 분리막의 제조 및 특성평가

하장훈*, 이종만, 송인혁
재료연구소

Recently, porous ceramic membranes have become a subject of significant interest because of their outstanding thermal and chemical stability. To reduce the high manufacturing costs of these porous ceramic membranes, recent research has investigated the utilization of low-cost natural materials. Therefore, in this paper, we report the results of our efforts to determine whether we could utilize sodium borate as a bonding phase, and we also report the results of an attempt to prepare a pyrophyllite-diatomite composite support layer that could effectively filter the ISO 12103-1 A3 test dust while exhibiting acceptable water permeability. The pore characteristics of the specimens were studied by scanning electron micrography, mercury porosimetry, capillary flow porosimetry, and a dead-end microfiltration system with particle counters.

SB7-1 Wetting and Loading Behavior of the Li-Based Electrolytes on Alumina and Zirconia Separators for Thermal Battery Applications

열전지용 전해질 젖음성 평가 및 세라믹 분리막의 함침기술 개발

채상혁*, Kati, 윤당혁
영남대학교

Thermal batteries are high-temperature (350 - 550°C) power sources with very fast activation times and rely on an ionically conducting molten electrolyte in the separator between anode and cathode. The overall efficiency of the battery is directly linked to developing a technically viable and chemically feasible electrolyte and separator pellet assembly. In this work, we present the preliminary results performed on two kinds of molten salt electrolytes: LiCl-KCl and LiF-LiCl-LiBr, infiltrated on commercially available alumina, zirconia ceramic felts and alumina paper. The assessment of the ability of the molten electrolyte to infiltrate in the porous ceramic felt and loading rate was performed by heating a calculated amount of the solid electrolyte beyond its melting temperature and estimating the wetting angle at the electrolyte-ceramic substrate interface. A comparative analysis of different electrolytes and separator systems will be presented based on the effect of the ambient, wettability, reactivity, loading and leakage rates.

SB7-2 Rational Design of Sn-based Multi-component Anodes for High Performance Lithium-Ion Batteries: Hollow SnO_2@TiO_2@rGO Nanotubes

리튬 이차 전지의 고성능 음극 재료를 위한 주석(Sn) 기반의 다구성을 지닌 합리적인 디자인: 중공성을 지닌 SnO_2@TiO_2@rGO

정준영*, 김찬훈, 장지수, 김일두
KAIST

Tin (IV) oxide (SnO_2) is one of highly promising candidates for anodes for next generation lithium-ion batteries, owing to high theoretical capacity and rate capability along with environmental safety. However, severe volume expansion and subsequent pulverization problem of SnO_2 have always been critical issues. To resolve such issues, two different methods have been suggested: i) SnO_2/Sn-C composite materials and ii) SnO_2-TiO_2 composite materials. Nevertheless, limitation is present for both approaches: the former has relatively low theoretical capacity with increasing loading amount of carbon and the latter shows lack of improvements in rate capability due to the low conductivity of both TiO_2 and SnO_2. Here, we have tried to improve both the capacity retention and rate capability of SnO_2 by coating TiO_2 on SnO_2 through sol-gel process and subsequent reduced graphene oxide (rGO)-wrapping. With such hybrid structure, it can overcome both cycle retention and conductivity limitations that are applicable to most of metal oxides. As a result of such design in mind, rGO-wrapped SnO_2@TiO_2 exhibits better rate capability and retains discharge capacity of over 860 mAh g^{-1} at a current density of 200 mA g^{-1} even after 100 cycles.

SB7-3 Characteristic of Li-Si-P-O-N Electrolyte for All-solid-state Lithium Ion Batteries by RF Sputtering Method

RF sputtering 공법을 이용한 전고상 이차전지용 Li-Si-P-O-N 박막 고체전해질의 특성

이유나*, 윤영수
가천대학교

현재 마이크로 전원 적용을 위한 박막형 전고상 전지가 많은 관심을 받고 있다. 특히, 고체전해질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 이런 고체전해질의 발전에도 불구하고, 액체전해질 대비 낮은 이온전도도 및 양극과의 높은 접촉저항을 갖는 단점이 있어 이를 해결하기 위한 연구가 필요하다. 이번 연구에서는 기존 Li-P-O-N 고체전해질에 Si이 첨가된 Li-Si-P-O-N 박막 고체전해질을 박막형 전고상 전지에 적용하기 위하여 RF sputtering 공법을 이용하여 합성했다. Li-Si-P-O-N 박막 고체전해질의 이온전도도를 확인하기 위하여 임피던스 분석을 진행했다. 그 결과 RF 전원에 따른 증착 시 대략 10^{-6} ~ 10^{-7} S cm^{-2}을 나타냈다. 양극 계면과의 접촉 안정성 평가를 위해 Scanning electron microscopy(SEM) 및 전기화학 분석을 진행하였으며 RF 전원 60W에서 Li-Si-P-O-N 증착 시 접촉 저항이 감소되는 것을 확인하였다. 이러한 결과를 바탕으로 Li-Si-P-O-N 박막 고체전해질은 마이크로 전고상 박막 전지 적용을 위한 박막형 고체전해질로 가능성이 있다는 것을 확인했다.

SB7-4 Coupling of Single-layered WS_2 Nanoplates with Carbon Nanofibers Exhibiting Extraordinary Electrochemical Performance as Anodes for Lithium Ion Batteries and Electrocatalysts for Hydrogen Evolution

단일층의 WS_2 나노판과 탄소 나노섬유의 결착을 통한 리튬 이온 전지의 음극과 수소 발생 촉매로서 뛰어난 전기화학적 성능

유선문*, 김재훈, 정지원, 윤기로, 오지훈, 김일두
KAIST

Transition metal dichalcogenides (TMDs) such as WS_2 have drawn tremendous attention due to their fascinating physicochemical properties when they are single-layered or few-layered. Such attention can be ascribed to an interesting phenomenon that a reduction in the dimensionality leads to a variety of exotic characteristics which differ from those of their bulk material counterparts. Unfortunately, their poor intrinsic conductivities hamper their use in energy storage and conversion applications. In this regard, it is an efficient strategy to make a composite, combining single-layered TMDs with highly conductive materials. In this study, we report that single layers of WS_2 nanoplates can be uniformly embedded in nitrogen-doped carbon nanofibers (WS_2@NCNFs), and also can be anchored to hollow nitrogen-doped carbon nanofibers (WS_2@HNCNFs) via electrospinning. These rationally designed materials were electrochemically tested as anode materials for lithium ion batteries and electrocatalysts for hydrogen evolution. The distinctive design of the materials enables outstanding electrochemical performances.

SB7-5 Designing SnO_2/C Films Via Co-sputtering as an Anode for an All-solid-state Battery

동시 스퍼터링 법을 이용한 SnO_2/C 전고상전지 복합 음극 제조

박세용*, 윤영수
가천대학교

최근 MEMS 시스템이 주목 받기 시작하면서, 그에 장착되는 리튬 전지 또한 관심이 높아지고 있다. 전고상 리튬 박막전지는 작고 가벼우며, 충전 후 재사용이 가능하고, 에너지 밀도가 높은 장점이 있다. 리튬 박막전지의 음극으로는 금속 리튬이 많이 쓰이는데, 그 이유로는 높은 용량(3840 mAh g^{-1})과 높은 전기 전도도(1.1×10^7 S m^{-1})등이 있다. 하지만 리튬은 수분과 반응성이 크고, 추가적인 밀봉이 필요하여 공정상의 복잡함이 증대된다. 따라서 대안으로 리튬보다 반응성이 크지 않은 세라믹계 음극 물질이 주목받고 있다. 그 중에서도 Tin oxide(SnO_2)는 다른 세라믹계 음극에 비해 비교적 높은 용량(800 mAh g^{-1})과 낮은 유효 전압(~0.3 V)을 가지고 있다. 하지만 다른 산화물계 물질과 마찬가지로 충방전 과정 중 급격한 부피 변화로 인한 크랙 발생과 이에 따른 용량 감소의 문제가 있다. 본 연구에서는 SnO_2의 부피 변화를 방지하기 위하여 일정한 두께로 SnO_2 와 carbon을 동시 스퍼터링 증착 하여 복합 박막 음극을 제조하였다. 최적의 복합 비율을 도출하기 위하여 carbon의 함량에 따른 사이클 테스트를 실시하였다.

SB7-6 Facile Lithium Ion Transport through Superionic Pathways Formed on the Surface of $Li_3V_2(PO_4)^3$/C for High Power Li Ion Battery

리튬이온이차전지용 $Li_3V_2(PO_4)^3$/C 복합체 양극소재의 입자 표면 리튬이온전도성 향상에 관한 연구

한동욱[1]*, 엄지용[1], 윤주호[1], 유승을[1], 강용묵[2]
[1]자동차부품연구원
[2]동국대학교

We report a new discovery for enhancing Li ion rechargeable batteries using NASICON-structured cathode materials in combination with nanoarchitecture tailoring superionic pathways built along an ionic conductor. The $Li_3V_{1.95}Zr_{0.05}(PO_4)^3$/C composite has much higher initial discharge capacity, superior rate-capability, and excellent cycling performance when compared with pristine $Li_3V_2(PO_4)^3$/C. This is partly due to the occupation of vanadium sites by Zr^{4+} ions in the $Li_3V_2(PO_4)^3$ host crystals and facile Li ion migration through a $LiZr_2(PO_4)^3$-like secondary phase that forms on the surface of the $Li_3V_{1.95}Zr_{0.05}(PO_4)^3$ particles. Our findings about high Li ion transport and structure stabilization induced by Zr incorporation suggests a breakthrough strategy for achieving high-power Li rechargeable batteries using NASICON-structured cathode materials in combination with nanoarchitecture tailoring.

SC1-1 Consolidation of Hydroxyapatite using Electric Field via Flash Sintering Route

김주성*
영남대학교

Hydroxyapatite is well-known bio ceramic used in hard tissue engineering. It is worthwhile to mention that flash sintering is a novel and emerging sintering route which sinters the ceramics in just a few seconds even in the pressure-less conditions. Additionally, it was found that electric flash effectively lowers the sintering temperature and holding time to obtain the fully densified ceramics. In the current study, bar shaped HA specimens were consolidated using a flash sintering method by applying direct electric field in argon as well as in air. All samples were consolidated at 1000-1200°C temperature. Thermally etched samples were examined under scanning electron microscopes. The effect of strength of electric field as well as sintering atmosphere (in air and argon) during electric flash event was examined in terms of phase stability and grain growth of hydroxyapatite.

SC1-2 Effect of GNPs on Mechanical Property in Spark Plasma Sintered Alumina and Zirconia

통전가압소결(SPS)에 의한 알루미나와 지르코니아의 기계적 성질에 미치는 Graphene Nanoplatelets (GNPs)의 역할

이지환*, 김석영, 한영환
영남대학교

Alumina/graphene nanoplatelets (GNPs) and Zirconia/GNPs nanocomposites were fully sintered by spark plasma sintering (SPS). The grain size was smaller than that of the conventional sintering due to lower sintering temperature and shorter sintering time. The average grain size decreased with increasing GNP content, but the lower relative density was observed with increasing sintering temperature at high contents of GNPs. On the whole, the fracture toughness improves compared to the monolithic mainly due to the refined grain size and GNPs bedded closely to each ceramic matrices. However, for higher GNPs contents the improvement in fracture toughness is limited. It is believed that the GNPs with unique wrinkled structure, closely interfacial bonding, crack deflection, crack bridging, crack branching and pull out of GNPs could make contribution to the improvement of the fracture toughness.

SC1-3 Sintering Behavior and Bio-stability of Spark Plasma Sintered Hydroxyapatite

통전가압소결된 Hydroxyapatite의 생체적 안정성

황규홍[1]*, 조경명[1], 한영환[2]
[1]경상대학교
[2]영남대학교

Calcium phosphate compounds have been studied for biomedical applications due to chemical and structural similarity to the mineral phase of bone and tooth. The composition, physic-chemical properties, crystal size and morphology of synthetic apatite are extremely sensitive to preparative conditions. In the present paper, hydroxyapatite is synthesized by spark plasma sintering (SPS) using process conditions of 800-1100 ^{o}C, 10 min dwell time, and 50 MPa in order to investigate the effect of sintering behavior on stability of hydroxyapatite. Hydroxyapatite ceramic were prepared and soaked in distilled water for different periods to investigate whether the hydroxyapatite synthesized by SPS show high bio-stability in liquid environment with immersion time compared with commercial preparation method. Their dissolution processes were investigated by taking microstructural observations after immersion in distilled water for 7 or 14 days. It was found that the surface dissolution of the ceramics was initiated at grain boundaries and generated many separated grains. In case of the materials with high porosity, the residual pores on the surface appeared to be a primary defect site where the dissolution starts although the soluble compound was existed on the matrix.

SC1-4 Comparison of Multiwalled Carbon Nanotubes and Graphene Nanoplatelet as Reinforcement in Hydroxyapatite Matrix Consolidated by Spark Plasma Sintering

김덕연*
영남대학교

The Multiwalled carbon nanotubes (MWNTs) and Graphene nanoplatelets (GNPs) were used as reinforcement in hydroxyapatite (HA) matrix composites. The relative density, hardness and fracture toughness increased with increasing MWNT amount. The pull-out of MWNTs was observed as a toughening mechanism in the composites. On the other hand, the relative density of GNPs-reinforced HA decreased with increasing GNPs content due to the existence of the agglomerated GNPs during sintering and was lower than that of pure HA and MWNTs-HA composites over entire sintering temperatures. The microstructure of MWNTs and GNPs reinforced composites was quite different because the GNPs have a tendency to distribute in perpendicular to the external pressure direction. The GNPs-HA composites revealed directional properties in terms of pore and grain shapes, grain growth and micro-hardness.

SC1-5 Joining Approach of SiC Ceramics with Ti_3SiC_2 Interlayer Processed by Spark Plasma Sintering Technique at low 1300°C

통전가압소결법(SPS)에 의한 낮은 1300°C에서 Ti_3SiC_2 매개층 SiC 세라믹재료 접합

한영환[1]*, Zhou Xiaobing[1], 이재형[1], Huang Qing[2]
[1]영남대학교
[2]Ningbo Institute of Materials Technology & Engineering, Chinese Academy of Sciences

Joining of two pieces of commercial SiC ceramics (SiC/SiC and C_fC/SiC composite) was performed using Ti_3SiC_2 film as interlayer, processed by Spark Plasma Sintering technique. A successful joining with bend strength of 80.4 MPa was achieved at a low joining temperature of 1300°C within a total time of 15 min. Three simple failure mechanism models were established, and the failure mechanisms joined at different temperatures were then elucidated. The element diffusion and phase transition behavior in the joining interface were also investigated.

SC2-1 Enhanced Densification and Mechanical Properties of SiC–5 vol.% ZrB_2 Composites

SiC–5 vol.% ZrB_2복합체의 기계적 성질과 치밀화 향상

Kati*, 묵신, 윤당혁
영남대학교

The present study investigates the influence of Sc_2O_3 addition as a sintering aid to SiC–5 vol. % ZrB_2 composites prepared through hot-pressing on the densification, microstructure and mechanical properties. Microstructural studies by SEM and TEM revealed that the addition of Sc_2O_3 not only caused for the formation of liquid phase and decreased the hot-pressing temperature from 1950 to 1750°C, but also resulted in the formation of a crystalline $Sc_4Zr_3O_{12}$ at grain boundaries, by reacting with ZrO_2 impurity oxide that was present on the surface of the starting ZrB_2 powder. Sc_2O_3 addition produced a fine-grained microstructure and registered an increment of 43 % and 20 % in flexural strength and fracture toughness values, respectively. The results presented here point to a new effective way to fabricate SiC-rich phase–ZrB_2 composites by improving the microstructure and mechanical properties at relatively lower temperatures by the addition of Sc_2O_3.

SC2-2 Deposition of Ultra High Temperature Ceramic Coatings Used by Vacuum Plasma Spraying

진공 플라즈마 용사법을 이용한 초고온 세라믹스 코팅의 제작

유연우*, 남욱희, 전민광, 변응선*
재료연구소

초음속 항공기 및 지구궤도 재진입 우주 발사체 등 항공, 우주 분야의 연구 수요가 증가할수록 고온에서 안정성을 갖는 소재에 대한 연구 수요 또한 증가하고 있다. 기존의 고온부 부품이 처한 환경이 더 극한 환경으로 변함에 따라 기존의 금속을 이용해서는 높은 온도를 견디지 못하는 문제가 있다. 이에 높은 녹는점과 고온에서도 높은 기계적 성질과 화학적 안정성을 갖는 ZrB_2, HfB_2, HfC, TaC와 같은 초고온세라믹스가 그 대안으로 연구되고 있다. 기존에는 세라믹 복합체에 초고온세라믹스를 함침시켜 그 특성을 연구하였는데, 초고온세라믹스가 함침된 세라믹 복합체의 경우 고온에서 삭마가 일어나 복합체 내부의 섬유가 손상되는 문제가 있다. 초고온세라믹스 코팅의 경우 세라믹복합체의 삭마 속도를 감소시켜 내부의 섬유를 보호하는 역할을 한다. 본 연구는 진공 플라즈마 용사법을 이용한 초고온 세라믹스 모재 위에 다른 종류의 초고온 세라믹스 코팅을 제작하였다. Ar과 H_2의 혼합 가스로 플라즈마 화염을 구성하였으며, 분말 이송가스로는 Ar을 사용하였다. 수십 마이크로미터 크기의 TaC와 HfC 분말이 각각 다양한 조건하에서 플라즈마 화염 속으로 투입되었다. 각각의 조건에서 제작된 초고온 세라믹스 코팅의 특성을 관찰하였다. 진공 플라즈마 용사법을 이용하여 기공도 8% 미만의 수십 마이크로미터 두께를 갖는 초고온 세라믹스 코팅을 제작하였다. 또한 엑스레이회절분석을 통해 제작된 TaC와 HfC 코팅의 결정구조를 분석하였으며, 성분분석을 통해 초고온 세라믹스 코팅에 포함된 산소 원소의 함량도 분석하였다.

SC2-3 Characterization of Ablation Behaviors of Hf-based Ultra High Temperature Ceramics (UHTCs) Using Oxyacetylene Torch

산소-아세틸렌 토치를 이용한 Hf 계 초고온세라믹스의 초고온 물성 평가

백창연[1]*, 김주형[1], 김동석[1], 성영훈[2], 이세훈[3], 김도경[1]
[1]KAIST
[2]한국에너지기술연구원
[3]재료연구소

An increasing interest in re-entry hypersonic vehicles and weapons has driven the demand on the materials for leading edges, nosetips, and propulsion system components. The materials for these applications are exposed to extreme environments including aerodynamic heating which is generated by continuous friction between atmosphere and the materials. To protect the main body of projectiles, the materials used must withstand high temperatures above 3000°C, thermal shock, and severe oxidation. In this regards, the evaluation of these materials must be preceded before the actual application. An oxyacetylene torch testing is one of the most frequently used methods having the merits of simplicity, low cost, and sufficiently high temperature around 3000 ^{o}C. Hf-based ultra-high temperature ceramics (UHTCs) such as HfB_2 and HfC have excellent ablation-resistance for relatively long time exposure at high temperature due to those high melting temperature above 3300 ^{o}C. Here, high temperature oxidation behaviors of the HfC-SiC and HfB_2-SiC composite ceramics are examined using an automated oxyacetylene ablation testing system for 30 min. The post-ablation tested samples are investigated by XRD and SEM.

SC2-4 Liqiud Precursor Based BN Coating Process for CMC

CMC용 액상 전구체 기반 BN 코팅 공정

한인섭*, 김세영, 우상국, 성영훈
한국에너지기술연구원

섬유강화 세라믹 복합소재(CMC) 제조에 있어 섬유와 기지상 간의 계면 코팅은 복합소재의 파괴 시 섬유 뽑힘 현상을 유도하여 인성 증진 효과를 나타내는 매우 중요한 공정이다. 본 내용에서는 탄소 섬유나 탄화규소 섬유의 계면제어를 위해 통상적으로 이용되고 있는 CVD, CVI 공정을 통한 가스상 코팅 방법을 탈피한 고분자 기반 액상 전구체 제조를 통한 boron nitride 코팅을 시도하였으며, 코팅 섬유의 계면 분석을 통한 BN 결정상의 생성 여부와 코팅 가능성 및 문제점을 제시하고자 하였다.

SC2-5 Synthesis of $(Hf_{1-x}Ta_X)C$ Based Ceramic Composites via Carbothermal Reduction and Spark Plasma Sintering (SPS)

탄화환원 반응 및 통전활성소결(SPS)를 이용한 $(Hf_{1-x}Ta_X)C$ 기반 세라믹스의 제조

하대권*, 한지선
서울대학교

$(Hf_xTa_{1-X})C$ solid-solution nano-powders are synthesized at a relative low temperature (≤1600°C) via high energy milling and carbothermal reduction. Sintered $(Hf_{1-x}Ta_X)C$ specimens were also obtained via Spark Plasma Sintering(SPS) using these nano-powders. Through X-ray diffraction, peak shift and lattice parameter change were examined, which show that $(Hf_{1-x}Ta_X)C$ nano-powder and specimen were successfully synthesized. The change of microstructures and mechanical properties (hardness and toughness) were investigated by a Field Emission Scanning Electron Microscope(FESEM) and a Vicker's hardness indenter, depending on the compositional variation of $(Hf_{1-x}Ta_X)C$ (x=0-0.2) solid solution. In addition, oxidation behavior for sintered $(Hf_{1-x}Ta_X)C$ was examined. Furthermore, the effects of SiC (≤3 vol.%) addition to $(Hf_{1-x}Ta_X)C$ system on the microstructure and mechanical properties were studied.

SC2-6 Synthesis of Nano Ultra-high Temperature Ceramics Powders Using Spark Plasma Sintering Method

방전 플라즈마 소결법을 이용한 나노 초고온 세라믹 분말 합성

이세훈*, 김하늘, 평룬
재료연구소

방전 플라즈마 소결로 (Spark plasma sintering furnace, SPS)를 이용하여 ZrC, HfC, HfB_2, TaC, Ta_4HfC_5 등 다양한 초고온 세라믹스 원료 분말을 합성하였고 Al_4SiC_4, Al_3BC_3 등 향후 MAX 계열 분말의 합성에 응용될 수 있는 3성분계 비산화물 분말들의 대량생산을 수행하였다. 초고온 세라믹 분말의 경우 평균입도 80-150 nm 내외, Zr을 제외한 금속 순도 99.9% 이상, 잔류산소량 0.5 wt% 내외의 고품위 분말을 일 170 g 내외로 생산할 수 있었다. Al_4SiC_4의 경우 기존의 로를 사용할 경우 1700°C, 1 시간 이상의 합성조건이 필요한 반면 SPS를 사용할 경우 이를 1300°C, 10분 이하로 크게 낮출 수 있으며 생산량도 400g/일 수준까지 용이하게 확장시킬 수 있었다. 이렇듯 SPS를 이용한 재료연구소의 연구 활동 소개와 함께 SPS 방법의 장단점과 향후 SPS의 발전 방향에 대해 논의 하고자 한다.

SC2-7 Effect of Pack Cementation Temperature and Time on the Ulta High Temperature Oxidation Characteristics of C/C-SiC Composites.

C/C-SiC 복합재의 초고온 산화 특성에 미치는 팩세멘테이션 온도 및 시간의 영향

전민광*, 유연우, 남욱희, 변용선
재료연구소

C/C-SiC 복합재료는 1500°C 이상의 고온에서 지속적으로 내열성, 내산화성, 내식성을 보여, 주로 고속 비행체, 가스터빈 엔진의 고온부품 및 원자로용 초고온 부품 등에 수요가 증가하고 있다. 하지만 이러한 특성은 비산소 환경에 국한되는 것으로 약 400°C부터의 산화성 분위기에는 탄소섬유가 산소와 반응하여 산화되는 문제 때문에 적용의 한계를 가지고 있다. 따라서 이의 적용범위 확대를 위해서는 초고온 내산화 코팅으로 C/C-SiC 복합재료의 표면의 산화특성을 개선하는 것이 필수적이며, 장시간 고온 산화환경 및 급격한 온도변화 조건에서도 안정적인 코팅기술이 최근 기술개발의 핵심현안으로 부각되고 있다. 본 연구에서는 팩세멘테이션 방법을 사용하였으며, 코팅 원료로서 57% SiC, 30% Si, 활성제로 3% B 그리고 소결방지제로 10% Al_2O_3로 구성된 혼합분말을 이용하였다. 실험은 3D 직조된 탄소복합재에 LSI 공정을 이용하여 Si과 Hf을 침투시킨 후 SiC+HfC 기지상을 형성시킨 모재를 혼합분말 내에 침적한 후, Ar 분위기에서 1500~1700°C, 4~10시간 반응시켜 1~3 μm의 SiC 코팅층을 형성하였다. 제조한 SiC코팅을 XRD에 의한 결정구조 분석, SEM을 이용하여 미세구조를 분석하였으며, 코팅 전후의 2000°C에서의 내산화 특성을 비교 분석하였다.

SC2-8 Tensile Stiffening Behavior of PAN Carbon Fibers

PAN 계 탄소섬유의 인장 탄성계수 변화

변준형*, Gengheng Zhou
재료연구소

The effects of inner microstructures, including crystallite size, orientation and defects on the stiffening phenomena of PAN-based T300 carbon fibers under tension were explored. Single-fiber tensile test was conducted on three types of fiber: as received, 1400 °C and 1600°C heat treated. The distribution of crystallite orientation in a fiber from core to skin was obtained by using transmission electron microscopy. The observations indicate the load-transfer between crystallites depends on the crystallite entanglement. The slide-lock of the entangled junctions among the loosely compacted crystallites is responsible for the increasing elastic modulus during tension. The sharp drop of tensile strength (-36.1%) of the fiber after heat treated at 1600 °C was attributed to the increasing of crystallite size, nano-pore defect and a higher misalignment of crystallites in the core region.

SC2-9 Ta_4HfC_5 : Synthesis and Densification using Modified Spark Plasma Sintering Apparatus

Ta_4HfC_5: 개선된 방전플라즈마소결로를 이용한 합성 및 치밀화

이세훈*, 룬펑
재료연구소

Ta_4HfC_5 분말을 개선된 방전플라즈마 소결로 (Spark plasma sintering, SPS)를 이용하여 열탄화 환원법 (carbo-thermal reduction process)으로 합성하였다. 단상의 Ta_4HfC_5 분말을 합성하기 위하여 합성온도, 유지시간, 승온속도 등 다양한 조건의 최적화를 수행하였다. 합성된 분말의 입성장은 개선된 SPS를 사용함으로써 억제될 수 있었는데 이는 주로 빠른 승온/냉각속도 때문으로 생각된다. 합성된 분말은 200 nm 내외의 미세한 입도와 낮은 산소 함유율을 나타내었다. 비교를 위하여 기존에 합성된 나노 TaC와 HfC 분말의 혼합 후 고온 가열에 의한 고용체 형성법을 이용하여 Ta_4HfC_5 분말을 제조하였다. 합성된 분말은 SPS를 이용하여 고온에서 가압소결을 수행하였다.?

SC3-1 R&D Activities on Ceramics and Ceramic Composites for the Next Generation Nuclear Energy Systems

차세대 원자력시스템용 세라믹과 세라믹 복합체 개발

박지연*, 김대종, 이현근, 김원주
한국원자력연구원

에너지 효율 향상 및 안전성 증진을 위하여 4세대 원자력 시스템 및 개량 경수로 개발을 위한 연구가 진행 중이다. 에너지 효율 측면에서는 원자력 시스템의 운전 온도가 높아지면 에너지 효율을 증가 시킬 수 있다. 따라서 4세대 원자로에서는 기존 상용 경수로 운전 온도인 340°C 이상의 운전 온도를 고려하고 있으며, 초고온 가스로는 1, 000°C 까지 운전 온도를 높이려 하고 있다. 또한 열중성자 뿐만 아니라 고속 중성자를 이용한 시스템의 개발과 장주기 운전을 고려하므로 높은 내방사선 특성을 지닌 재료를 필요로 한다. 아울러 운전 온도가 높아지므로 수냉형으로는 한계가 있으며, 헬륨과 같은 기체, 액체 소듐과 납, 용융염 등 다양한 냉매를 적용하고자 한다. 이에 따라냉매와 구조재 간의 양립성이 중요한 이슈가 되며, 내화학적 특성을 지닌 재료의 요구가 증대된다. 세라믹 및 세라믹 복합체, 특히 탄화규소 계 세라믹 및 복합체는 내방사선성, 고온 안정성, 다양한 냉매의 우수한 양립성을 지니고 있으므로 가장 유망한 비금속 재료로 많은 연구가 수행되고 있다. 본 논문에서는 차세대 원자로의 특성과 이에 필요한 재료의 연관성을 세라믹 및 세라믹 복합체에 대하여 살펴보고, 원자력 선진국의 연구 사례를 요약하고자 한다.

SC3-2 Ti_3SiC_2 Coating on SiC Fiber by Electrophoretic Deposition

EPD 법을 활용한 SiC fiber 표면 Ti_3SiC_2 코팅 연구

이현근*, 김대종, 정연수, 박지연, 김원주
한국원자력연구원

SiC_f/SiC복합체는 고온에서 높은 강도와 우수한 파괴인성, 부식저항성, 화학적 안정성 등을 가지며 우수한 조사 저항성을 나타내어 가스 터빈, 열교환기과 같은 고온 구조재료와 차세대 원자로 반응기 부품 등으로의 응용에 대해 많은 연구가 이루어지고 있다. 일반적으로 SiCf/SiC 복합체의 강도 및 파괴 인성을 향상시키기 위해 SiC fiber 계면에 PyC층 및 BN 층을 코팅하며 균열이 계면을 따라 휘어지게 만들어 우수한 기계적 강도를 나타낸다. 그러나 PyC와 BN 은 고온 산화에 취약한 단점이 있어 고온 구조재료로 사용되기 위해서는 계면상의 산화저항성을 향상시켜야 한다. 또한 경수로의 핵연료 피복관으로 적용되기 위해서는 냉각재 환경에서의 부식저항성과 고온산화저항성이 보장되어야 한다. 본 연구에서는 고온 산화 저항성이 우수한 MAX phase, Ti_3SiC_2를 SiC fiber에 코팅하여 SiC_f/SiC 복합체의 산화 저항성을 향상시키고자 하였다. Ti_3SiC_2 분말을 SiC fiber 표면에 코팅하기 위해 Electrophoretic deposition 방법을 사용하였으며, EPD 코팅 조건을 변경하여 Ti_3SiC_2 코팅 조건을 확인하였다.

SC3-3 Development of Mass-production System for Tritium Breeder Pebbles based on Slurry Droplet Wetting Method

슬러리 액적 습식법을 이용한 삼중수소 증식재 페블 대량생산 시스템 개발

박이현[1]*, 박상진[2], Rehan Danish[2], 이태겸[2], 민경미[1], 조승연[1], 안무영[1], 이영민[1], 임철환[2], 조용대[2]
[1]국가핵융합연구소
[2](주)아이브이티

리튬을 포함하는 세라믹 재료인 Li_2TiO_3는 화학적 안정성, 고온특성 및 삼중수소 방출특성 등이 뛰어나 핵융합로 고체형 증식블랑켓의 삼중수소 증식재로 사용될 유력한 후보 중 하나이다. 한국형 고체형 테스트 블랑켓 모듈인 Helium Cooled Ceramic Reflector (HCCR) 개념에서는 Li_2TiO_3가 직경 1 mm의 페블 형태로 사용되며 그 양은 약 80 kg으로 예상된다. 나아가 고체형 핵융합 실증로 및 상용로에서는 대략 150톤 규모의 삼중수소 증식재 페블이 필요할 것으로 추정된다. 따라서 핵융합로용 삼중수소 증식재 페블의 대량생산 시스템 개발은 반드시 수행되어야 한다. 본 연구에서는 기존에 개발된 슬러리 액적 습식법을 이용하여 Li_2TiO_3 페블을 대량으로 생산하기 위해 슬러리 정량토출 자동화 장치를 설계 및 제작하였다. 제작된 장치의 시운전 결과 연간 50 kg의 Li_2TiO_3 페블을 생산할 수 있는 것으로 확인되었다. 그리고 토출압력 및 니들 사이즈가 페블의 생산성 및 성형성에 미치는 영향을 분석하여 본 장치의 운전조건을 최적화 하였다. 또한, 페블의 대량생산을 위해서는 많은 양의 성형체를 한 도가니에 넣고 동시에 소결하는 배치 프로세스(Batch Process)가 불가피하다. 이 때 소결온도가 높을 경우에는 이웃하고 있는 페블 성형체끼리 소결되어 소결 후 분리하는 과정에서 표면에 균열 및 결함이 발생하고, 이것이 페블의 특성을 저하시키는 원인이 되는 것을 확인하였다. 따라서 Li_2TiO_3 페블을 대량으로 소결할 때 적합한 소결온도를 설정하였다. 더불어 도가니 내의 위치에 따른 페블 소결체의 특성을 비교함으로써 배치 프로세스에 대한 건전성을 검증하였다.

SC3-4 R&D Status and Prospects on the SiC Composite Nuclear Fuel Cladding for Light Water Reactors

경수로 핵연료 피복관용 SiC 복합체의 국내외 연구개발 현황

김원주*, 김대종, 이현근, 박지연, 박정환, 정양일
한국원자력연구원

최근 관심이 고조되고 있는 경수로용 사고저항성 핵연료는 정상운전 조건에서 기존의 Zr-UO_2 시스템 대비 동등 이상의 성능을 유지하는 동시에 중대사고 조건에서의 고온 구조 건전성 및 고온 수증기에 대한 우수한 산화 저항성을 가져야 한다. 이러한 요구조건을 만족하기 위해 현재 연구개발이 이루어지고 있는 다양한 개념의 사고저항성 핵연료 피복관 중에서도 SiC 복합체 피복관은 기술난이도는 높으나 고온강도 및 고온 수증기에 대한 산화 저항성 등을 가져 우수한 사고 저항성을 지닐 것으로 기대되고 있다. 그러나 경수로 환경에서의 SiC 복합체 특성 데이터는 매우 부족한 상황이며 경수로 피복관 적용의 기술적 타당성 검증을 위한 연구가 절실히 요구되고 있다. SiC 복합체를 경수로 핵연료 피복관으로 적용하기 위해 한국을 비롯한 미국, 일본, 프랑스, 유럽연합, 중국, 러시아 등 여러 나라에서 연구개발이 이루어지고 있는데 본 논문에서는 각 국의 연구현황을 간략히 소개하고 SiC 복합체의 경수로 피복관 적용을 위한 기술 현안과 최근의 연구 결과 등에 대해 소개하고자 한다.

SC3-5 Fabrication of High Density SiC_f/SiC Composite Tubes by Chemical Vapor Infiltration

화학기상침착법을 이용한 고밀도 SiC_f/SiC 복합체 튜브의 제조

김대종[1]*, 김선혜[2], 김정현[2], 이현근[1], 김원주[1], 박지연[1]
[1]한국원자력연구원
[2]한밭대학교

경제성 및 안전성 향상을 위해 발전 시스템의 가동 환경은 고온, 부식성, 고중성자 조사 등의 더욱 가혹한 환경으로 바뀌고 있다. 따라서, 기존에 사용되던 구조재들의 사용에 많은 제약이 따르게 되면서, 고성능 구조 소재의 개발의 필요성은 더욱 높아지고 있다. 그 중 화학기상법으로 제조된 SiC_f/SiC 복합체는 고온 기계적 특성과 화학적 안정이 매우 우수하고, 특히 내방사선 특성이 뛰어나 고효율 가스터빈 부품뿐만 아니라 차세대 원자력 시스템 노심 부품 및 핵융합 시스템 구조재, 경수형 원자로의 핵연료 피복관 등의 후보소재로 고려되고 있다. 그러나 화학기상법으로 제조된 SiC_f/SiC 복합체는 우수한 성능에도 불구하고 복합체의 고밀화가 힘들고, 이에 따라 기계적 신뢰성이 떨어지는 단점이 있다. 특히 판형의 복합체에 비해 관형 등 복합체의 형상이 복잡해 짐에 따라 치밀화는 더욱 어려워진다. 따라서 본 연구에서는 고밀도의 관형 SiC_f/SiC 복합체를 화학기상침착법으로 제조하기 위해 최적의 공정변수를 도출하고자 하였으며, 기계적 특성 평가를 통해 관형 복합체 성능을 평가하였다.

SC3-6 Development of Particle-Based Accident Tolerant Fuel using Silicon Carbide Ceramics

탄화규소를 이용한 입자기반 사고저항성 연료의 개발

임광영[1]*, 나연수[1], 이승재[1], 김영욱[2], 김원주[3]
[1]한전원자력연료
[2]서울시립대학교
[3]한국원자력연구원

The presence of the SiC layer of the TRISO and the dense SiC matrix of ceramic capsule in Particle-Based Accident Tolerant (PBAT) fuel provide two additional barriers to fission product release. SiC ceramics with various compositions of additives were fabricated by normal sintering and hot-pressing. It was found that specimens with 25 vol% TRISO particles could be sintered to > 95% of relative density. The influence of additive composition and content on oxidation behavior in steam of PBAT fuel at 1200°C for 50h were investigated. The oxidation resistance of SiC ceramics during exposure to these conditions was influenced by a grain boundary structure. The high temperature oxidation resistance of PBAT fuel sintered with SiC ceramics was dependent on the chemistry of the additive composition and the additive content. Also, additional out-pile test of PBAT fuel was performed such as high thermal stability and thermal properties.

SC3-7 Behavior of Metallic Micro-cell UO_2 Pellet under Rapid Heating Conditions for LOCA Simulation

냉각재 상실 사고 모사를 위한 급속 가열 조건에서의 금속 미소 셀 UO_2 소결체 거동

김동주*, 김종헌, 김건식, 이영우, 오장수, 양재호, 구양현
한국원자력연구원

사고 저항성 핵연료 개발의 일환으로, 기존의 경수로용 UO_2 핵연료 소결체에 열전도성이 높은 금속 물질을 배치 시킴으로써 핵연료 소결체의 열전도도를 높이고자 하는 금속 미소 셀 UO_2 소결체 개발 연구가 진행 중이다. 핵연료 소결체 열전도성 향상을 통해 핵연료 온도를 저감 시키고, 이로 인하여 핵연료 운전 여유도 및 열적 여유도를 확보 할 수 있어 핵연료 안전성을 높일 수 있다. 그리고 확보된 운전 여유도 내에서 더 높은 출력을 냄으로써 경제성이 향상 될 수 있다. 또한 저온 핵연료는 소결체 내의 온도 구배를 감소 시킴으로써 소결체 열 응력을 저감하고, 핵분열 생성물이 핵연료 소결체 외부로 이동하는 것을 완화 시킬 수 있는 장점을 갖는다. 핵연료 개발에서는 핵연료 사고 시 거동 예측을 위한 자료 확보가 중요하다. 핵연료에서 냉각재 상실 사고 (Loss-of-coolant Accident)가 발생 할 경우, 핵연료 피복관 냉각 중단으로 인하여, 핵연료 소결체 표면에서는 소결체 중심과 유사한 수준까지의 급격한 온도 증가 현상이 일어날 수 있다. 본 연구에서는 급격한 온도 증가 현상이 발생하였을 때, 금속 미소 셀 UO_2 소결체의 거동을 실험적으로 확인하고자 하였다. 즉, 급격한 온도 변화 조건에서, UO_2 소결체에 배치 시킨 금속 물질들이 소결체 구조 및 미세조직 건전성에 미치는 영향을 평가하는 기초 자료를 확보하고자 하였다.

SC4-1 Design of Sintering Procedure Based on the Structure of Pore and the Effects on Densification

기공 상태를 바탕으로 설계한 소결 공정과 치밀화 효과

오경식*, 정태주
국립안동대학교

소결은 결국 기공을 제거하는 공정으로 기공의 상태에 맞추어 소결 공정을 적용할 필요가 있다. 일반적으로 소결시간을 단축하기 위해 높은 온도를 적용하는 경향이 있는데, 높은 온도는 소결의 구동력을 입성장에 빠르게 소모하는 조건이기도 하다. 소결 구동력은 입자 형상변화와 입성장의 두 가지 경로로 소모되는데, 입자 형상 변화는 계면확산의 결과인 반면 입성장은 격자확산 속도에 지배된다. 따라서 계면확산이 격자확산에 비해 상대적으로 큰 환경이 소결 구동력의 상실을 방지하는데 유리하며 이는 상대적으로 저온구간으로 알려져 있다. 기공의 소멸 구동력은 열역학적 변수와 더불어 기공의 형상과 같은 기하적 변수의 영향을 받는다. 따라서 기공의 형상을 관찰하여 높은 소멸 구동력을 갖도록 하는 방안은 중요한 소결전략이될 수 있다. 본 연구에서는 소결에 적합한 기공 형상을 유지하기 위해 온도와 압력 등 소결 공정 변수를 상황에 맞게 설계하는 이단계 소결 공정을 투명전도체 타겟 제작에 적용하였으며 그 효과를 관찰하였다.

SC4-2 Fabrication of Self-setting $Al(OH)_3$ Foams for Potential Fire-retarding Applications

화재 지연 응용을 위한 자체 응고형 $Al(OH)_3$ 계 폼 제조 기술

송인혁*, RizwanAhmad, 하장훈, 이종만
재료연구소

Macroporous self-setting aluminum trihydroxide (ATH) foams were fabricated by direct foaming technique. ATH foam has found a very important use as a fire retarding material due to its heat absorption through endothermic decomposition. Sodium dodecyl sulfate (SDS) was used as a surfactant and ATH particles were partially hydrophobized by the adsorption of SDS on its surface. Upon frothing, the foam was stabilized by ATH particles. SDS is a long chain surfactant and has low adsorption energy; therefore the microstructure of the foam was set immediately by the addition of ordinary Portland cement. The self-setting ATH foam obtained by this technique has an average cell size ranging from 69 to 140 μm and compressive strength from 0.2 to 0.7 MPa depending upon the composition. The porosity of the self-setting foam was in the range of 86 to 93%.

SC4-3 Optimization of De-binding Process for Reaction Bonded Si_3N_4 Fabrication by Tape Casting Method

테잎캐스팅법으로 제조된 반응소결 질화규소 기판의 탈바인딩 공정 최적화

한윤수[1]*, 박지숙[1], 이화준[1], 류성수[1], 이성민[1], 황해진[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]인하대학교

높은 열적, 기계적 특성을 가지는 Si_3N_4는 파워디바이스의 방열기판 소재로 많은 주목을 받아 왔다. 그러나 Si_3N_4는 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 테잎캐스팅법으로 후막화한 후, 반응소결을 하여 방열기판을 제조하는 연구가 최근 진행되고 있다. Si_3N_4의 방열기판의 열적 특성은 Si_3N_4에 포함된 산소의 농도에 따라 영향을 받는다고 알려져 있으며, 이를 제조 공정 중에 최소화하는 것이 필요하다. 특히, 기판의 대량 생산에 유리한 테잎캐스팅 공정은 다량의 유기바인더를 사용하기 때문에 이를 제거하기 위한 탈바인딩 공정의 온도 및 분위기가 기판 내 잔류하는 산소의 양에 큰 영향을 주며, 이에 대한 체계적인 연구가 필요하다. 본 연구에서는 고순도 Si 분말을 출발원료로 테잎캐스팅법으로 기판을 제조하였고, 탈바인딩 공정의 온도 및 분위기 조건을 변화시킨 후 잔류 산소 및 탄소의 양을 측정하였다. 또한, 탈바인딩 공정에 이어지는 질화처리 공정 후에도 잔류 산소 및 탄소의 양을 측정하여 탈바인딩 공정에서 잔류하는 산소와 탄소가 후속 공정에서 어떻게 변화하는지를 조사하였다.

SC4-4 Effect of Silicone Powder Size on Thermal Conductivity of Sintered Reaction Bonded Silicon Nitride

후소결 반응결합 질화규소의 열전도도에 미치는 출발 실리콘 입자크기의 영향

고재용*, 김미주, 김하늘, 김진명, 이재욱, 박영조
재료연구소

AlN 소재와 비교하여, 후발 주자인 질화규소(Si_3N_4) 소재는 상대적으로 낮은 열전도도에도 불구하고 높은 열적·기계적 특성을 겸비함으로써 디바이스의 장수명화 및 신뢰성 향상에 유리한 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 고가의 질화규소 분말을 사용하는 통상의 소결법에 비해 상대적으로 저가의 실리콘 분말을 사용하는 반응결합법을 적용하여 경제성 측면 뿐 아니라, 실리콘 원료의 산소함량 저감을 통한 격자결함 억제 및 결정립 방향성 제어 등으로 더욱 높은 열전도도 및 우수한 기계적·내열피로 특성을 갖는 후소결 반응결합 질화규소(Sintered Reaction Bonded Silicon Nitirde)를 제조하였다. 적당한 입자 크기 및 적은 양의 산소함량을 갖는 실리콘 분말의 사용은 상대적으로 높은 산소함량을 가지고 있는 미세한 실리콘 분말을 사용하는 것보다 열전도도 특성 향상에 도움을 주는 것을 확인하였다.

SC4-5 Characteristics of Starting Silicon Powder Size on Silicon Nitride Ceramic with High Thermal Conductivity

출발 실리콘분말 크기에 따른 질화규소세라믹의 고열전도도 특성

고신일[1]*, 박영조[2], 고재용[2], 이재욱[2], 김하늘[2], 김진명[2]
[1]부산대학교
[2]재료연구소

In this study, a high-purity silicon powder was used as a starting material to verify the effect on the thermal conductivity of the sintered reaction-bonded silicon nitride (SRBSN) ceramics. Various sizes of silicon powder were prepared by high energy milling of the raw silicon powder with additives. The final sintering was carried out in a graphite resistance furnace at 1900 ˚C for 6 h under the static N_2 pressure of 0.9 MPa. The microstructure of specimens was studied using SEM and TEM, further thermal conductivity was measured by laser-flash method. It was observed that when comparing the milling time of 4hours and 12 hours the crystal grain size become finer and the amorphous thickness (as observed by TEM) was increased from 0.9 nm to 1.8 nm, and resultantly thermal conductivity decreased.

SC4-6 Synthesis and Sintering Behavior of Spherical Y_2O_3 Powder for Transparent Ceramics

투명세라믹 제작을 위한 단분산 구형 Y_2O_3 입자의 합성 및 소결거동

정욱기*, 마호진, 김동석, 김도경
KAIST

Y_2O_3 materials are considered as a promising optical material because of their high melting point, broad range of transparency (0.2-8 um), and high corrosion resistance. Therefore, Y_2O_3 ceramics have been developed for laser host materials, infrared-domes, nozzles, refractories and components of semiconductor devices. Conventionally, producing transparent Y_2O_3 ceramics requires severe sintering condition to get nearly full density. To achieve high density, it needs techniques such as special furnaces, sintering additives and powder synthesis. Most of all, powder synthesis is crucial because of its significant effect on the sintering behavior. It is well known that, the use of ultrafine, monosized and low-agglomerated powders is essential to the fabrication of transparent yttria ceramics. In this study, we prepared monosized spherical Y_2O_3 powder by homogeneous precipitation which is based on the thermal decomposition of urea. The effect of yttrium concentration, reaction time and calcination temperature on morphology, size, distribution and agglomeration of the powders were investigated. In addition, sintering behavior of the spherical powders and factors affecting transparency were also discussed.

SC4-7 Vacuum Sintering of Transparent Y_2O_3 Ceramics

투명 이트리아의 진공소결

박영조*, Gan Lin, 김진명, 김하늘, 고재웅, 이재욱
재료연구소

이트리아는 알론이나 스피넬에 비해 낮은 강도에 기인하여 방탄용 보다는 윈도우 소재로 개발이 되어 민수 및 군수 분야에서 사용되고 있다. 그러나 윈도우 소재로의 응용의 경우에도 사용환경하의 기계적 신뢰성을 높이기 위해 입자 미세화에 의한 강도 향상은 지속적으로 연구가 이루어지고 있다. 다결정 이트리아를 투명하게 소결하는 가장 일반적인 방법은 '진공소결 + 어닐링 + HIP'의 3단계 공정을 거치는 것인데, 소결체의 투광도와 강도의 최대화는 '진공소결과 HIP'의 최적 컴비네이션 조건을 찾아내는 것이라 단언할 수 있다. 본 발표에서는 HIP 처리 공정의 조건은 고정하고 이의 전 단계인 진공소결을 어떤 공정 조건으로 수행해야 하는지를 체계적으로 실험한 결과를 발표하고자 한다. 진공소결은 1 STEP 소결과 2 STEP 소결을 모두 실시했는데, 특히 후자의 경우에는 입자미세화에 초점을 맞춘 연구이다. 입자 크기가 증가할수록 경도와 파괴인성이 동시에 감소하는 연구결과에 대해 보고하고자 한다.

SC4-8 Facile Fabrication of Highly Transparent Yttria Ceramics with Fine Microstructures by a Hot Pressing Method

가압소결에 의한 미세결정립 투명 이트리아의 제조

Gan Lin*, 박영조, 김하늘, 김진명, 고재웅, 이재욱
재료연구소

In this study, we report highly transparent yttria ceramics fabricated by a facile hot pressing method with tantalum foil shielding which effectively prevents the ceramic samples from carbon contamination caused by the graphite mould used during the process. The hot-pressed sample was already highly transparent without a post-annealing step or hot isostatic pressing (HIP). For a 2-mm-thick specimen doped with 1 at% ZrO_2, the in-line transmittance reaches 74.4% at 400 nm and 81.1% at 1100 nm. The sample shows a very fine microstructure with an average grain size of about 1 μm owing to the low sintering temperature of only 1600°C. The study results indicate that it is possible to produce transparent yttria ceramics with excellent optical transparency using the economical and convenient hot pressing method.

SC4-9 Transparent $(Mg_{1-X}Zn_X)Al_2O_4$ Ceramics Fabricated by Spark Plasma Sintering

가압소결에 의한 투명세라믹 $(Mg_{1-X}Zn_X)Al_2O_4$ 제조

남상우*, 이문균, 강신후
서울대학교

$MgAl_2O_4$ of an isotropic cubic structure is optically transparent in the visible region and near-IR region. Thus, it can be applied for transparent armor, IR-windows for missile, high-temperature window and lens etc. For complete densification of this material, reducing atmosphere of high-vacuum and high-pressure sintering conditions are required. During this process, oxygen vacancy and carbon contaminations from mold and sheet arises, which remain as issues. In this research, Zn substitution for Mg and the effect of post-heating were studied. It was found that post-heating provided significant influence in defects and diffusions. The oxygen defect and carbon contamination were decreased, which attributed to increase in transparency. We investigated the system in terms of diffusions and defects.

SC4-10 Fabrication of Transparent Magnesium Aluminate Spinel via Homogeneous Dispersion and Optimal Pre-sintering Processes

균일 분산 및 전소결 공정 최적화에 의한 투광성 스피넬의 제조

김진명*, 김하늘, 박영조, 고재웅, 이재욱, 김해두
재료연구소

마그네슘 알루미네이트 스피넬($MgAl_2O_4$)은 대표적인 투명 세라믹 소재 중 하나로서, 우수한 광학적, 기계적 특성을 바탕으로 방탄창, 적외선 센서보호용 돔, 레이저, 아크램프 등에 활용되고 있다. 다결정 투명 스피넬을 제조하기 위해서는 소결 후 잔류 기공의 체적비가 수십 ppm 이하로 제어되어야 하는데, 이를 고온-가압 소결로 달성하고자 할 경우 과도한 입성장에 의한 기계적 특성 저하를 초래한다. 본 연구에서는 균일한 성형체를 제조하여 소결 온도를 낮추고 2차 HIP 공정에서 기공 제거에 유리한 전소결 조건을 탐색하고자 하였다. 균일한 성형체는 Microfluidization 공정을 통해 입도 분포가 균일하며 안정성이 높은 슬러리를 얻은 후 이를 습식 성형하여 제조하였다. 이를 통해 기존의 볼밀링 공정과 비교하여 성형체 내 기공 구조 및 성형체 밀도를 소결에 유리한 방향으로 제어할 수 있었으며, 전소결 시 빠른 치밀화 및 입성장 억제를 동시에 달성할 수 있었다. 투명 소결을 위한 2차 HIP 처리 시 전소결 단계의 상대밀도 및 평균 입경이 최종 투광도를 결정하는 가장 큰 요인으로 나타났으며, 이를 소결 이론과 접목하여 분석하였다.

SC5-1 Preparation and Optimization of Clay Bonded SiC Flat Tubular Membrane Support for Microfiltration Applications

정밀여과용 탄화규소 기반 평관형 멤브레인의 제조 및 최적화에 대한 연구

Bukhari Syed Zaighum Abbas[1]*, 하장훈[2], 이종만[2], 송인혁[1]
재료연구소

SiC have excellent structural and mechanical properties and also have excellent properties related to membrane performance. High processing temperature increases cost of SiC products and thus limit's its use. In this study we have fabricated SiC based ceramic support layer by clay bonding technique. Kaolin, well-known clay was used as binder for silicon carbide particles. Two different powders of SiC on the basis of particle size were used to fabricate through extrusion method and which turns it into flat tubular form. The resultant supports are sintered at 1300-1500 ^{o}C in air, and evaluated for their structural properties, pore characteristics and permeability. It is evident from the study that we can produce a membrane with small sized SiC powder has high open porosity, high strength with less pore size, less permeability and high particle rejection, in comparison with large sized starting SiC powder.

SC5-2 발표취소

SC5-3 Zircon Stabilized Al_2TiO_5 Porous Ceramics from Particle Stabilized Wet Foam

입자 안정화된 젖은 폼으로 부터 제조된 지르콘 안정화 Al_2TiO_5

김익진[1]*, Nboneeta Sarkar[1], 박중규[1], Sangram Mazumder[1], 이미재[2], 임태영[2]
[1]한서대학교
[2]한국세라믹기술원

Aluminium titanate (Al_2TiO_5)-zircon porous ceramics were synthesized by a direct foaming method, using -Al_2O_3, TiO_2, ZrO_2 and SiO_2 as starting materials. The initial suspension for Al_2TiO_5 was prepared by adding TiO_2 suspension to an equimolar amount of partially hydrophobized colloidal Al_2O_3 suspension. A secondary suspension was prepared using molar composition 1:1 ZrO_2/SiO_2, and blended to the initial suspension in (0, 10, 20, 30 and 50) vol%, to obtain the zircon phase in the sintered sample. Propyl gallate as a surface modifier was used to produce wet foams exhibiting high air contents and remarkable stability. The wet foam was characterized and bubble size, air content, Laplace pressure, adsorption free energy, and foam stability were investigated. Later, the wet foam was dried and sintered at 1500 for 1 hour to produce open or closed cell porous ceramics. Phase identification was accomplished using X-ray diffraction, and microstructural analysis was performed by field emission scanning electron microscopy.

SC5-4 Carbon Nanotubes Grown on Biomorphic Carbon Membrane via CCVD Processing

생물형태의 탄소 멤브레인에 촉매증기증착법을 통한 탄소 나노튜브 성장법

박중규[1]*, 박중규[1], Sangram Mazumder[1], 김세영[2], 한인섭[2], 김석영[3]
[1]한서대학교
[2]한국에너지기술연구원
[3]영남대학교

The synthesis and growth of carbon nanotubes (CNTs) using Catalytic Chemical Vapor Deposition (CCVD) method on zeolite coated biomorphic carbon membrane at 700°C with acetylene (C_2H_2) has been investigated in here. The zeolite LTA nano crystals is synthesized by hydrothermal reaction for template of Co ion exchange reaction. Depending on biomorphic carbon membrane, CNTs are synthesized. Hair nose shape curly multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) have been efficiently grown here, keeping two different biomorphic carbon membranes. This study shows the morphology and diameter for CNTs with respect to biomorphic carbon membranes structure.

SC5-5 Unidirectional Porous Ceramics with Engineered Microstructure by Fibrous Monolithic Process

모노리틱 섬유 공정을 통한 미세구조를 갖게되는 단방향 다공성 세라믹

Sarkar*
순천향대학교

Fibrous monolithic process or multiple co-extrusion process has been used to design and fabricated several intricate microstructures in unidirectional oriented porous ceramic. Thermoplastic polymer laden ceramics and carbon powders were shaped with a basic microstructural unit design which was then multiplied in numbers and downsized in dimension after repeated co-extrusion providing preferential geometric arrangement in each extrusion steps. Using Al_2O_3-ZrO_2 systems we have developed unidirectional micro-channeled ceramic systems with concentric layered and fibrous microstructure. Using the same process functionally gradient micro-channeled ceramics were also fabricated. The functionally gradient layers were provided to impart better biocompatibility with hydroxyapatite bioceramics to the stronger and tougher alumina zirconia matrix. The porous ceramics were utilized for different advanced functions like bone regeneration scaffold, diesel particulate filter, photocaltalytic membrane filter etc.

SC6-1 R&D Status of KIER for SiC Monolithic & Composite Materials

한국에너지기술연구원의 SiC 모노리스 및 복합소재 연구개발 동향

한인섭*, 우상국, 김세영, 성영훈, 서민수
한국에너지기술연구원

한국에너지기술연구원에서는 LSI (Liquid Silicon Infiltration) 공정을 기반으로 한 모노리스 SiC 재료와 탄소섬유-탄화규소 복합소재 개발연구를 에너지·환경 산업용 및 항공우주, 국방 산업 분야에 적용시키기 위한 목표로 지난 20 여년간 지속적으로 수행하여 왔음. 특히 고온 폐열회수용 세라믹 열교환기, 차세대 화력발전용 집진 필터 개발연구를 수행하여 기업으로 기술이전을 통한 상용화를 달성하였으며, 최근에는 탄소섬유-탄화규소 복합소재 개발연구를 수행하면서 태양열 흡수기 소재, 가스터빈용 내열부품, 극한환경용 초내삭마 소재에 적용시키고자 하는 목표로 개발을 진행하고 있으며, 본 발표에서는 이에 대한 주요 내용 및 핵심 연구결과를 발표하고자 하였음.

SC6-2 Development of Si Wafer Carrier for Semiconductor Part

반도체용 Si Wafer Carrier 제조 기술 개발

황성식*
SKC solmics

반도체의 고 직접화와 대형화 추세에 따라 반도체 장비에 사용되는 세라믹 부품도 고 기능, 고 신뢰성 및 대형화 되고 있다. SKCsolmics는 반도체 및 디스플레이용 세라믹 부품 제조 회사로써 고객 요청 제품 제작 및 고객이 제품을 사용하는데 있어 높은 신뢰성을 갖도록 품질관리에 최선을 다하고 있다. 당사는 미래 성장 사업 다변화를 위해 신소재 분야 및 제품 개발에 많은 연구 인력과 자금을 투입 중이며 기존에 진행되어온 사업의 국외 및 국내에서 확고한 위치를 차지하기 위해 활발한 연구 개발이 이루어 지고 있는 중이다. 본 발표는 당사에서 제조 중인 반도체 및 디스플레이용 세라믹 부품들 중 LPCVD용 Si Wafer Carrier의 제품 제조 및 시장 상황에 대해서 설명하여 이러한 제품의 신뢰성 향상을 위해 진행되고 있는 활동들을 소개하고자 한다.

SC6-3 A Technical Trend of Fiber Reinforced Ceramic Matrix Composites Used at High Temperature

고온용 섬유강화 세라믹 복합재료의 기술동향

김정일*
(주)데크카본

우주항공 및 방위산업 기기의 고속화, 고성능화, 초정밀화에 따른 추진기관의 고효율화, 소형화에 대한 세계적인 추세는 초고온용 섬유강화 세라믹 복합재료의 활용을 적극적으로 요구하고 있으며, 자동차 브레이크 디스크, 발전용 가스터빈엔진 등에 이러한 소재의 적용은 수요를 급격히 증가시키고 있다. 그러나 이러한 섬유강화 세라믹 복합재료 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. (주) 데크카본은 20여년간 초고온용 섬유강화 복합재료의 개발 및 생산을 하고 있는 국내 유일의 기업이라고 말할 수 있다. SiC 섬유, C_f/C 복합재료, C_f/SiC 복합재료, 그리고 SiC_f/SiC 복합재료와 같은 (주)데크카본에서 현재 생산하고 있는 제품 및 기술개발 동향에 대하여 소개하고자 한다.

SC6-4 SiC DPF Technology Trends and Products Status

SiC DPF 국내외 기술동향 및 제품현황

천승호*
칸세라

현재 세계 환경규제 법규에 따른 디젤차량의 배출가스 규제가 유럽은 EURO-5에서 EURO-6로 강화되었으며, 국내 및 그 외 주요국에서는 이미 EURO-6까지 점차 강화되고 있다. 특히, EURO-6은 PM의 나노크기 입자수까지 규제를 하고, 대형차의 경우 입자상 물질(Particulate Matter, PM)의 무게 규제가 기존 30 mg/kWh에서 10 mg/kWh로 3배 강화되었으며, NOx 저감과 함께 입자수인 PN (Particulate Number) 또한 6×10^{11}/kWh로 제한되었다. 따라서 우수한 PM 포집 효율을 가지기 위해 세라믹스 필터의 성능 개선이 필요한 실정이다. 디젤차량의 PM과 NOx 배기가스저감을 위해 필수적으로 사용되는 것이 후처리 시스템이며, 핵심부품이 DPF 세라믹 필터라고 할 수 있다. DPF는 기공율이 40~60% 다공성이며, 셀구조는 대부분 4각형태의 100 ~ 300셀/inch 구조를 가지고 있으며, 높은 포집효율과 저압력손실의 특성을 가져야하고 디젤엔진 배기가스 온도조건하에서 포집된 PM 연소재생시 발생되는 열충격, 고온에 대한 안정성을 가지고 있어야한다. DPF는 대부분 세라믹 제품을 사용하고 있으며, 대표적으로 SiC, AT, Cordierite 등이 사용되어지고 있다. 코디어라이트는 저열팽창계수로 대용량의 허니컴 구조체를 단일구조로 제작하는 것이 가능하지만 열전도율이 낮고 내열내구성이 취약한 단점이 있어 안정적인 재생 시스템설계가 필요한 필터이다. SiC DPF필터의 경우 내열 내식성이 우수하고, 고강도에 높은 열전도율을 가지고 있어 DPF로서 상당히 적합한 특성을 지니고 있지만 영율이 높고 열팽창율이 높아 내열충격성에서 불안정한 특성을 가지고 있다. 코닝의 AT($AlTiO_3$) 경우 코디어라이트 보다는 내열특성이 우수하고 SiC DPF 보다는 내구특성이 떨어지는 중간단계의 필터라고 할 수 있다.

SC6-5 DaiYang Industries, Co. - Development and Manufacturing of SiC and Composites

대양산업 - SiC 및 복합소재 개발/ 생산 현황

신인철*

1. 대양산업 연혁 - 1980년 창업이래 30년간 비산화물 세라믹 부품 개발 제조를 진행해 왔으며, 탄소섬유 복합재료 생산까지 영역을 확장하고 있음
2. 보유기술
   - 모노리스 SiC: 반응소결, 상압소결
   - SiC 코팅: CVR
   - 탄소섬유 복합재: 성형, 함침, 열처리
3. 생산제품 현황 - 모노리스: SiC, 질화규소결합 SiC, 질화규소 제품군
   - 탄소섬유 복합재
4. 연구개발 현황
   - 탄화규소/탄화규소 섬유 복합재 개발

SC6-6 Needle Punched Carbon Prefor for High Temperature Structural materials

니들펀칭 공정을 이용한 초고온 구조내열재용 탄소프리폼

박홍식*, 윤국헌, 최용휘
(주)씨앤에프

니들펀칭 공정을 이용한 탄소프리폼은 다양한 산업분야에 적용되고 있다. 일반산업용 분야에는 카본펠트의 형상으로 고온 열처리장비 및 실리톤 잉곳 성장로의 단열재로 적용되고 있으며, 항공우주 분야에는 1970년대 부터 초고온 내열소재로 특히 , 특히 항공기용 브레이크 및 발사추진체에 핵심소재로 사용되고 있다. 또한 최근에는 탄소재의 내화학성 및 전기전도성 특성을 활용한 에너지 저장장치의 전극소재로 적용되고 있다. 구조용 소재에서 프리폼은 강도을 담당하는 출발물지로서, 탄소프리폼은 여러종류의 기지재와 결합하여 탄소-탄소 복합재 혹은 탄소-세라믹 복합재 형태로 용도에 최적화되어 적용되고 있으며. 프리폼은 제조공정에 따라 이차원 구조에서부터 다차원 구조로 제작이 가능하다. 본 연구에서는 니들펀칭 공정을 이용하여 제작한 내열 구조용 탄소프리폼 및 에너지 저장장치용 탄소전극의 제조공정 및 특성을 소개하고자 한다.

SC6-7 Microstructure-Flexural Strength Correlation of Rare Earth Nitrates-Added SiC_f/SiC Composites

희토류 질산염의 추가에 따른 SiC/SiC 복합체의 미세조직 및 굴곡 강도와의 상관 관계

Amit Siddharth Sharma*, Pipit, 윤당혁
영남대학교

A vacuum infiltration technique was used to infiltrate a SiC-based matrix phase, containing rare earth (Sc, Er and Yb) nitrate (10 wt. %) as a sintering additive, into a 2D-woven Tyranno SiC fabric preform coated with pyrolytic carbon (PyC) for the fabrication of a dense SiC_f/SiC composite. By inserting a SiC green tape, a high composite density > 95% was achieved after hot pressing at 1750°C for 2 h under a pressure of 20 MPa. The effects of the addition of each rare earth nitrate on the density, microstructure and mechanical properties of the SiC_f/SiC composites were investigated. In particular, Sc-nitrate was found to be the most effective sintering additive in terms of retaining an ultrafine grain size distribution and the retention of structural integrity by preserving the weak PyC interface. Finally on the basis of identified key failure mechanisms, a correlation between microstructure and variation flexural strength was proposed.

SC6-8 Effects of Tape Insertion and Variation of Hot-pressing Conditions on the Densification and Mechanical Properties of SiC_f/SiC Composites

테이프 삽입과 핫프레스 조건에 따른 SIC 복합체의 치밀화정도와 기계적 특성

Pipit*, Amit Siddharth Sharma, 이승호, Kati, 묵신, 채상혁, 윤당혁
영남대학교

Continuous silicon carbide fiber-reinforced silicon carbide matrix composites (SiC_f/SiC) have been recognized as potential materials for high temperature gas turbine, aerospace industries and future nuclear power 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 the green tape insertion and variation of temperature and pressure for hot-pressing on the density and flexural strength of SiC_f/SiC composites. For this purpose, commercially available 2D woven SiC fabrics were coated with a dual layer of pyrolytic carbon (PyC) and SiC of 600 nm and 150 nm thickness, respectively, and subsequently they were infiltrated with SiC slurry containing 10 wt. % Al_2O_3-Sc_2O_3 as a sintering aid using a DC electrophoretic deposition. A comparative study between microstructure and mechanical properties has been undertaken after hot-pressing at temperatures of 1650 and 1750°C; and pressures of 10 and 20 MPa.

SC6-9 Pyrolytic Carbon (PyC) coating on SiC Fibers Using Vacuum Infiltration Technique for Toughness Enhancement of SiC_f/SiC Composites

SiC_f/SiC 복합체의 인성을 향상시키기 위해 진공 침투 기술을 이용하여 SiC섬유 표면에 열분해 탄소층을 형성

이승호*, Kati, Amit Siddharth Sharma, Pipit, 윤당혁
영남대학교

The toughness of the ceramic composites can be tailored by the presence of a 'weak' interface which can facilitate crack propagation through it, thereby releasing the associated strain energy, facilitating a non-brittle mode of fracture. To confer toughness and machinability to SiC_f/SiC composites, SiC fibers in a commercially available 2D-SiC fabric was coated with a pyrolytic carbon (PyC) layer using vacuum infiltration method. A phenolic resin-based suspension was selected as a precursor with the concentrations of 5, 30, 50 and 70 wt. % to obtain various PyC coating thicknesses. Microscopic examination confirmed a uniform, homogeneous and well-adherent PyC coating on the surface of SiC fibers, which is different from the non-uniform PyC coating result with carbon black starting material. Three point bending test was performed for the evaluation of flexural strength of the SiC_f/SiC composites prepared using SiC fibers coated in this test.

SC7-1 Microstructure Design and Thermal Durability of Lathanum Zirconate-based Thermal Barrier Coatings

란탄륨 지르코네이트 적용 열차폐 코팅의 미세구조 설계 및 열적 내구성

정연길*
창원대학교

란탄륨 지르코네이트 (Lathanum zirconate: $La_2Zr_2O_7$)는 낮은 열전도도 특성과 우수한 상안정성으로 열차폐 코팅 (Thermal Barrier Coatings: TBCs)을 위한 소재로 적용이 기대되고 있는 물질이다. 그러나, $La_2Zr_2O_7$로 제조된 TBCs는 본드 층과의 열팽창계수 차이와 상대적으로 낮은 기계적 특성으로 인해 기존 8YSZ 기반 TBCs 대비 낮은 열적 내구성을 나타내고 있다. 따라서 본 연구에서는 $La_2Zr_2O_7$로 제조된 TBCs의 열적 내구성 향상을 위해 층상화 미세구조를 설계하였으며, 제트 엔진 열충격 (Jet Engine Thermal Shock) 및 열적 경사 기계적 피로 (Thermal Graded Mechanical Fatigue) 시험법으로 설계 및 제조된 TBCs의 열적 내구성을 평가하였다. 층상화 (기존 8YSZ과 $La_2Zr_2O_7$의 층상화) 구조로 이루어진 TBCs는 $La_2Zr_2O_7$만으로 이루어진 단일 층 TBC 보다는 우수한 열적 내구성을 나타내었으나, 여전히 기존 8YSZ 대비 낮은 열적 내구성을 나타내었다. 이러한 결과를 기반으로 본드 층과 탑 층 계면에서의 응력수용성 향상과 열팽창계수 제어를 위한 새로운 층상화 TBCs 구조를 제시하였으며, 이에 대한 열적거동과 파괴기구에 대한 것을 소개하고자 한다.

SC7-2 Fabrication and Characteristics of Double-Ceramic-Layer Thermal Barrier Coatings by Suspension Plasma Spray

서스펜션 플라즈마 용사를 이용한 2층 세라믹 열차폐코팅의 제조 및 특성

김성원[1]*, 권창섭[1], 이수진[2], 오윤석[1], 이성민[1], 김형태[1], 남산[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]고려대학교

가스터빈의 금속모재를 고온의 가스로부터 보호하여 에너지효율을 높이는 역할을 하는 열차폐코팅으로 이트리아 안정화 지르코니아(YSZ)가 산업적으로 널리 사용되고 있다. 최근 가스터빈 엔진의 작동온도를 높여 에너지효율을 향상시키기 위하여 열차폐코팅의 소재와 공정의 개선에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 기존의 준안정 정방정상 YSZ가 1200°C 이상에 노출되면 상변화를 일으켜 열차폐코팅 열화의 원인이 되므로 이러한 소재한계를 극복하기 위한 노력이 이루어지고 있다. YSZ에 타이타니아나 하프니아와 같은 산화물을 추가로 첨가하여 상전이 온도를 기존의 YSZ에 비교해 높이거나 YSZ 위에 고온에서 안정한 희토류 지르코네이트 층을 추가하는 2층 세라믹 코팅 (double ceramic layer)를 제조하는 것이 그 예라 할 수 있다. 본 연구에서는 서스펜션 플라즈마 용사를 이용하여 희토류지르코네이트/4YSZ 조성의 2층 세라믹 열차폐코팅을 제작하고 미세구조, 상형성, 코팅의 부착력 및 고온내구성 등을 고찰하였다.

SC7-3 Parameter Control of Electron Beam Evaporation Coater for Stable Deposition of Thermal Barrier Coating

열차폐 코팅의 증착 안정성을 위한 전자빔 코팅장치의 공정인자 제어

오윤석*, 채정민, 권창섭, 최선아, 이성민
한국세라믹기술원

열차폐 코팅기술은 개스터빈용 금속부품과 같이 고온에 노출되는 부품에 요구되는 기능과 수명을 확보하기 위한 세라믹 코팅기술이다. 이러한 세라믹 코팅에 상업적으로 널리 활용되는 소재는 지르코니아이며, 특히 6~8wt%의 이트리아가 포함된 안정화 지르코니아의 특성이 가장 우수한 것으로 알려져 있다. 또한 코팅공정 기술에 있어서는 플라즈마 용사코팅법이 상용화 되어 있으나, 구조안정성과 고온에서의 응력저항성을 높이기 위해 주상형 코팅구조 형성이 가능한 전자빔 물리기상증착법이 개발되었다. 전자빔 증착기술은 플라즈마 용사와 다르게 코팅물질을 진공중에서 기상입자화하여 기판에 증착시키는 방법으로서, 안정한 증착조건을 확보하기 위한 공정인자의 최적화 가 반드시 필요하다. 주요 공정인자로는 진공도, 증착온도, 증착거리 등이 있으며, 기판의 형태와 관련된 공정인자 역시 주요한 제어요소 중 하나이다. 본 연구에서는 균일하고 신뢰성 있는 증착공정 확보를 위해 필요한 진공 관련 공정요소 및 이의 제어 조건에 대해 고찰하고, 공정 단계별 제어요소의 최적화를 위해 필요한 기구적/물리적 조건에 대하여 논의하고자 하였다.

SC7-4 Thermal Durability of $La_2Zr_2O_7$ Thermal Barrier Coatings in Thermally Graded Mechanical Fatigue Environments

Lu Zhe[1]*, 정성훈[1], 백운규[2], 정연길[1]
[1]창원대학교
[2]한양대학교

Pyrochlore lanthanum zirconate ($La_2Zr_2O_7$) can be used as thermal barrier coating (TBCs) due to its low thermal conductivity and thermal stability during heating and cooling process. Both single and double layer TBCs systems of $La_2Zr_2O_7$ and 8 wt % yttrium stabilized zirconia (8YSZ) have been sprayed on a Ni-based super alloy substrate using air plasma spray (APS) technique. Therefore, in this study, the effects of structure and composition on the fracture behavior and thermal durability of TBC system were investigated through thermally graded mechanical fatigue (TGMF) and furnace cyclic thermal exposure (FCTF) tests. The TGMF tests with two tensile loads of 100 and 150 MPa were performed at a surface temperature of 850 °C and 1100 °C for a dwell time of 10 min, until 1200 cycles, and then the sample was cooled at the room temperature for 10 min. The layered TBCs showed a better thermal durability, compared with the common TBCs of single layer. These investigations are essential for improving the reliability and lifetime performance of TBC system, resulting in proposing the efficient and significant coating in the thermal and mechanical environments.

SC7-5 화염 열충격 시험을 통한 열차폐 코팅의 열적 내구성 평가

정성훈*, Lu Zhe, 이승수, 전수혁, 정연길
창원대학교

본 연구에서는 열차폐 코팅의 열적 안정성과 내구성을 평가하기 위하여 화염 열충격(Jet Engine Thermal Shock, JETS) 시험을 수행하였다. JETS 시험 방법은 기존에 사용되고 있는 반복 산화시험(Cyclic Furnace Oxidation test)과는 달리 고온의 화염과 저온의 냉각공기에 반복적으로 열차폐 코팅 시스템을 노출시킴으로서, 보다 가혹한 환경에서 열차폐 코팅의 열적 안정성 및 내구성을 평가할 수 있다. 본 연구에서는 화염고속용사법 (High Velocity Oxy-fuel, HVOF)으로 AMDRY 9624 (NiCrAlY계)과 AMDRY 997 (NiCo CrAlY계) 분말을 이용하여 본드 층을 각각 50, 100, 150 μm 두께로 형성하였으며, 대기용사법(Air Plasma Spray)으로 METCO 204NS (8YSZ) 분말을 이용하여 탑 층을 본드 층 위에 각각 200, 150, 100 μm 두께로 형성하였다. 전체 두께를 250 μm (본드 층과 탑 층)로 제한한 상태에서 각각의 두께 조합비 (본드 층/탑 층의 두께비 = 50/200, 100/150, 150/100)로 형성된 열차폐 코팅 시스템에 대해 JETS 시험은 20초간 화염 (1100°C)에 노출되고, 20초간 냉각가스 (N_2)를 이용하여 2100회까지 수행하였다. 그 결과, 육안으로는 모든 열차폐 코팅 시스템에서 균열 혹은 박리가 관찰되지 않았으나, 단면에 대한 미세구조 관찰에서 탑 코팅층과 본드 코팅층에서 균열 형성이 관찰되었다. 탑 코팅층의 두께가 증가될수록 열적 안정성과 내구성은 향상되었으며, 본드 코팅층의 두께가 감소될수록 본드 코팅층과 모재 계면에서 안정성을 향상되었다. 이러한 일련의 연구를 통해 제한된 코팅층 두께에 있어 본드 코팅층과 탑 코팅층의 두께 조합비를 결정할 수 있었으며, 각각의 코팅층의 역할에 대한 것을 고찰할 수 있었다.

SC7-6 A Study on the TGO Growth Behavior of Thermal Barrier Coatings for Gas Turbine

가스터빈 열차폐 코팅재의 TGO의 생성 및 성장거동에 대한 연구

강남규[1]*, 김형태[2], 장병국[3], 이기성[1]
[1]국민대학교,
[2]한국세라믹기술원
[3]일본

에너지 효율을 증대시키기 위하여 가스터빈 분야의 작동 온도는 지속적으로 향상되고 있으며, 이에 따라 고온 환경에서 가스터빈 금속 모재를 보호하기 위한 방법으로 세라믹 소재를 이용한 열차폐코팅(TBC)이 필수적으로 이루어지고 있다. 그러나 잦은 기동정지에 의한 급격한 온도 변화가 일어나고, 이에 따른 열응력이 발생하여 코팅층의 손상 및 박리가 일어나며, 연소실에 흡입되는 공기중의 불순물과 연소 생성물에 의해 코팅층의 파손이 일어나 가스터빈의 수명이 감소한다. 본 연구에서는 플라즈마대기용사(APS) 방법으로 제작 된 부분안정화지르코니아(YSZ) 시편을 1100, 1275, 1350°C의 고온 환경에 장시간 노출 시킨 후 코팅층의 박리 및 파손의 원인인 열생성산화물(TGO)의 생성 및 성장거동을 연구하였다.

SC7-7 란타늄 지르코네이트($La_2Zr_2O_7$)와 이트리아 안정화 지르코니아(YSZ)의 혼합 조성을 가지는 열차폐 코팅의 미세구조 설계 및 열적 내구성 평가

송도원[1]*, 백운규[1], Lu Zhe[2], 정연길[2]
[1]한양대학교
[2]장원대학교

란타늄 지르코네이트($La_2Zr_2O_7$)는 이트리아 안정화 지르코니아(YSZ)에 비해 낮은 열전도도와 우수한 소결 저항성, 높은 상 안정성을 가져 차세대 열차폐 코팅 재료로 각광 받고 있다. 그러나 $La_2Zr_2O_7$는 일반적인 Bond coat 재료에 비해 낮은 열팽창계수를 가지기 때문에 열팽창계수 차이로 인해 계면에서 응력이 발생하고, 이러한 응력은 $La_2Zr_2O_7$의 열적 내구성을 저하시키고 낮은 수명 특성을 나타내는 원인이 된다. 본 연구에서는 $La_2Zr_2O_7$의 열적 내구성을 향상시키고, 열적 기계적 특성을 부여하기 위해 $La_2Zr_2O_7$과 YSZ의 혼합 조성(50:50 & 25:75)을 가지는 원료를 사용하여 미세구조를 설계하였다. 대기 플라스마 스프레이 코팅 법(air plasma spray)으로 완충 층(buffer layer)을 도입한 다층 미세구조를 가지는 열차폐 코팅을 형성하였고, 이러한 시편의 열적 내구성 평가를 위해 열충격(Thermal Shock) 시험과 제트 엔진 열 충격(Jet Engine Thermal Shock) 시험이 수행되었다. 열충격(TS), 제트 엔진 열충격(JETS) 시험에서 모두, 완충 층을 가지는 시편이 단일층의 시편에 비해 우수한 열적 내구성을 나타내었다. 시편들의 열적 기계적 특성에 기반하여, 미세구조 설계가 열차폐 코팅의 박리 메커니즘과 열적 내구성에 미치는 효과에 대해 고찰 및 기술하였다.

SD1-1 The Transparency of Na Ion Doped Refined 3Y-Zirconia and its Refining Process

ZOC 정제 공정과 Na 이온 첨가에 따른 3Y- Zirconia의 투명도 연구

김택남*, 박세민, 이현철
배재대학교

치과용 보철재료로는 그동안 귀금속 합금, 그리고 Co-Ni금속 위에 포세린을 이용한 PFM이 널리 사용되어 왔으나, 심미성에 대한 요구가 증가하고 지르코니아 소재의 신뢰성 향상으로 지르코니아 보철재료의 사용이 점차 증가하고 있다. 치과용 보철재료로 사용되는 지르코니아 는 강도, 인성 등 기계적 성질뿐만 아니라 심미성을 위해 투과율을 증대시킬 필요가 있다. 투과율을 향상시키기 위해 ZOC를 HCl로1차정제 하고 세척한 다음, 2차 정제를 HCl : Aceton = 1 : 5의 비율로 실시하고, Aceton으로 세척 후 건조하였다. 건조된 시편을 증류수에 녹인 다음 수열합성 방법으로 130°C 에서 24 시간 합성한 Zr-sol을 만들고, 여러가지 실험조건에서 3Y, NaOH를 첨가하여 3Y 지르코니아를 만들었다. 합성된 분말은 800°C에서 2시간 하소 한다. 그리고 하소 분말은 XRD를 이용하여 포함된 결정상을 분석하고, FESEM으로 미세분석을 실시하였다. 하소된 분말을 2000bar로 CIP 하고, 성형된 시편을 1500°C에서 2시간 소결하였다. 소결체는 표면 연마를 6 μm 다이아몬드 페이스트로 미세 연마한 후, 투명도와 상대 밀도를 측정하였다. 톰과율 측정결과 정제 시편의 경우 Na이온의 함량이 높아짐에 따라서 점점 증가하고 있고, 밀도 또한 증가하는 것으로 보아, 소결시 내부 기공이 많이 없어지는 것으로 판단한다.

SD1-2 Structural Zirconia Ceramics and Applications

구조용 지르코니아 소재 및 응용

황규홍[1]*, 김상모[2]
[1]경상대학교
[2]인터코

지르코니아는 알루미나와 더불어 상업용 구조세라믹 소재로 가장 많이 사용되고 알려진 산화물 세라믹 원료 중 하나이다. 현재까지 지르코니아는 제 물성, 성능 및 활용 등에 관한 많은 학문적 연구 결과물이 있으나, 이 결과물을 활용한 실제 상용 제품과 이들 상용제품 제조에 요구되는 기술적 공정 요구사항에는 어떤 것이 있는지 학문적 연구를 수행하는 연구자들에게는 생소한 편이다. 구조용 세라믹스 상용화 제품의 경우 대부분 장비를 구성하는 주요 부품으로 판매가 이루어지기 때문에 산업체 현장에서 이들 제품의 디자인 및 제조 공법은 모두 회사의 대외비로 비밀에 부쳐져 있어, 제품 및 제조 기술에 관한 정보가 거의 전무한 편이다. 따라서 본고에서는 지르코니아를 활용한 상용 제품을 소개하고 이들 제조에 요구되는 제조 공정 기술, 연구 방향과 함께 산업현장에서 실제 적용되고 있는 제조 방법을 기술하였다. 또한 상용 제품의 사용처, 가격 및 시장 등을 기술하여, 제품 개발 연구자들에게 구체적이고 실질적 접근이 이루어 질 수 있도록 하는데 도움이 되고자 한다.

SD1-3 Manufacture Technology Developement of YSZ(Yttrium Zrconium Oxide)

안정화지르코니아 제조 기술 개발

신광희[1]*, 백종오[1], 김대용[1], 김명준[2]
[1]KC(주)
[2]전남대학교

안정화 지르코니아를 제조하기 위해서는 용해된 수용액 상태의 이트리아(Y_2O_3)를 ZOC(zirconium oxychloride)에 첨가된 용액을 출발물질로 하여 [ZrO_2+Y_2O_3]계 분말결정을 공침법으로 합성하였다. 출발물질의 농도, 공침과정의 pH, 안정화제로 사용한 이트리아의 양, 공침 후 열처리 등의 안정화지르코니아 합성에 요구되는 실험 변수에 따른 연구결과를 바탕으로 8mol%의 이트리아가 고용된 안정화지르코니아 분말을 합성할 수 있었다. 암모니아수(NH_4OH) 를 이용하여 공침과정의 pH를 조절하면서 반응시켜 얻어낸 반응물을 분쇄 후 열처리 하거나 수열합성 등의 방법에 의하여 나노사이즈의 물질을 얻을 수 있었다. 위와 같은 연구결과를 통해 이트리아 투입량에 따라서 사용 용도가 다른 분말을 얻을 수 있는데 열차폐코팅용 등으로 사용되는 안정화지르코니아 분말과 치과용 재료로 이용되는 부분안정화지르코니아 분말을 제조 할 수 있다.

SD1-4 Characterization of Y-TZP Powders Synthesized by Urea Hydrolysis and their Sintered Properties

우레아 가수분해법을 이용하여 합성된 Y-TZP 분말 및 소결체의 특성

김재홍[1]*, 이종국[1], 이단비[1], 황규홍[2]
[1]조선대학교
[2]경상대학교

우레아 가수분해법을 이용하여 이트리아가 고용된 지르코니아 나노 분말을 합성하고 가수분해 온도에 따른 분말 및 소결체의 특성에 대하여 고찰하였다. $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$, $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$, 우레아를 출발 물질로 사용하여 85, 90, 95°C의 온도에서 균일 침전법으로 각각 합성하였다. 원심 분리기를 이용하여 여과한 침전물을 마이크로웨이브에 의하여 건조하였으며, 850°C의 온도로 1시간 하소하여 결정화시킨 다음, attritor를 이용하여 12시간 동안 분쇄하였다. 하소된 지르코니아 분말을 CIP로 가압 성형한 다음, 1450°C로 1시간 소결하였다. 합성된 Y-TZP 분말의 결정상은 가수분해온도와 상관없이 모두 정방정상으로 결정화 되었으며, TEM으로 미세구조를 관찰한 결과 합성온도에 관계없이 1차입자는 5 ~ 10 nm 크기로 나타났다. 대부분의 미립자들이 응집된 형대로 존재하였는데, 입도분석 결과 1차 및 2차 응집입자의 크기는 300 - 500 nm, 2차 응집입자는 4 - 5 μm 크기로 나타났으며, 각각의 양은 합성온도에 변화하였다. 소결 후 밀도를 측정한 결과 합성분말의 응집특성, 소결시간에 따라 밀도가 변화하였는데, 전체적으로 95% 이상의 상대밀도와 200 ~ 300 nm의 입자크기를 나타내었다.

SD1-5 Crystallization of Hydrous-Zirconia Particles by Hydrolysis

가수분해에 의한 수화지르코니아 입자의 결정화

황규홍[1]*, 조경명[1], 이종국[2]
[1]경상대학교
[2]조선대학교

$ZrOCl_2$, $ZrONO_3$, Zr 아세테이트 등의 지르코늄 염의 수용액에서 가수 분해에 의해 생성되는 수화 지르코니아 미립자의 결정 구조를 X-선 회절(XRD) 및 시차 열분석(DTA)을 이용하여 조사하였다. 특히 수용액에서 결정 형성 및 형성 시간에 pH가 미치는 영향을 중점적으로 규명하고자 하였다. 산도에 따라서 지르코니아 수화물의 XRD 패턴은 단사정계로부터 정방 결정, 비정질 지르코니아로 다양하며 비정질상의 생성량은 pH가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 이러한 실험 결과로부터 수화 지르코니아 결정상은 주로 가수분해 동안 생성되는 H^+ 이온 (PH)의 농도에 의해 지배되는 것으로 보여진다.

SD3-1 Effect of Ammonia Addition on the Crystallization of Ammonium Para-Tungstate (APT) in the Extraction Process

피재환[1]*, 김근희[1], 이형윤[2], 김유진[1]
[1]한국세라믹기술원
[2]일진다이아몬드

The general recycling process of tungsten scrap to produce tungsten raw materials (tungstic acid, ammonium paratungstate (APT) and WO_3) have been carried out by the oxidation, milling, sodium-fusion, dissolution, and extraction processes. Many studies on the high temperature oxidation of tungsten scrap have investigated various aspects such as swelling kinetics, fracture resistance, and the effect of alloying composition. However, the accelerating factors on the scrap oxidation rate during oxidation were not considered here. In general, oxidized products were fused with sodium carbonate or sodium hydroxide to produce Na_2WO_4. Later in the process, solid Na_2WO_4 was dissolved in water. This process required considerable reaction time and was a costly process. Therefore, the aim of this study was to increase the solubility of solid oxidized products to produce Na_2WO_4 solution by hydrothermal reflux method. Na_2WO_4 solution was used to produce $CaWO_4$ and H_2WO_4 by general chemical reactions with calcium chloride and hydrochloric acid. Ammonia solution was also added to the tungstic acid to produce APT. In this study, the effect of ammonia addition on the APT precipitation process was investigated in detail.

SD3-2 Gas Reduction Techniques of Water Atomized Fe-Cr-Mo Powder

수 분무 공정에의해 제조된 Fe-Cr-Mo 분말의 가스 환원기술

박경태[1]*, Ali Basit[2], 최상훈[3], 심재진[3], 이상현[1], 김택수[1], 김범성[1], 서석준[1]
[1]한국생산기술연구원
[2]과학기술연합대학원대학교 (UST)
[3]인하대학교

In this study, iron based powder having the composition of Fe-3 wt%Cr - 0.5 wt%Mo was prepared through water atomization. After water atomization, reduction of as-atomized powder in different gas atmospheres was carried out in a horizontal vacuum tube type furnace. Carbon monoxide (CO), Methane (CH_4) and Hydrogen (H_2) gas was used as reducing agent. Characterization of the powder was done by XRD, SEM, EDS, C/S and N/O analysis. It was found that reduction proceeds in two stages, from Fe_3O_4 to FeO, and finally to Fe. Lowest oxygen content was achieved for CH_4 (0.49 wt %). Also when compared with the results using instead either H_2 or CO as reducing gas, the reduction achieved completion faster with temperature using CH_4. However, in case of CH_4, Fe_3C was also detected due to thermal cracking of CH_4 into C and H_2. Further investigation and research is needed to reduce the carbide and oxide content.

SD3-3 Recycling of GaN a Refractory E-Waste of LED Industry: Understanding the Chemical Thermodynamics, Leaching Kinetics and Process Optimization

LED산업에서 발생하는 E-waste GaN의 재활용 : 화학열역학, 침출거동의 이해 및 공정 최적화

SWAIN BASUDEV*, 이찬기, 박경수, 이지은
고등기술연구원

The Republic of Korea is a major producer of LED, contributing 31% of total demand worldwide, also a major consumer of electronics devices. During manufacturing and after end of life of the consumer electronics significant amount of GaN bearing waste is being generated. As the Republic of Korea depends upon import of all minerals, under the national policy of securing a stable supply, much attention has been paid to “urban mining”. The stringent international environmental directive for recycling of waste electrical and electronic equipment, UNEP E-Waste Management’s goal, RoHS and EPR has made recycling an important responsibility. The LED industry waste dust contains primarily gallium as GaN anda concern for the environment, needs proper treatment before disposal. These GaN bearinge-waste of LED industrycan be an important secondary resource for recovery. Recovery of metal values from GaN has been investigated by acidic leachingfollowed by purification technology. The GaN is a refractory material, which is hard to leach for the recovery process, needs a chemical pretreatment. In the current study, thermodynamics of GaN oxidation and oxidative roasting using Na_2CO_3 has been studied. Thermodynamics feasibility for leaching of oxidized GaN either through acidic leaching or through alkali leaching has been explored. Possible chemical thermodynamics feasibility for leaching, leaching kinetics and process optimization were investigated.

SD3-4 The Research on the Effects of Conditions Manufacturing Fine WC

미세 텅스텐 카바이드 제조 시 공정조건이 미치는 영향에 대한 연구

이형윤*, 이현우, 장강일
일진다이아몬드

텅스텐 자원은 주로 절삭 등의 기계 가공에 이용되는 공구, 국가 기간산업의 핵심 소재부품으로 활용되고 있다. 중요한 소재인 텅스텐은 현재 전량 수입에 의존하고 있으며 세계 최대 텅스텐 자원을 보유하고 있는 중국의 자원 무기화가 점점 심해지고 있는 상황이다. 이에 따른 주요자원의 재활용 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 연구과정은 서로 다른 연속로 장비를 이용하여 2단계(환원/탄화)로 진행하였다. 환원/탄화 시 주요한 공정변수는 연속로 내부 온도구배 설정, 반응시간, 수소투입량, 보트내부의 분말 충진 높이 등이며, 각 다른 공정변수에 따른 실험을 통해 분말 환원 균일성, 분말의 크기 및 분포에 대한 경향성을 파악 할 수 있었으며 이를 통해 입도가 개선되고 미세한 텅스텐 카바이드 분말을 개발하였다.

SD3-5 졸겔법에 의한 전이금속이 도핑된 TiO_2 나노분말 합성물의 염료감응 태양전지 제조

송준호[1]*, 박상엽[1,2]
[1]강원테크노파크
[2]강릉원주대학교

최근 Hydro-thermal법에 의해서는 제조되는 분말의 양이 매우 한정되고 있으며, 대량의 분말을 제조하기 위해서는 고가의 대형 장비가 필요로 하며, 이는 제조단가 측면에서 큰 이점을 지니고 있는 염료 감응 태양전지에 있어서 하나의 단점으로 지적되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 상업적으로 이용이 충분히 가능하며, 대량의 분말을 균질 제조할 수 있는 졸겔 반응 공정을 이용하여 나노 입자 크기의 TiO_2 전극 재료를 제조하였다. 전이금속이 도핑된 TiO_2 나노 분말의 특성을 분석하고, 염료감응 태양전지에 적용하기 위해 페이스트화 하여 전이원소가 염료감응 태양전지의 특성에 미치는 영향에 대해 연구 하였다.

SD4-1 Mechanical Properties of Graphene Oxide Paper

산화그래핀종이의 기계적특성

이창구*
성균관대학교

We have characterized the dependences on thickness of the mechanical properties, such as the Young's modulus, fracture strength, fracture strain, and toughness, of graphene oxide (GO) papers by using bulge and tensile test methods. The Young's modulus and fracture strength were found to decrease with increasing thickness, ranging from 44.6 ~ 8.5 GPa and 170.2 ~ 40 MPa respectively. Our TEM, SEM, and AFM results show that the variations in the mechanical properties of the GO papers with thickness are due to variations in their inner structures and surface morphologies such as crack formation and surface roughness. Thicker GO papers are weaker because they contain more voids that are produced during the fabrication process. Surface wrinkles and residual stress were found to result in increased fracture strain. This report provides deeper insight into the relation between the structure and the mechanical properties of the artificially fabricated layered structures of GO papers and improved guidelines for the use of GO-based thin film materials in mechanical structures.

SD4-2 Strategy to Make Low Defect Graphene

전석우*
KAIST

Graphene is a 2D material with atomic thickness and possesses unusual thermal, electrical, optical, and mechanical properties. However, those predicted, or measured, material properties could be achieved only when graphene has low defects with controlled surrounding environments. Our group has focused on two major strategies of graphene synthesis; non-oxidized graphene flakes (NOGF) from graphite through intercalation and chemical synthesis of graphene by CVD. Here I present the CVD synthesis of graphene developed from new CVD systems that potentially separate nucleation from growth stages of graphene by adding mobile heat source over a heated metal surface. Initial nucleation of graphene on a copper substrate placed could not extend to the growth stage due to the insufficient thermal energy from the heated block. Following a continuous heat treatment of the mobile heat source at various speeds over the substrate offers interesting insights of graphene growth mechanism. NOGF is another topic for potential mass production for various applications which require superior graphene property at relatively low cost. Accordingly, production of graphene from graphite is the only possible route but the damage during exfoliation seriously degrades graphene. Our group's intercalation based exfoliation produces NOGF and has proved the importance of preserving the material property by showing the best results of conductivity and mechanical strength with examples of energy applications and composites.

SD4-3 Low-dimensional Metal Chalcogenide Compounds for Nonlinear Optical Applications

저차원 금속 칼코겐 화합물의 비선형 광학 응용

정인*
서울대학교

Materials chemistry and the pursuit of new compounds through exploratory synthesis are having a strong impact in many technological fields. The field of nonlinear optics is directly impacted by the availability of enabling ?materials with high performance. Nonlinear optical (NLO) phenomena such as second harmonic and difference frequency generation (SHG and DFG, respectively) are effective at? producing a coherent laser beam in difficult to reach frequency? regions of the electromagnetic spectrum. Although metal oxide NLO crystals have been developed for the visible and UV regions, strong interest also exists for the IR region to produce light sources that are widely tunable and coherent in the spectral range of 2 - 25 μm. The ternary $AgGaS_2$, $AgGaSe_2$, and $ZnGeP_2$ materials have been the main IR NLO materials and are commercially available. They form three dimensional chalcopyrite structure. In this talk, I will present the importance of low dimensional crystal structure of metal chalcogenides that can outperform the conventional three-dimensional chalcopyrite and wurtzite compounds experimentally and theoreticaly. Then, I will introduce a new two-dimensional material of $Na_2Ge_2Se_5$ that exhibits record-breaking SHG responses.

SD4-4 2D Nanosheets of Layered Inorganic Solids: Emerging Building Blocks for 3D Functional Nanocomposite

2차원 무기 나노시트: 3차원 기능성 나노컴포지트의 새로운 빌딩블럭

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 precursors for 3D functional nanocomposites applicable for energy and environmental technologies. The 2D nanosheets of inorganic solids and graphene can be synthesized by soft-chemical exfoliation method and used as efficient precursors for porous heterostructured nanocomposites, multilayered films, porous hollow spheres, layer-by-layer-deposited (LbL) films, etc. In this talk, several practical examples of the 2D inorganic/graphene nanosheets will be presented together with their nanocomposites having tailorable physicochemical properties and functionalities such as electrochemical activity, photocatalytic activity, redox catalytic activity, electrocatalytic activity, gas adsorption capability, and nanobio application.

SD4-5 Carbon-nano Composites and their Wearable Electronic Devices and Energy Storage Applications

탄소나노복합소재를 이용한 웨어러블 전자 소자 및 에너지 저장 응용

이원오*
재료연구소

Integration of two-dimensional graphene sheets into macroscopic architectures such as fibers illuminates the direction to translate the excellent properties of individual graphene into advanced hierarchical ensembles for promising applications. Especially, graphene oxide has several advantages, such as good solubility, high content of functionalities, and scalable production with low cost, which improves the chances in assembling two-dimensional sheets into macroscopic multifunctional graphene-based architectures. Here, we prepared strong graphene fibers with giant graphene oxide sheets by wet-drawing process. Such graphene fibers have promise in versatile applications such as functional textiles, flexible and wearable sensors, and supercapacitors. Here, fiber-type organic field effect transistors and wire-shaped supercapacitors are regarded as fascinating types to implement textile electronics since dimensional flexibility can be easily guaranteed. As applications using the macrocopic fiber architecture based on carbon-nanomaterials including graphene and carbon-nanotubes, we present one-dimensional fiber-type organic field effect transistors and wire-type stretchable supercapacitors, which are promising devices for futuristic wearable electronics.

SD4-6 Ceramic-based Composite Materials via Exfoliation of 2D Materials

이차원물질의 박리를 통한 세라믹 복합체 합성

김종영*
한국세라믹기술원

Synthesis and characterization of two-dimensional (2D) nanosheets of inorganic solids and graphene, and their self-assembled nanohybrids by adopting soft-chemical routes such as exfoliation, hybridization, and layer-by-layer-deposition have extensively studied, especially recent years, due to the potential application for energy storage/conversion, optoelectronics, and structural materials. 2D nanosheets of inorganic solids and graphene can be used as efficient precursors for heterostructured hybrids, multilayered film, and so on. We present several practical examples of the 2D inorganic/graphene nanosheets and their hybrids with diverse functionalities such as thermoelectric, luminescence, and structural applications. Intercalation and exfoliation chemistry of metal chalcogenide, layered alloy, and metal oxide will be discussed in detail.

SD5-1 Development of Hydrophilic and Hydrophobic Coating Sol by Sol-gel Process

졸겔 공정을 이용한 친수 및 발수 코팅제의 개발

박원규*
배재대학교

졸겔공정은 주로 산화물 유리를 저온에서 합성하는 build up process로서 개발되어졌으나, 현재에는 주로 기능성 산화물 박막을 별도의 장비없이 제조하는 유용한 공정이다. 나아가서는 무기물인 세라믹과 유기물이 폴리머를 복합화한 유무기 하이브리드 기능성 코팅 막을 제조하는데 아주 편리한 공정이다. 본 발표는 졸겔공정의 개요와 이 공정을 이용하여 기능성 박막의 하나인 친수 및 발수 코팅제 개발에 대한 것으로, 특히 발수 코팅의 경우는 (1) 코팅막 표면의 화학적 성질을 개질한 발수와 (2) 막표면의 기하학정 형상을 부여한 발수에 대하여 주로 소개하기로 한다.

SD5-2 Organic/Inorganic Nanohybrid Coating for Blocking Ultraviolet and Infrared

자외선 및 적외선 차단 유무기 나노하이브리드 코팅

김태현[1]*, 김수룡[2]
[1]주식회사 디오
[2]한국세라믹기술원

최근 자외선 및 적외선 차단 코팅기술이 단열 윈도우 필름에서 습식 코팅유리로 변화해가는 추세에 있다. 이에 따라 자외선 및 적외선 차단을 위한 무기 산화물에 대한 연구개발도 활발해지고 있으며, 특히 내 마모성을 가지는 유리 코팅 기술에 요구되는 바인더 기술과 코팅방법에 대한 기술도 다양해 지고 있다. 본 연구에서는 무기 산화물의 자외선 및 적외선 차단특성과 이를 이용한 유무기 나노 하이브리드 코팅제 제조 연구 및 이를 이용한 유리코팅 기술에 대하여 특성 검토를 하였다. 무기산화물의 자외선 및 적외선 차단 흡수제를 유무기 나노하이브리드 코팅바인더에 첨가하여 NIR 스팩트럼과 코팅막의 기계적, 물리적 특성을 시험하였다. 결과적으로 자외선 차단효과는 380 mm 부근에서 흡수하는 무기 산화물이 차단효과가 우수하였고, 적외선 차단효과는 800 ~ 1,000 mm 부근에서 흡수효과가 우수한 산화물의 차단효과가 우수하였고, 유성으로 표면처리된 실리카 나노졸을 포함하는 유무기 나노 하이브리드 바인더의 내마모성능이 가장 우수한 결과를 나타내었다. 균일한 유리코팅방법으로는 흐름코팅, 스프레이 코팅에서 성능과 품질이 우수한 코팅막을 얻을 수 있었다.

SD5-3 Heterogeneous Growth of ZSM-5 on the SiC Fiber for High Efficiency Catalyst Coating

신동근[1]*, 이상미[1], 이윤주[1], 김영희[1], 권우택[1], 김수룡[1], 김성구[2], 류도형[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]서울과학기술대학교

ZSM-5 were uniformly grown on the SiC fiber surface which was oxidized for the formation of SiO_2 layer as heterogenous nucleation site. Two types of SiC fiber having different fiber size, chopped and electrospun fiber, were used and they have undergone the thermal oxidation at 1200°C. 200 nm thickness of SiO_2 layer was formed on the fiber surface and then, they have undergone by hydrothermal synthesis for the growth of zeolite on. Zeolite crystals were observed from SEM analysis and uniformly dispersed on the fiber surface. Weak XRD peaks observed between 10 and 30° showed that crystal structure of them were accorded to ZSM-5 structure. This type of SiC based catalysts are expected for high-temperature gas-phase reaction, especially strong acid base conditions.

SD5-4 Transparent Heater Applications of F-SnO_2 Thin Films Fabricated by Nano Aerosol Spray Pyrolysis Deposition

나노에어로졸 분무열분해법으로 제조된 불소가 도핑된 이산화주석 박막의 발열체로서의 응용

류도형[1]*, 이정욱[1], 이성민[1], 김보민[2], 하정민[2], 박성환[2]
[1]서울과학기술대학교
[2]솔라세라믹

투명전도성산화물 (Transparent conducting oxide, TCO) 박막 (thin film)은 디스플레이, 터치센서, 태양전지전극, 고기능 발열유리창호, OLED 조명용 기판 및 전기변색소자기판 등 다양한 응용분야에 널리 이용되고 있고, 그 활용분야가 더욱 다양해지면서 다양한 소재들이 개발되고 있다. 투명전도성산화물 박막의 여러소재들 중에서, ITO (Indium tin oxide), AZO(Aluminium doped Zinc Oxide), FTO(Fluorined doped Tin Oxide)는 각기 광투과성, 전도성, 내식성, 내열성에서 각기 조금씩 그 특성이 여타 소재에 비하여 상대적으로 우수한 특성을 갖고 있다. 이 들 중에서 FTO소재는 내식성, 내열성이 여타의 소재에 비해 우수한 것으로 알려져 있다. (주) 솔라세라믹에서는 FTO 소재를 결정화유리기판, 소다라임유리기판, 폴리이미드기판, 알루미나세라믹기판 등의 다양한 기판위에 증착하여 이들의 발열특성을 연구 개발하여 왔다. 본 연구에서는 다양한 FTO기반의 박막을 전열기기로서 활용할 수 있는 가능성에 대하여 검토하였다. FTO 박막은 초음파분무열분해증착법 (Ultrasonic spray pyrolysis deposition method) 으로 $300^oC \sim 500^oC$의 범위에서 이루어 졌고 막의 면저항은 수 킬로에서 수옴대까지 다양하게 제조하였다. 제조된 박막은 기판의 종류와 막의 두께, 전자농도, 비저항, 증착온도등에 따라서 각기 다른 특성을 나타내었다. 대면적의 하이브리드 발열유리창호로서 사용하는 경우에는 박막의 전력밀도를 300 watt/m^2으로하여 그 특성을 분석하였다. 한편, 결정화유리기판위에 증착된 FTO박막의 경우에는 90 mm × 90 mm 기판위에 10옴~ 100옴대의 면저항을 갖는 기판을 제조하였고, 이렇게 제조된 세라믹 면상발열체는 500도의 고온까지도 안정한 발열특성을 나타내었다.

SD5-5 Anticorrosion and Oxidation Resistance Properties of SiOxCy Coating Film which was Derived from Polycarbosilane and Poly(Phenyl Carbosialne)

폴리카보실란 및 폴리페닐카보실란으로부터 형성된 SiO_xC_y 코팅막의 내부식, 내산화 특성

이윤주*, 김영희, 권우택, 신동근, 김수룡
한국세라믹기술원

폴리카보실란으로 대표되는 SiC 전구체인 카보실란계 고분자는 작용기의 종류에 따라 폴리카보실란, 하이드리도 폴리카보실란, 폴리페닐카보실란, 아릴하이드리도폴리카보실란 등으로 구분된다. 카보실란계 고분자는 Si-C 결합을 기본 골격으로 하고 있으나, 실리콘 원자가 쉽게 산화되므로 열처리 조건에 따라 SiO_xC_y를 형성할 수 있다. Silicon oxycarbide라고 불리는 SiOC 소재는 실리콘과 산소로만 이루어진 실리카에 비하여 높은 기계적 특성을 나타내는 것으로 알려져 있으며, 과량의 탄소가 존재하는 경우 graphitized 된 glassy carbon과 복합 구조를 형성할 수 있다. 본 연구에서는 탄소 함량이 각기 다른 폴리카보실란과 폴리페닐카보실란을 이용하여 코팅막을 형성하였으며, 열처리 조건에 따라 변화하는 구조적 특징과 화학적 조성을 평가하였다. 또한 스테인리스 스틸과 그라파이트를 모재로 하여 SiO_xC_y를 코팅하고 이들 코팅막이 각 모재의 부식성과 산화특성의 개선에 미치는 영향을 확인하였다.

SD5-6 Effects of Multi-Coating Process on the Silicon Carbide Porous Foams

멀티-코팅 코팅과정에 따른 다공성 실리콘 카바이드 폼의 특성 변화에 대한 고찰

방정원*, 이윤주, 신동근, 권우택, 김영희, 김수룡
한국세라믹기술원

포스터 발표(P2)로 변경

Silicon carbide (SiC) porous foams have been fabricated by various fabrication techniques such as sacrificial template, partial sintering, direct foaming, bonding technique and polymer replica method. In this research, we fabricated SiC porous foams by the polymer replica method with polycarbosilane (PCS) solution and polyurethane (PU) foams used as preceramic polymer and the template materials, respectively. The PCS molecules coated on PU foams allowed coated organics foams to convert to inorganic SiC porous foams. This organic-inorganic transformation was performed by several processes. Specially, we focused on coating and curing process in the polymer replica method. When the number of repeated these processes was increasing, we observed dramatic change of mechanical properties of fabricated SiC porous foams. To measure the effects of multi-coating process, scanning electron microscope (SEM), compressive strength test were employed.

SD5-7 Preparation of Alumina/Epoxy Thermal Conductive Film using BiInspired Technique

생체모방기술을 이용한 Alumina/Epoxy 열전도성 필름 소재

김영희*, 정운성, 이윤주, 권우택, 김수룡, 신동근, 임형미
한국세라믹기술원

판상의 $CaCO_3$가 단백질 속에서 벽돌과 모르타르(bricks and mortar)처럼 매트릭스 구조를 형성하고 있는 Nacre는 유무기복합체이다. 이렇게 자연에 존재하는 나노구조를 모방하여 신기능 물질을 개발하는 것을 생체모방기술이라 하며 본 연구에서는 생체모방기술을 이용하여 열전도도가 우수한 복합 소재를 제조하기 위하여 판상형 알루미나가 잘 분산된 Epoxy를 제조하고 Rolling method를 사용하여 수평방향 열전도도 ~8.8 W/m·K, 수직방향 열전도도가 ~1.0 W/m·K를 갖는 유무기 복합 필름소재를 제조하였다. 제조한 복합체의 미세구조를 SEM으로 관찰하고 열적특성을 관찰하였다. 우수한 방열특성을 갖는 Alumina/Epoxy 필름소재는 LCD, LED등 디스플레이 부품 및 휴대폰, PDA등의 수평 열전달 코팅소재로 응용이 가능하다.

SD6-1 Growth of Semi-insulating 6H-SiC by Using Resistance Heating Method

저항가열방식을 이용한 반절연 6H-SiC 성장

김태혁*, 최이식
사파이어테크놀로지

저항가열 방식을 이용하여 Vanadium을 첨가한 반절연 6H-SiC 잉곳을 성장시켰다. 성장시킨 SiC 잉곳의 Hall measurement를 통하여 열처리 공정에 의한 질소저감 효과 및 성장 높이에 따른 비저항 변화를 관찰하였다. 원료 및 흑연 도가니의 질소저감을 위한 성장 전 열처리는 10 mmTorr 이하의 진공, 1500°C 이상의 온도에서 10 시간 이상 진행하였다. 우선 Vanadium을 첨가하지 않고 열처리 유무에 따른 시편의 비저항을 비교한 결과, 열처리 과정 없이 성장시킨 경우 이하의 비저항을 나타내는 반면 사전 열처리를 한 시편의 비저항은 최대 까지 증가한 것을 확인하였다. 성장 높이에 따른 비저항 비교를 위하여, 동일한 양의Vanadium을 도핑하여 성장시킨 SiC 잉곳을 1 mm 이하의 두께로 웨이퍼링 후 각 웨이퍼에서 시편을 제작, 웨이퍼 별로 비저항을 측정하였다. 측정 결과, 평균 성장속도가 0.15 mm/h 이하로 낮은 잉곳의 경우 시드 인접부는 최대 , 잉곳 최상부는 로 비저항의 편차가 크게 나타났으나, 평균 성장 속도가 0.25 mm/h 이상의 높은 잉곳의 경우 시드 인접부와 잉곳 최상부의 비저항이 대역으로 유사함을 확인하였다. 이것은 성장속도가 빠를 경우 SiC 원료의 분압이 증가하여 Vanaium의 초기 분압을 저감시켜 성장 중 Vanadium 분압을 일정하게 유지시키기 때문인 것으로 분석하였다.

SD6-2 A Development of SiC Junction Barrier Schottky Diode for EV Inverter Efficiency Improvement

EV 인버터 효율 향상을 위한 실리콘카바이드 쇼트키 다이오드 개발

천대환*, 이종석, 주낙용, 임태원
현대자동차

The future of electric vehicle(EV) depends on technological advancements of power electronic system. Power semiconductor device plays a key role in power electronic system. Most of power semiconductor devices of electric vehicles today have been enabled by silicon(Si). However recently, power semiconductor device based on silicon carbide(SiC) is gotten attention as important component of the inverter/converter of EV. The SiC power semiconductor device has lower on-resistance and higher breakdown voltage compared with Si device. In addition, it ensures high reliability in harsh automotive environments, such as high temperature. SiC Schottky barrier diode(SBD) had been proposed for low conduction loss and fast switching speed compared with Si PiN diode. However, high off-state leakage current of SBD is a disadvantage. SiC Junction Barrier Schottky(JBS) diode had been appeared to overcome the drawback of SBD, but the presence of P+ regions leads to a reduction in on-state current. In this paper, novel SiC JBS diode is proposed for increasing on-state current compared with conventional SiC JBS diode.

SD6-3 Fabrication of 1700 V SiC Power Diode on 6 inch 4H-SiC Wafer

6인치 4H-SiC Wafer기반 1700 V급 SiC Power Diode 제작 및 특성 평가

원종일[1]*, 박건식[1], 조두형[2], 김상기[1]
[1]한국전자통신연구원
[2]서강대학교

Silicon Carbide (SiC) power device is very useful for power application, especially in the high voltage, high temperature and harsh environments, because of its superior material properties such as wide bandgap, high breakdown electric field, high thermal conductivity and high saturation velocity. Since SiC power device technology has entered a new era with the commercialization and acceptance of 600 V/1200 V/1700 V SiC power diode in the marketplace, the developer of SiC device focus on the large diameter and use bigger diameter substrates (6 inch SiC wafer). In this paper, we investigate the forward and reverse characteristics of fabricated 4H-SiC power diodes on the 6-inch SiC wafer. The electrical characteristics of 1700V SBD (Schottky Barrier Diode), JBS (Junction Barrier Schottky Diode) and PiN diodes processed on the same 6 inch SiC wafer have been measured. Also, SiC diodes with several kinds of edge termination are designed to verify the high breakdown voltage, such as a junction termination extension, multiple floating guard rings, and so on.

SD6-4 Fabrication of 1.7 kV Silicon Carbide Schottky Barrier Diode by Using Edge Termination Engineering

에지 종단 기술을 이용한 1.7 kV 실리콘 카바이드 쇼트키 배리어 다이오드 제조

양창헌[1]*, 강예환[1], 김기현[1], 김성수[1], 박태수[1], 정은식[1], 강인호[2]
[1]메이플세미컨덕터(주)
[2]한국전기연구원

Silicon carbide(SiC) power semiconductor enables light and compact inverter/converter systems with its low on-state resistance characteristics and high temperature characteristics compared to conventional Si power energy semiconductor, and provides price competitiveness due to employing thin and small parts with no water cooling devices. thereby providing possibilities for applying to various products through application of large scale motor driving system in the future. In this paper, use of edge termination structure to improve breakdown voltage 4H-SiC Schottky barrier diodes. Influence of the edge termination parameters, such as the number and width of which the space between two neighboring rings, etc., on surface electric filed distribution and breakdown voltage were studied. We was fabricated the SiC Schottky Diode of high breakdown voltage, high current density and low on-resistance characteristics. It can take the place of conventional silicon device in the power modules.

SD6-5 Development of Synchrotron X-ray Beam Topography System for Defects Investigation of SiC Crystal

SiC 단결정 결함 구조 분석을 위한 원스텝 X-선 토포그래피 시스템 구축

김종현*, 성민제, 임재홍
POSTECH

고효율 전력 전자 소자 및 고온, 가혹 환경에서의 안정적인 전자 소자로의 활용을 위한차세대 반도체 기판으로 탄화규소 단결정 기판이 대두되고 있다. 그러나, 이러한 탄화규소 단결정 기판의 경우 단결정 성장 공정 기술이 확보되지 않아서 결정 내 다양한 결함이 존재하고 있다. 이러한 단결정 내의 결함은 전자 소자 제작 시 누설 전류, 소자 오작동 혹은 소자 결함 등으로 나타나게 되므로 고품질 단결정 성장 및 정상 전자 조사 제작을 위해서는 단결정 기판 내에 결함의 분포 및 유형을 파악하는 것이 중요하다. 이러한 결정 내의 결함 분석을 위해서는 수산화칼륨 용액을 이용한 에칭 기법을 이용한 파괴 기법이 주로 이용되어 왔다. 그러나, 이러한 파괴 기반의 품질 검사 기법은 고가의 탄화 규소 단결정의 가격 경쟁력을 확보할 수 없고, 기판 전수 검사의 불가 등으로 인한 고품질의 단결정 기판을 담보할 수 없는 한계가 있다. 이러한 단결정 기판의 성장 후 그 특성 및 결정 결함을 파악하기 위하여 고휘도 방사광 X-선 기반 비파괴 결정 분석 방법인 X-선 Topography 기법이 가능하다. 본 연구에서는 이러한 X-선 Topography 구축을 위하여 포항가속기연구소의 관련 장치의 개발과 이를 활용한 단결정의 회절 영상 획득 기법을 보여주고자 한다. 이러한 방사광 X-선 Topography를 이용하여 대면적 SiC 웨이퍼의 회절 영상 획득 및 결함 분석이 가능하며 이를 통한 단결정 품질 평가 및 결함 분석을 통한 고품질 단결정 기판 제작 기술 확보를 기대할 수 있다.

SD6-6 Defect Analysis in PVT-grown Silicon Carbide Single Crystal Ingots Using X-ray Topography

X-ray topography를 활용한 PVT 성장 SiC 단결정 ingot의 결함 분석

변대섭[1]*, 김준규[1], 이명현[1], 서원선[1], 정성민[1], 김종현[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]POSTECH

SiC 단결정 기판은 높은 밴드갭 에너지, 열전도도 및 saturation velocity 특성을 갖고 있으며 또한 GaN와 lattice mismatch가 적어 고전압, 고주파수 용 고효율 전력반도체 및 LED 소자의 기판으로 주목 받고 있다. 현재 시판되고 있는 단결정 SiC 웨이퍼는 대부분 Physical Vapor Transport (PVT)법으로 생산된 것으로 PVT 기술은 2000년대 후반 크게 발전하여 최근에는 micropipe가 거의 없는 SiC 단결정 웨이퍼가 판매되고 있지만 여전히 결함밀도는 10^4 cm^{-2}에 달한다. 단결정 기판의 높은 결함밀도는 소자의 성능에도 악영향을 미치기 때문에 성장 과정 중의 결함밀도 조절은 매우 중요한 요소이다. X-Ray Topography (XRT)는 Basal Plane Dislocation, Threading Screw Dislocation, Threading Edge Dislocation 등을 포함한 결정 내 결함들을 비파괴적으로 정밀하게 분석할 수 있는 방법으로서, 특히 Synchrotron을 활용한 Synchrotron White Beam X-ray Topography (SWBXT) 는 X-ray의 세기가 강하고, 빔 크기가 크기 때문에 대면적의 웨이퍼도 매우 빠르게 측정할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 PVT로 직접 성장한 SiC 단결정 ingot과 시판되는 ingot을 절단하여 SWBXT를 통해 성장방향을 따라 분석하여 PVT 성장 과정에서 나타나는 결함 거동을 관찰하였다.

SD6-7 Non-destructive Analysis of Threading Dislocation in 4H-SiC

비파괴법을 이용한 4H-SiC의 threading dislocation 분석

나문경[1]*, 김수진[2], 정현진[1], 강인호[1], 방욱[1], 문정현[1], 김남균[1]
[1]한국전기연구원
[2]경상대학교

Silicon carbide (SiC) is an attractive semiconductor material for high-power, high-temperature and high-frequency electronic devices due to its wide bandgap, high breakdown electric field and high thermal conductivity. Even though the superior properties, many kind of defects in SiC crystals hinders mature commercial power semiconductor applications. The crystal growth is a high temperature process, it is difficult to control the impurity concentrations during bulk single crystal growth. The numerous defects including dislocations in SiC are inevitable. The relationship between crystal defects and device characteristics has not been clearly revealed. However, ordinary crystal defect inspections like those based on etching are destructive and cannot provide a one-to-one correspondence between the presence of defects and device characteristics. So the non-destructive method for revealing the defects in 4H-SiC was required. In this study, defects and stress distribution in 4H-SiC were analyzed using synchrotron white beam X-ray topography by means of X-ray diffracted imaging.

SD6-8 Heat and Mass Transfer Simulation of Sublimation Growth of SiC Single Crystals

승화법 실리콘 카바이드 단결정 성장을 위한 열 및 물질 전달 시뮬레이션

은태희*, 여임규
RIST

고효율, 친환경 전력반도체에 대한 관심이 높아지면서 기존 Si 대비 소비전력이 낮은 SiC 전력반도체에 대한 관심이 높아지고 있다. 전력반도체 소자용 SiC 단결정은 주로 승화법(sublimation)을 통해 제조되고 있으며, 고품질의 단결정 성장을 위해서는 열 및 물질전달 현상의 제어가 필수적이다. 본 연구에서는 고온 공정인 승화법의 단결정 성장은 반응기 내부의 현상을 측정하는데 한계가 있어 모델링을 통한 단결정 성장공정을 모사하고자 한다. 단결정 성장 공정 및 Hot zone 디자인을 최적화를 위해 성장 공정을 시뮬레이션 모델링을 통해 분석하였다. Induction heating으로 가열된 Hot zone의 온도분포를 해석하고, 반응기 내에서의 물질전달을 해석하여 분말의 승화 및 재결정, 단결정 및 Polycrystalline의 성장을 고찰한다. 또한 고품질의 단결정 성장을 위한 안정적인 성장 조건을 도출하고자 한다.

SD6-9 Top Seeded Solution Growth of SiC Bulk Crystal : Recent Progress and Issues

상부종자용액성장법을 이용한 SiC 벌크 단결정성장

정성민[1]*, Ha Minh Tan[1], 윤지영[1], 변대섭[1], 이명현[1], 서원선[1], 이원재[2], Didier Chaussende[3]
[1]한국세라믹기술원
[2]동의대학교
[3]CNRS

SiC 단결정의 성장기술중 최근 가장 연구개발이 활발한 상부종자용액성장법(Top Seeded Solution Growth, TSSG)은 카본이 용융된 실리콘 용액으로부터 상부에 배치한 SiC 종자결정상에 SiC 단결정을 성장시키는 방법으로서, 통상 기상법보다 이론적으로 열평형에 가까운 조건에서 단결정을 성장시킬 수 있기 때문에 더 고품위의 단결정을 얻을 수 있는 것으로 알려져있다. 용액성장법은 실리콘 용액의 카본의 낮은 용해도를 감안하여 고온, 고압을 인가하거나, 금속용제를 첨가하여 카본의 용해도를 증가시킴으로써 상용의 SiC 단결정 제조법으로 가능성이 주목받기 시작하였으며, 특히 SiC에 존재하는 전위결함을 저감할 수 있는 기술이 개발되어 고품질의 SiC 단결정 제조법으로 주목받고 있다. 본 연구그룹에서는 2012년부터 프랑스 Grenoble INP 와 공동연구를 수행하여 우수한 SiC 단결정 용액성장장비를 구축하고 국내최초로 2인치급 SiC 단결정을 성장시킨 바 있으며, 본 발표에서 그간의 연구개발성과를 소개하고 최근의 국제적인 SiC 용액성장기술동향과 이슈사항에 대하여 소개하기로 한다.

SE1-1 A Pictorial Tour over DFT

그림으로 보는 밀도범함수 이론 (DFT)

이준근*
서울시립대학교, 한국과학기술연구원

재료과학에서 계산과학은 더 이상 선택사양이 아니다. 날로 업그레이드 되는 컴퓨터의 성능과 함께 이 대세는 더욱 더 확고히 자리잡을 것으로 내다본다. 최근의 재료 또는 에너지 관련 논문에서 전산모사만으로 또는 실험에 전산모사를 곁들임으로 논문의 완성도를 높인 많은 예들이 이러한 추세를 잘 말해주고 있다. 이 강연에서는 계산과학에서 가장 활발히 연구/응용되는 first principles methods/density functional theory (DFT)를 대상으로 재료공학자로써 꼭 알고 넘어가야 할 기본원리를 그림으로 쉽게 나타내었고, 몇가지 계산 예들을 덧붙였다. DFT 계산의 응용 예로는 Si(001)/NiSi2(001) system (contact material for electronic devices)에서 doping으로 계면에 생기는 Schottky barrier height를 어떻게 감소시킬 수 있는지를 계산으로 보여준다. 또 하나의 응용 예로는 $Li(NiMn)O_4$ system을 대상으로 DFT를 +U 방법과 연계하여 다루었다. 이를 통해 Li-battery로써 기본적으로 요구되는 structure, operation voltage, Li diffusion mechanisms, barrier energies 등을 보고된 실험결과 및 계산결과와 비교/분석한다. 이 예들을 통해 계산과학이 실험에 앞서 선행되거나 실험결과를 해석하거나, 또는 실험으로는 너무 어려운 부분을 계산으로 다루어, 재료의 연구개발에 어떻게 실질적으로 기여할 수 있는 지를 보여줄 것으로 기대한다.

SE1-2 Factors Governing Cation Segregation at the Surfaces of Perovskite-type Materials: A Density Functional Theory Study

페로브스카이트 소재 표면에서 양이온 편석현상을 제어하는 요소들: 밀도범함수이론 연구

한정우[1]*, 권형욱[1], 정우철[2], 이원영[3]
[1]서울시립대학교
[2]KAIST
[3]성균관대학교

The slow rate of oxygen reduction reaction (ORR) at cathode has been regarded as a main limitation for high performance solid oxide fuel cell (SOFC). Controlling of surface chemistry related to the oxygen reduction is therefore a significant challenge to design the optimal cathode materials with both high activity and stability. Since A-site cation enrichment may directly affect the surface chemistry (e.g. cation concentration, electronic structure), it is important to understand the thermodynamic behavior for cation segregation. Despite several reasons that have been suggested for surface segregation, the origin is not completely understood. Thus, in this study, we quantitatively assessed the cation segregation on the perovskite surfaces, widely reported SOFC cathode materials: (La, A)BO_3 and $SrTi_{1-x}Fe_xO_{3-\delta}$, using density functional theory (DFT) calculations. Interestingly, A-site dopant segregation is observed in $LaBO_3$ perovskites while lattice cation (Sr) segregation is introduced in $SrTi_{1-x}Fe_xO_{3-\delta}$. Based on our results, elastic energy minimization is a key driving force to surface segregation in two types of the perovskites. This results will offer a useful method to tailor the new cathode materials.

SE1-3 First Principles Calculation Study on Electrical Properties of Oxide Semiconductors

산화물 반도체의 전기적 성질에 관한 제일원리 계산 연구

강영호*, 한승우
서울대학교

Zinc based amorphous semiconducting oxides (ASOs) have attracted a great deal of attentions for applications to high speed and flexible electronics and they are expected to be incorporated into thin-film transistor (TFT) for next-generation display with ultra-definition, large-area, and three-dimensional due to its high mobility and low fabrication temperature. In spite of various advantages of ASOs, however, there are several limitations of ASO-TFTs for the real applications at the present and the further optimizations of the device performances is required. In this study, we investigate the electrical properties of ASOs using first principles calculation. First, we focus on the universal band structure of ASOs which gives rise to the high mobility of ASOs despite the disorder of the atomic structure. In addition, we study the impact of the atomic disorder of semiconducting oxides on the electron mobility, which reveals that the cation disorder becomes the dominant scattering source for limiting the overall carrier mobility in semiconducting oxides. Finally, the instability problem of ASO-TFTs associated with the hydrogen impurity is investigated. Our theoretical results show that bistability of hydrogen in terms of its charge state appears in ASOs causing the threshold voltage shifts under illumination and gate voltage stress.

SE1-4 A Promising Thermoelectric Material: Chalcogenides Compounds whose Electronic Structures, Defects, and Transport Properties

전산모사를 이용한 칼코제나이드 화합물의 전자구조, 결함, 수송물성 연구

오민욱[1]*, 류병기[2], 손지희[2], 박종호[2], 이지은[2], 주성재[2], 김봉서[2], 박수동[2], 민복기[2], 이희용[2]
[1]한밭대학교
[2]한국전기연구원

Among many candidates of the thermoelectric materials, chalcogenides compounds have been interested due to their exceptional thermoelectric properties in temperature ranging from 200 to 800 K, in which Bi_2Te_3 and PbTe compounds are suitable for room temperature and mid-temperature range, respectively. Therefore, lots of needs to understand the intrinsic physical properties of the chalcogenide compounds have arisen. In this research, our recent investigations for electronic structure, defects chemistry, and transport properties of the chalcogenides compounds will be addressed. The systematic changes in electronic structure for the chalcogenides compounds such as Bi_2Te_3, Sb_2Te_3, and their mixtures were investigated, revealed that multi-valley band edges are partially responsible for exceptional room temperature thermoelectric properties. Low dimensional band structures in bulk PbTe were confirmed and band convergences effect on the enhanced thermoelectric properties was elucidated. Intrinsic defects chemistry and dopants chemistry were also investigated, from which experimental findings were successfully explained. Transport properties such as the Seebeck coefficient, electrical conductivity, and thermal conductivity were obtained with the first-principles calculations and molecular dynamics simulations.

SE1-5 Study on Oxygen Storage-release Capacity of $Ce_{0.75}Zr_{0.25}O2$ Solid Solution Using Density Functional Theory

밀도범함수이론을 이용한 $Ce_{0.75}Zr_{0.25}O_2$ 고용체의 산소 저장-방출 능력 기구 연구

김지수[1]*, 김재선[2], 이종호[3], 김병국[3], 김영철[1]
[1]한국기술교육대학교
[2]울산과학기술원
[3]한국과학기술연구원

$Ce_{0.75}Zr_{0.25}O_2$(CZO) 고용체의 산소 저장-방출 능력 기구를 밀도범함수이론을 이용하여 연구하였다. 가장 안정한 CZO 고용체 구조를 찾기 위해 유전 알고리즘을 이용하였다. 유전알고리즘을 통해 계산된 CZO 고용체 구조는 화합물 구조에 비해 안정하며, 이는 고용체 내부에 단사정계 ZrO_2 상이 부분적으로 형성되었기 때문이다. 산소 공공 형성에너지를 계산하기 위해 CeO_2, CZO 화합물, 그리고 고용체 구조의 산소 자리를 분석하였다. 산소 원자는 금속 사면체의 중심에 위치하며, CeO_2와 CZO 화합물의 경우 산소자리는 각각 그리고 이다. 반면 고용체 구조는 Zr 배열에 의해 4 가지의 산소자리를 형성하며, 그 자리는 , , , 그리고 이다. 산소 공공형성 에너지는 CeO_2, CZO 고용체, 그리고 화합물 순으로 감소하였으며, CZO 고용체 구조에서 산소공공 형성에너지는 금속 사면체의 Zr 원자의 수가 증가할수록 감소하였다. 산소공공형성 에너지를 이용하여 산소 분압에 따른 CeO_2, CZO 화합물, 그리고 고용체의 산소 농도를 계산하였다. CeO_2와 CZO 화합물은 낮은 산소 분압에서 산소량이 급격히 감소함을 보였으나, 상대적으로 고용체는 CeO_2와 CZO 화합물에 비해 낮은 산소 분압에서 완만히 감소하였다. 이는 고용체 내부의 Zr의 배열로 인해 생성된 4 가지의 산소자리로 인한 것이며, 이는 실험적으로 측정된 결과와 잘 일치한다.

SE1-6 Molecular Dynamic Simulations of Intermetallic Compound

금속간 화합물에 대한 분자동력학 시뮬레이션

남호석*, 윤가영
국민대학교

One of the most attractive aspects of atomistic simulation is that it gives direct view of dynamic phenomena with an angstrom and nanometer scale resolution which is rarely accessible in experiments or other simulation techniques. In this study, based on improved embedded-atom potentials for intermetallic compound such as Ni-Al and Ti-Al, melting and alloying behavior of binary systems has been studied through the lens of molecular dynamics simulation.

SE1-7 Multiscale Computational Approach for Nanomaterial Design

나노소재 설계를 위한 멀티스케일 전산모사

현상일*, 박영호, 김병익
한국세라믹기술원

Material properties of nanomaterials have generally known strongly dependent on atomic configurations. Usual approach to enhance its material performances has been to test many possible compositions to identify optimal conditions from repeating experiments. Recent development of numerical simulations provides time and cost savings for the characterizations in atomic length scales. However material properties in atomic length scale are sensitive not only to the composition but to the microstructure. In this study, we develop a new computation approach to address optimality conditions using a combinatorial optimization scheme. First principle calculations incorporated with Ising model were employed to identify the optimal microstructures. One example is a pyroelectric material called PIMNT. This thermo-sensitive material is widely used in various thermoelectric devices. Dielectric properties and microstructures have been explored in 3-component phase diagram (PIN-PMN-PT). It was verified to reproduce experimentally identified microstructures for certain compositions. This numerical approach is being developed to be applied to more general optimal design of nanomaterials.

SE1-8 Monte Carlo Simulation on Micro-structure of Silicon Nitride

질화규소 미세조직에 대한 몬테카를로 시뮬레이션

이재욱*, 김진명, 김하늘, 박영조, 고재웅
재료연구소

질화규소의 미세조직은 기다란 입자들이 빼곡히 채워져 있는 형태이다. 최근 질화규소의 열전도도를 높이기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있는데, 질화규소의 열전도도를 높이기 위해서는 이 입자들을 크게 키우거나 배향성을 높여 열이 흘러갈 때 통과하는 입계면의 수를 줄여야 한다. 소결온도를 높이거나 소결시간을 늘리면 입자크기가 증가하지만, 질화규소와 같이 원자적으로 매끈한 고액계면을 갖는 세라믹스 액상소결체의 경우에는 이런 방법을 쓰면 입성장 속도가 너무 낮아 제조비용이 높아질 뿐 아니라 종종 비정상 입성장이 일어나 기계적 특성을 크게 저하시키기도 한다. 따라서 질화규소 입성장에 대한 보다 세밀한 이론적 접근이 필요한데, 본 연구에서는 몬테카를로 시뮬레이션을 이용하여 질화규소의 입성장과 치밀화 과정을 모사해 보았다. 특히, 최근에 개발된 유한차분법과 몬테카를로를 연결하는 방법을 이용함으로써 계산시간을 크게 단축할 수 있었다.

SE1-9 Application of CFD Simulation to CVD Process of Silicon Carbide

탄화규소 화학기상증착에의 전산유체역학 시뮬레이션의 응용

최균[1]*, 서진원[1], 이종흔[1]
[1]한국세라믹기술원
[1]고려대학교

Silicon carbide which is well-known structural ceramics of high hardness and strength shows an excellent oxidation resistance at high temperature especially when the silicon carbide is coated on SiC ceramics using CVD (chemical vapor deposition) process. Dense and pure silicon carbide films can be easily created on the ceramics at 1200°C and higher with hydrogen as a carrier gas and liquid CH_3SiCl_3 (methyltrichlorosilane, MTS) as a source material. In order to deposit uniform SiC films on the structural components having sophisticated structures, we should devise a reactor of suitable structure having proper inlets and outlets and temperature gradient in the chamber. And for the uniform coating of SiC, we should carry out lots of experiments to find out a proper condition to make continuous and dense films on the component. In this study, we have used thermodynamics calculation and CFD (computational fluid dynamics) simulation to reduce trial and error to get SiC films on the components. For that, not only the processing variables such as composition and flow rate of input gases, temperature and pressure but the CVD reactor structures have been verified to find the adequate condition. The CFD predicted thickness distribution showed good matching with the SiC thickness obtained after the optimization of the silicon carbide deposition.

SE1-10 Semiconductor Process and Device Simulation Using Phase-field Method

상장법을 활용한 반도체 공정 및 소자 시뮬레이션

권용우*, 이중혁, 조영재
홍익대학교

차세대 반도체 개발에서 시뮬레이션 활용은 투자 비용 절감 및 개발 기간 단축에 있어 매우 중요한 역할을 하고 있다. 본 발표에서는 반도체 개발에 사용되는 시뮬레이션 기법들의 역할을 전체적으로 소개하고, 상장법(PFM, Phase-Field Method)와 TCAD의 활용을 통한 연구 사례를 소개한다. 상장법은 금속미세구조 예측에 가장 많이 이용되고 있는 기법으로 원자 레벨 시뮬레이션을 적용하기에는 너무 크고, 유한요소 해석으로 다루기에는 기하학적 구조가 너무 복잡한 물질계를 다룬다. 상장법의 입력변수는 표면 및 벌크자유에너지와 확산 속도 등이며 그 결과로 미세구조의 기하학적 모양을 얻는다. 이를 유한요소 해석(FEA, Finite Element Analysis) 또는 기타 다른 매크로한 계산에 입력으로 넣어 미세구조에 의해 결정되는 유효물성을 예측한다. 이러한 유효물성을 FEA나 TCAD의 입력으로 넣어 소자 전체의 성능 및 신뢰성을 예측한다.

SE2-1 Hydroxyapatite Synthesis from Single Crystals of Calcium Compounds

김일용*
Nagoya University

Morphological control of hydroxyapatite (HAp) is one of very important prospects on development of bioactive ceramic materials. Hydrothermal processing has been the subject of much attention for HAp synthesis because it allows formation of HAp crystals with unique morphologies. HAp morphology formed through hydrothermal processing depends on solubility of starting materials. The purpose of this study is to investigate feasibility for formation of HAp crystals with controlled morphology from single crystals of various calcium compounds such as calcite, fluorite, calcium tartrate tetrahydrate under a hydrothermal condition. The single crystals were hydrothermally treated in a phosphate solution. Oriented structure of rod-shaped HAp was constructed on {104} planes of calcite. Plate-shaped HAp formed on the fluorite while aggregation of nano-sized HAp on the calcium tartrate tetrahydrate was observed after hydrothermal processing. The difference in the solubility of the starting materials well affected the morphology of HAp formed on the starting materials.

SE2-2 Effect of System Instability Caused by Lattice Defects on the Osteoconductivity of Apatite

격자결함이 유발한 시스템의 불안정성이 아파타이트의 골 전도도에 미치는 영향

이상훈[1]*, 조중상[1], 엄승훈[1], 유동수[2], 정용재[2]
[1]서울대학교
[2]한양대학교

인산칼슘계 세라믹스는 오랫동안 골 충진재로 사용돼 왔다. 하지만 자가골, 동종골, 혹은 이종골로 분류되는 천연유래 골 충진재에 비해 낮은 골 전도도 때문에 실제 임상에선 많이 사용되지 않는다. 이는 분말로부터 제조공정이 시작되는 세라믹스의 특성 상 고온 소결과정을 거치게 되고 이에 따른 천연유래 골 충진재에 비해 과도한 입 성장 및 결정도의 증가가 골 전도도를 감소시킨다. 본 연구에서는 이러한 단점을 해결하기 위해 수산화아파타이트 구성원소 일부를 외부이온으로 부분치환, 격자결함을 유발하였고, 이에 따른 시스템 에너지의 불안정성이 아파타이트의 용해도를 증가시켜 골 전도도가 증가되는 현상을 조사하였다.

SE2-3 Control and Evaluation of Connectivity in the Scaffold and Effects on Hard Tissue Regeneration

경조직 재생용 스캐폴드에 대한 기공 연결성 제어, 평가 및 조직 재생 효과

오경식*, 이민철, 정태주
국립안동대학교

경조직 재생을 목적으로 사용되는 스캐폴드는 혈관생성 및 조골세포의 이동을 뒷받침해야 한다. 이를 위해 특히 연결상태(Connectivity)와 관련된 기공구조의 중요성이 크다. 기공의 연결상태는 스캐폴드의 제조 공정에 따라 다양한 변수의 영향을 받는다. Porogen을 이용해 습식 성형 공정으로 수산화아파타이트 스캐폴드를 제작할 경우 Porogen의 사전 열처리 조건이 중요한 변수이다. 본 연구에서는 Porogen의 열처리 온도와 시간에 따른 연결 상태를 정량화하였고 이를 토대로 제작된 스캐폴드에서도 연결상태를 평가하였다. 그 결과에 따르면 스캐폴드의 연결정도는 Porogen의 연결정도에 따라 증가하지만 단순히 비례하지는 않았다. Porogen이 비교적 낮은 연결성을 가진 경우에도 스캐폴드는 연결성이 충분히 높은 상태임를 확인할 수 있었다. 이러한 연결상태의 차이는 Porogen의 neck 부분을 현탁액이 채우지 않기 때문으로 평가되었다. 적절한 연결성을 확보한 스캐폴드를 토끼의 대퇴골에 이식한 결과 스캐폴드의 중심부에서도 신생골 생성을 유도하기에 충분함을 알 수 있었다.

SE2-4 Bioceramic 3D Printing Techniques

윤희숙*
재료연구소

3D printing is a fabrication process in which objects are made from various materials in 2D layers that are stacked to produce a 3D object. Various 3D printing techniques have recently been suggested as new processes for the fabrication of bone scaffolds with customized shapes and good control over pore morphologies and porosities. Several 3D printing processes are available for fabrication of bioceramic scaffolds, including selective laser sintering, powder printing, stereo-lithography, and material extruding. . Meanwhile, almost all the 3D printing processes using bioceramics include a sintering process at high temperature. The sintering process often leads to shortcomings in biofunctional performance of the resulting scaffold. Our group has recently endeavored to develop a new process to fabricate ceramic-based scaffolds without employing the sintering process and has confirmed its effectiveness for preparing scaffolds with high biofunctionality as well as good performance. The research relating to development of 3D ceramic scaffolds using 3D printing systems for bone tissue regeneration conducted at KIMS will be reported in more detail.

SE2-5 Development of Spinal Interbody Fusion Device Using Novel BGS-7 Bioactive Glass-ceramics

BGS-7 세라믹 신소재 기반 척추 추체간 유합 보형재 개발

유현승*, 유현승
바이오알파

생체활성 세라믹스 중 가장 대표적인 물질은 하이드록시아파타이트, 베타형 인산3칼슘과 같은 인산칼슘 화합물이다. 인산칼슘 화합물은 우리 몸의 뼈 구성성분과 가장 유사한 물질로서 특히 비흡수성인 하이드록시 아파타이트와 생분해성이 있는 베타형 인산3칼슘은 골대체재 재료로서 가장 많이 활용되어 왔고 현재도 다양한 제품들이 출시되어 임상에 적용되고 있다. 그러나 이러한 인산칼슘계 세라믹 재질은 근본적으로 기계적 강도가 약해 체중 부하가 걸리지 않는 골 결손 부위 위주로 한정적으로 사용되고 있고 골유합 자체도 임상의로부터 확실한 소신을 심어주지 못하고 있어 전체 골대체재 시장에서 합성골 비중이 아직까지 그 역사에 비해 크지 못한 것이 사실이다. 좀더 다양한 부위에 체중 부하가 걸리는 부위에도 사용되기 위해서는 좀더 기계적 강도가 우수하고 기존 인산칼슘 화합물보다 생체 활성이 더 뛰어난 신소재가 절대적으로 필요하다. 본 저자는 기존 소재의 한계를 뛰어넘기 위해서 생체활성 결정화유리로 된 BGS-7이라는 신소재를 개발하였고 이를 우수한 골유합 결과를 요구하면서 기계적 강도가 뛰어나서 파손이 없어야 하는 척추 추간판 유합 보형재로 첫 상용화하였다. 임상에 처음으로 시도되는 신소재로서 많은 동물실험과 비임상 독성시험을 진행하였고, 허가용 인체임상시험과 5년 이상 장기 추시로 안전성과 유효성을 뒤받침한 근거를 계속 확보하고 있으며 다양한 골 결손 부위에 맞춤으로 대체하기 위한 추가 개발 진행 사항, 앞으로 미래 전망에 대해서 본 발표를 통해 소개하고자 한다.

SE2-6 Volumetric Analysis of New Bone Formation after Bone Regeneration Techniques, Using SR-μCT

골재생술 후 생성된 신생골의 방사광마이크로시티 (SRuCT)를 이용한 정량부피분석

김용건[1]*, 박정웅[2]
[1]경북대학교
[2]가천대학교

Conventional histomorphometry, consisting on the histologic analysis of biological specimens, is the “gold-standard” technique for the assessment of a particular cellular behavior or tissue in a specific analyzed volume. However, Its main disadvantages are the high cost, delayed time for analysis and destructive technique. Synchrotron radiation microtomography (SR-μCT) of μCTs is developing quickly to implement speed data acquisition, and volume analysis of bone biopsy specimens. The scanning was fast at approximately a few minutes per field of view, and the 3D image visualization and volume analysis could be performed in one hour. The procedure was validated by comparison with histomorphometric measurement. Our results clearly demonstrate the diagnostic potential of SR-μCT for fast, reliable, and analytical evaluation of bone regeneration in bone biopsy specimens. In this lecture, I’m focusing on usability of synchrotron radiation X-ray micro computed tomography (SR-μCT) for the high-throughput examination of bone biopsy specimens from bone regeneration techniques.

SE4-1 Tailored Nanowire Device for Sensing Specific Biological Factor

특정 생물학적 인자 감지를 위한 맞춤형 나노선 소자

홍민호[1]*, 나주관[1], 권주영[1], 유지수[1], 권용준[2], 최헌진[1]
[1]연세대학교
[2]국방과학연구소

다양한 나노 구조체 중, bottom-up 방식으로 합성되는 반도체 나노선은 대량 생산의 가능성 및 낮은 생산 가격 등에 있어서 큰 주목을 받고 있다. 특히 단위체적당 단면적비가 매우 높아 민감함을 요구하는 생체소자 분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 중, 본 연구팀에서는 수직형 실리콘 나노선 소자를 이용하여 체내 존재하는 특정 생물학적 인자 감지를 통한 전기적 신호에 대한 연구를 진행하였다. 혈액에 존재하는 생물학적 인자를 감지하기 위해 현재 다른 연구기관에 의해 개발되고 있는 생체소자는 혈액 채취 과정 및 신체 절제술이 필요하기 때문에 실시간 감지가 불가능하다는 단점이 있다. 따라서 본 연구팀은 심도 반응성 이온 식각(DRIE; Deep Reactive Ion Etching) 공정을 통하여 피부 각질층으로부터 혈관이 존재하는 진피층까지 침습이 가능한 3차원 구조를 갖는 실리콘 기판을 설계하였다. 이 후, 준비된 3차원 실리콘 기판을 기본으로 이온 및 생물학적 인자의 고감도 감지를 위해 VLS 성장기구(Vapor-Liquid-Solid Mechanism)로 실리콘 나노선을 성장시키고, 반도체 정밀 공정을 통하여 전극을 구성하였다. 이렇게 개발된 수직형 나노선 소자를 통하여 본 연구팀은 혈액 채취 및 피부 절제술이 필요 없이 피부 부착만으로 체내 혈관에 존재하는 이온 및 생물학적 인자의 실시간 그리고 고감도 감지가 가능한 생체소자를 개발하는데 성공하였다. 이 소자는 체외에서 감지가 불가능한 다양한 생물학적 인자를 실시간으로 감지하여, 증상이 늦게 나타나는 특정 질병의 조기 진단이 가능하므로 생체소자 분야에서 널리 응용될 것으로 예상된다.

SE4-2 Modification of Carboxylic Functionalized Fe_3O_4 Superparamagnetic Nano Composites for Using Bio

바이오 응용을 위한 카르복실기를 갖는 Fe_3O_4 나노 복합체 형성

최수완*, 안계석, 위성복, 한진순, 김태균, 허재욱, 최성철
한양대학교

Super-paramagnetic Fe_3O_4 nanoparticle is used in new growth industrial applications such as bio diagnosis system, magnetic storage media, magnetic resonance imaging agents, catalysts, drug delivery system. To apply bio technology specifically, Fe_3O_4 nanoparticles can be functionalized with hydroxyl group (-OH), carboxylic group (-COOH) and amine group (-NH_2) which are conjugated with various bio molecules and those surface functional groups could affect to prevent aggregation of Fe_3O_4 nanoparticles by electrostatic repulsion. In this study, Fe_3O_4@SiO_2@PAA and Fe_3O_4@PAA were fabricated with carboxylic group. Magnetic properties, stabilities in suspension and conjugation degree of protein between Fe_3O_4@SiO_2@PAA and Fe_3O_4@PAA were compared and Susceptibility to detect protein was evaluated for both carboxylic functionalized Fe_3O_4 nanoparticles. SEM and TEM were used to confirm size and morphology. Also, FT-IR was used to identify functional group of coated Fe_3O_4 nanoparticles and Zeta potential was analyzed for surface charge.

SF1-1 도자산업 현황과 발전전략을 위한 제언

김형태*
한국세라믹기술원 이천분원장

최근 들어 제조와 문화의 융합에 대한 관심이 고조되고 있다. 이는 문화를 융합시킨 제품이 더 많은 고부가가치를 창출할 수 있기 때문이다. 이와 같은 제조와 문화의 융합 산업 중 대표적인 것이 도자산업이다. 도자산업은 종합융합산업으로서 발전 가능성이 큰 산업이며, 국민 의식주 실생활과 밀접해 수요 창출 기회가 많은 산업이고 부가가치유발효과와 취업유발효과가 큰 산업이다. 그러나 정부 지원이 거의 없는 실정이고 기업은 영세하며 생산성이 낮고 내수 시장에서 의존도가 크고, 제품의 브랜드 인지도가 낮은 문제점이 존재한다. 따라서 도자산업의 장점을 살려 위축된 현실을 극복하기 위한 발전 전략으로는 산업체/정부/지자체/대학/연구기관의 협력된 공동의 노력이 필요하다. 도자산업 종사 기업 및 관련 단체는 수출 경쟁력 제고, 고부가가치 창출, 브랜드 가치 제고를 위해 노력해야 한다. 마케팅 강화 및 수출시장 다변화를 통해 내수 의존의 문제를 극복하고, 전후방 산업의 연계 강화, 비용절감 기술 개발 및 품질 경쟁력 제고를 통해 저생산성의 문제를 극복하며, 한국 도자 제품에 대한 홍보 강화와 영세 기업 간 M&A 및 협력 강화를 통해 영세성 및 낮은 브랜드 이미지의 문제를 극복해야 한다. 정부는 수출 경쟁력 제고, 고부가가치 창출, 브랜드 가치 제고를 위한 도자산업에 대한 지원책을 마련해야 한다. 지자체는 지역의 도자산업의 특성을 이끌어내고 시장의 참입을 보조할 수 있는 역할을 수행하여야 한다. 연구기관은 최신의 기술을 도자산업에 접목하고, 기능성과 특화제품의 개발에 주력하여 유망 품목의 발굴과 기술개발에 더욱더 적극적인 노력이 필요하다.

SF1-2 스마트 생활을 위한 전자세라믹스의 현황과 전망

김용수*
경기대학교 신소재공학과

미래사회는 인간의 삶의 질을 향상하고 편의성을 증진하기 위하여 초연결(hyper connectivity)사회 구현이 예상되므로 언제, 어디서나 대용량, 고품질의 정보를 고속으로 전달하고, 그 정보를 이용하여 스스로 판단하고 그 상황에 부합되는 처리를 할 수 있는 스마트 IT 환경 구축에 필요한 전자세라믹스의 전자기적 특성 향상과 개발이 필요하다. 지금까지는 디지털기술을 이용하여 개별산업에 IT기술을 적용하는 디지털 컨버젼스 기술이 중심적으로 활용되어 왔으나, 스마트 IT 환경에서는 스마트폰, 태블릿PC 등에 고도화된 인텔리젼스를 추가하여 인터넷, 이동성을 활용하고 사용자의 편의성(convenience), 안정성(safety) 과 건강(health)을 중요시하는 새로운 가치와 비즈니스에 적용될 수 있는 스마트 컨버젼스 기술이 요구되어지고 있다. 효율적인 스마트 IT 환경 구축을 위하여 전자세라믹스의 전자기적 특성중 반도성, 유전성 및 압전성을 이용한 부품 개발 현황과 전후방 산업과의 연계성 및 관련 산업체의 동향을 개괄하고, 관련 연구동향과 정부의 지원정책을 검토하여 산업체, 대학, 연구소 및 정부의 역할과 기능에 대하여 고찰하고자 한다.

SF1-3 세라믹 국보

한상목*
강원대학교 명예교수

한국의 국보(國寶)는 '유형문화재 중 인류문화의 견지에서 가치가 높고 유례가 드문것을 국보'로 지정하여 보존하는(문화재 보호법 4조) 우리나라 최고의 자산이다. 국보의 선정 기준은 역사적으로 예술적 가치가 크고 제작연대가 오래되고(100년 이상)그 시대를 대표하여 제작기법이 우수하고 형태가 특이한 것 등이다.

(분류) 전적 56, 세라믹스 54, 불상 41
탑 34, 고분유물 29, 건축 27 등
(장소) 국립중앙박물관 56, 리움 35, 기타
(세라믹 국보) 청자 24, 백자 19, 분청 5, 토기 4, 유리 2

세라믹 국보에는 기물이외에도 남대문, 경복궁 등 건축물의 기와와 같은 부속물이 있으며 국보에 버금가는 수많은 세라믹 보물 등이 있어 세라믹계의 자랑거리가 되고있다. 세라믹국보는 보존 문제에서도 부식이나 변질과 같은 물리적, 화학적 변화가 거의 없어 주위 환경에 구애를 받지 않으며 영구 보존이 가능한 장점을 갖고 있다.

SF1-4 엔지니어링 세라믹스 산업 발전에 요구되는 산학연 협력

박상환*
한국과학기술연구원, 물질구조제어연구센터

엔지니어링 세라믹스 산업은 세라믹스의 고온강도, 내마모성, 내부식성, 내화학성, 내열성, 단열성, 저열팽창특성 등의 특성을 이용하여 수송기기, 항공우주/방산, 반도체/디스플레이, 기계부품, 에너지 다소비(발전, 제철제강, 열처리) 및 환경 산업에 사용되는 세라믹스 원료, 세라믹스 소재/부품을 생산하는 산업이다. 엔지니어링 세라믹스 세계 시장규모는 2014년 현재 약 100조원 규모로 성장하였으며 연평균 약 8.5%의 성장세로 2018년에는 약 150조원 정도의 규모로 성장할 것으로 예측되고 있다. 세계 시장을 선도하는 주요 수요산업에서 요구되는 엔지니어링 세라믹 부품의 메가트랜드는 복합기능화, 고순도화, 초대형화, 고특성화이지만 국내 산업의 기술 수준은 세계 수준에 미치지 못하고 있기 때문에 국내에서 생산되는 엔지니어링 세라믹 제품의 대부분은 국내 수요산업에서 요구되는 retrofit 부품 시장에 적용되고 있다. 또한, 기술 선진국에서는 엔지니어링 세라믹스 소재/부품의 메가트랜드를 달성하여 기술 기득권 및 세계시장 확보를 위하여 첨단 기술개발을 체계적으로 추진하고 있으며 중국과 동남아 국가들은 저가격 제품 시장에 진입하고 있다. 단기적으로는 국내 업체들이 중국이나 동남아 국가들과 품질 경쟁에서 우위를 유지할 수 있으나, 장기적으로 보면 선진국들이 독점하고 있는 기술 집약적 제품을 생산하지 못하면 국내 엔지니어링 산업체의 미래가 불투명한 현실이다. 세계 산업 발전의 핵심인 고부가가치를 갖는 엔지니어링 세라믹스 소재/부품은 일부 세계적인 기업에 의해 독점되고 있으며 긴 기술 수명으로 자연적인 혁신 기술 개발에 의한 교체가 어렵다. 미래 국내 엔지니어링 세라믹스 산업 발전을 달성하기 위해서는 세계 시장에서 기술 경쟁력을 갖는 first mover 기술 개발 전략 구축 및 이를 효율적으로 달성하기 위하여 새로운 형태의 산학연 협력체계 및 전략 구축이 요구된다.

SF1-5 한국세라믹산업 발전을 위한 산, 한, 연 협력방안

이준영*
한국세라믹연합회

세라믹산업은 한국표준산업분류체계는 비금속광물제품제조업으로 분류되고 있으며 , 비금속광물제품제조업은 다시 유리, 시멘트, 내화물, 도자기, 내화물, 연삭재, 등 소재별로 분류하고 있다. 세라믹소재는 전자산업, 디스플레이산업, 철강산업, 자동차산업, 건축산업, 토목산업 뿐 만 아니라 에너지환경산업, 생체바이오산업 등 기간산업 및 첨단산업에 광범위하게 사용되고 있으며, 수요산업이 발달함에 따라 기술적 요구를 충족시키기 위한 기술 개발의 필요성이 다른 어떤 산업 보다 큰 산업이라고 할 수 있다. 세라믹산업의 교육체계를 살펴보면 고용노동부 산하 산업인력공단의 세라믹산업 국가직무능력표준분류와 교육부의 학습모듈(실업계고등학교, 전문대학 의 세라믹관련 교재) 에는 세라믹재료를 파인세라믹(전기재료, 광학재료, 내열재료, 생체재료 포함) 와 전통세라믹(유리법랑, 내화물, 연삭재, 도자기, 시멘트, 탄소제품 포함) 으로 분류하고 있으며, 파인세라믹의 경우는 용도를 기준으로 분류하였고, 전통세라믹 경우는 소재별로 분류하고 있어 분류 기준이 다르므로 혼돈을 피할 수 없다. 현재 세라믹산업계는 매출액 및 종사자수의 규모를 기준으로 크게 시멘트산업, 유리산업, 내화물산업, 도자기산업, 연삭재산업, 탄소소재산업, 석재, 기타비금속광물제조업 등으로 분류 할 수 있다. 그러나 세라믹소재를 가르치는 교육기관은 실업계고등학교 또는 전문대학에서 도자기공학 및 공예를 가르치는 교과과정은 있으나 대학교의 경우 시멘트공학, 유리공학, 내화물공학, 도자기공학, 연삭재제조, 탄소소재제조 와 같은 산업계에서 필요로 하는 학문을 가르치는 학교는 없는 실정이다. 따라서 세라믹산업계 미래의 발전을 위해서는 대학에서 산업체가 필요로 하는 교육과정을 개설해서 세라믹기술자를 양성하여 세라믹산업체에 지원하는 맞춤형 인력양석 프로그램 개발이 필요하다고 사료된다.

SF1-6 Needs대응형 산학연협력 -일본 큐슈지역에서의 산학연협력 사례-

김신*
(주)하슬라 대표이사

세계적인 경기불황 속에 극심한 어려움을 겪고 있는 우리 산업, 특히 세라믹산업을 활성화시킬 수 있는 방법은 무엇일까? 여러 가지 답이 있겠지만, 기술개발을 통한 시장개척이 하나의 해답이 될 수 있다. 물론 기술개발은 하루아침에 이루어지는 것이 아니며, 시간과 많은 자원이 투자되어야 한다는 것은 분명하지만, 장기적으로 보았을 때 끊임없는 기술개발만이 기업의 가치를 높이고, 이윤을 확대하며, 외부환경의 영향을 받지 않고 기업활동을 유지할 수 있게 하는 원동력이 될 것이다. 그렇기 때문에 지금과 같이 불황을 겪고 있는 시기가 오히려 적극적으로 기술개발에 투자해야 하는 시기라고 역설적으로 말할 수 있을 것이다. 인적·물적자원이 풍부한 대기업은 단독으로 신기술을 개발할 수 있지만, 대부분의 중소기업은 기업의 역량과 자원이 부족하기 때문에 기업 단독으로 신기술을 개발하기에는 한계가 있다. 이를 해결할 수 있는 방법의 하나가 대학·연구소와 협력하는 것이다. 그러나 산학연협력의 당위성과 필요성은 너무나 분명하지만, 구체적으로 어떻게 할 것인가에 대해서는 잘 모르는 경우가 대부분이라고 해도 과언이 아닐 것이다. 이번 강연에서는 일본 큐슈공업대학(九州工業大學) 산학협력추진센터(產學連携推進センター)의 나가타 스미오(長田 純夫) 객원교수가 제안하는 새로운 산학연협력모델에 대해서 소개하고자 한다. 나가타교수는 산학연협력이 원활히 이루어지기 위해서는 우선 대학·연구소의 의식개혁을 강조하고 있으며, 이는 산학연협력을 활성화시켜야 하는 우리에게 시사하는 바가 크다고 할 수 있다. 나가타교수가 제안하는 산학연협력모델은 지금까지의 협력이 seeds에 대응하는 것에 대해서 반대로 needs에 대응하는 모델이다. 즉, 산업계가 필요로 하는 needs로부터 출발하여 수없이 많은 그리고 높은 수준의 요소기술을 갖고 있는 학술체계(대학·연구소)를 목표(seeds)로 향해 가는 모델이다. 일본 큐슈지역에서는 이 모델을 실제로 적용하고 있으며, 성공적인 사례도 나오고 있다. 이외에도 나가타교수가 제안하는 산학연협력 순환고리, 순환모델, 우뇌형 협력모델, 양방향 세미나, 순환협정 등에 대해서도 소개하고자 한다. 이번에 소개하는 새로운 산학연협력모델을 활용하여 신기술·신제품개발을 통한 세라믹산업의 활성화가 이루어지기를 바란다.

SF3-1 Evaluation of Electrostatic Charge of Inorganic Pigments Coated by Silanes for Laser Beam Printer

LBP 무기안료의 Silanes 코팅에 따른 대전성능 평가

김근희[1]*, 피재환[1], 김유진[1], 조우석[1], 김형태[1], 황해진[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]인하대학교

LBP has six steps, which are charging, exposure, development, transfer, fusing, cleaning and discharge, for the printing product. In these steps, we focused on the development step for the source of submicron inorganic pigments. The toner is a negatively charged combination of inorganic particles. A control blade holds the toner at a micro size distance from the drum. The inorganic pigment then moves from the control blade to the more positively charged latent image on the drum. The image in static electricity needs to be developed – made visible. The developer introduces small particles of toner onto the static-charged surface of the drum. In this study inorganic pigments were coated by functional silanes to provide particles with the electrostatic charge. The coating thickness and kinds of silanes were changed to evaluate the electrostatic charge of coated pigments. After coating process, the electrostatic charge of inorganic pigments coated with silanes were evaluated by the Faraday's device. We will introduce the effect of 3-(N-phenylamino) propyltrimethoxy silane and phenyl tris (methylethylketoxime) silane coating on the electrostatic charge of inorganic pigments.

SF3-2 Effect of Frit Content on the Metal Marking and Scratching Resistance of Celadon Glaze

프리트가 첨가된 청자유약의 금속마킹과 스크래치성의 관한 연구

이나리[1]*, 피재환[1], 김근희[1], 김유진[1], 김형태[1], 김규설[2]
[1]한국세라믹기술원
[2](주)행남자기

Metal marking and scratching are related to surface roughness, hardness and toughness of glaze. To improve the glaze properties, frits were added in the traditional celadon glaze and reducing firing atmosphere was controlled. Surface roughness of celadon glaze was decreased with increasing the reducing agent content (LPG flowing rate) and increasing the frits content. Though hardness of glaze without frit was increased with increasing the reducing agent content, hardness of glaze with frit was not changed extremely with increasing the reducing agent content. To evaluate the metal marking and scratching resistance, wear resistance test was used with stainless steel ball. After wear test, many metal marks and wide scratching trace were observed in the traditional celadon glaze. However, a few metal mark and scratch were observed in the celadon glaze with frit. The friction coefficient of glaze in the wear test was strongly depended on the frit contents.

SF3-3 Study on the Growth of Monoclinic VO_2 Phase Applicable for Thermochromic Ceramic Tile

감온변형 적외선 차단 세라믹 타일에 적용하기 위한 Monoclinic VO2상 성장에 관한 연구

정대용[1]*, 김응수[2], 황해진[1], 조우석[2]
[1]인하대학교
[2]한국세라믹기술원

본 연구에서는 온도에 따른 상변화에 의해 전기적, 광학적 성질의 급격한 변화를 수반하는 물질인 VO_2을 적용하여 외부온도에 따라 선택적으로 적외선을 차단할 수 있는 기능성 세라믹 타일을 개발하고자 하였다. 제조방법이 간단하며 대면적 제조에 용이한 용액기반 공정을 사용하여 온도에 따른 가역적인 상변화를 일으키는데 필요한 순수 Monoclinic VO_2 단일 상을 얻기 위해 코팅층을 형성 후, 다양한 조건에서 열처리 하였다. XRD 분석을 통해 700°C 이하에서 열처리된 기판에서 상변화를 일으키지 않는 준안정상인 VO_2(B)상과 Monoclinic VO_2상이 혼재하여 성장하였으며, 750°C 이상의 열처리 조건에서 상변화를 통해 외부 온도에 따라 가역적으로 적외선을 차단하는 광학적 특성을 갖는 순수 단일상의 Monoclinic VO_2상이 형성된 것을 확인하였다. XRD 분석을 통해 Monoclinic VO_2 단일상은 68°C이상의 온도에서 적외선을 차단하는 Tetragonal Rutile상으로의 상전이 현상을 확인함으로써 임계온도 전, 후의 가역적인 상변화를 통한 Thermochromic 특성을 확인하였다. 또한, SEM을 통해 다양한 열처리조건에서 성장된 결정상에 따른 각기 다른 Morphology를 확인하였다. 상변화를 수반하지 않는 준안정 VO_2(B)상이 성장된 기판의 표면에서 Nanoneedle 형상들이 관찰되었으며, 상변화를 수반하는 Monoclnic VO_2상에서는 불규칙한 구형의 Nanofacet 형상이 관찰되었다.

SF3-4 Study of the Relationship between the Characteristics of Regional Ong-gis and Fermentation Behavior

지역별 옹기의 특성분석 및 발효와의 상관관계 분석

김수민*, 김응수, 조우석
한국세라믹기술원

옹기는 기체 투과 특성으로 인해 발효 음식의 저장용기로서 최적의 조건을 가지는 것으로 알려져 있다. 옹기는 제작 지역에 따라 형태나 크기에서 다른 특징을 가지며, 각 지역에서 채굴한 원료들의 성분과 입도 등이 달라 기공구조 등의 물성에서 차이가 발생한다. 본 연구에서는 강진, 여주, 울산, 예산, 제주 등 5개 지역의 옹기 태토를 분석하였고, 실제 지역별 옹기 완제품들의 물성을 분석하고 간장 숙성 실험으로 발효와의 상관관계를 분석하고자 하였다. 기공 형성에 주요 원인으로 추측되는 입도 분석 결과, 강진 태토는 92.29 μm로 가장 큰 평균 입도를 가졌고, 여주 56.88 μm, 울산 41.06, 예산 33.37, 제주 32.69 μm의 평균 입도가 나타났다. 미세구조 관찰 시, 강진과 여주 옹기는 10~30 μm의 미세 기공과 150 μm 이상의 거대 기공들이 관찰되었다. 옹기들의 기공율 측정 결과, 여주 14%, 강진 10.2%, 울산 11%, 예산 9.2%, 제주 4.9%의 기공율이 나타났다. 기체 투과 측정 시, 강진 옹기가 가장 빠른 투과가 일어났고, 제주 옹기는 거의 투과가 되지 않았다. 지역별 옹기들을 이용하여 120일간 간장 발효 테스트를 진행한 결과, 강진 옹기에서 3.3 kg으로 가장 많은 양의 소금 결정들이 생성되었다. 조회분 함량은 24.4 ~ 24.7%로 비슷하였고, 환원당 함량은 강진이 1.6%로 가장 많았으며, 제주와 여주가 1.2%로 낮았다. 간장의 풍미를 결정짓는 주요 요소인 단백질분해효소 활성도와 아미노산 분석 결과, 가장 좋은 투과특성을 가지는 강진 옹기의 간장이 가장 높은 단백질분해효소 활성도를 보이며 아미노산 함량이 5, 377 mg/100 ml로 가장 높았다. 반면, 다른 지역 옹기의 간장들은 아미노산 함량이 5, 000 mg /100 ml 이하였다. 좋은 투과 특성을 가지는 옹기는 음식의 발효에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

SF3-5 Formulation of Aqueous Ceramic Ink for Ink-jet Printing

잉크젯 프린팅용 수계 세라믹 잉크 제조

심희석*, 김응수, 조우석
한국세라믹기술원

잉크젯 프린팅용 세라믹 잉크는 점도, 표면장력, 밀도, pH, 분산안정성 등의 필요조건에 해당하는 물성을 만족시켜야 한다. 이를 통해 잉크 토출 시 Satellite droplet 없이 단일액적을 형성해야만 우수한 품질의 프린팅 결과를 얻을 수 있다. 일반적으로 피에조방식의 DOD 잉크젯 프린터에서 유체의 오네소지 수(Ohnesorge number)의 역수(Oh – 1 = Z)가 1 < z < 10 < span="">의 범위에서 안정한 프린팅이 가능한 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 나노사이즈의 $CoAl_2O_4$ 안료를 이용해 잉크젯 프린팅 시 노즐 막힘 현상이 없으며 분산안정성을 갖는 수계를 기반으로 하는 환경 친화적인 세라믹 잉크를 제조하고자 하였다. 이를 위하여 음이온성 고분자전해질 (Anionic Polyelectrolyte)를 사용하여 정전기적 입체 반발력(Electrosteric repulsion)을 통해 수계에서 나노 안료의 최적 분산조건을 확립하였다. 또한 Drop watcher 측정을 통하여 점도와 표면장력 변화에 따른 액적형성 거동을 관찰하였다. 이를 통하여 잉크의 물성에 따른 액적 형성 거동과 Reynolds number, Weber number, Ohnesorge number등의 무차원 수와의 상관관계 분석을 통해 오네소지 수의 역수가 3의 범위에서 안정적인 액적을 형성하는 것을 확인하였다.

SF3-6 The Suggestion of Guidelines for Application of Munsell System through Ceramic Pigment Colors

세라믹 안료 발색을 통한 MUnsell System 적용에 관한 기준안 제시

노형구[1]*, 김응수[2]
[1]한국전통문화대학교
[2]한국세라믹기술원

세라믹 안료를 이용하여 제품을 채색하거나 장식하는 도자산업의 경우 색채 재현을 위해 안료의 농도에 의한 색상과 색조변화를 체계적으로 분류하여 표준화한 기준이 없어 세라믹 안료를 적용하는 색채관리가 필요하다. 본 연구는 도자산업에 일반적으로 이용하는 빨강, 파랑, 노랑계열 무기안료의 물리적, 화학적 특성 분석을 위하여 부피비중, 평균입도, 결정상, 화학성분, 비표면적 측정을 실시하였고, 투명유와 혼합하여 고온 열처리 후 색도분석으로 CIEL*a*b*값과 Munsell H V/C 및 반사율을 산출하였다. 안료 혼합은 Munsell System에 적용되는 Green계열, Purple계열, Yellow-Red계열로 색상의 범위를 넓히고자 하였고, 안료 2종 혼합의 발색을 예측을 위해 Kubelka-Munk이론을 적용하였다. 안료의 첨가량에 따른 흡광율 변화로 안료 포화도를 판단하였다. 빨강 안료의 첨가량이 7 wt%, 노랑 안료 9 wt%, 파랑 안료 3 wt%부터 흡광율이 포화를 이루는 평탄역을 나타냈다. 안료 R-1과 Y-1의 혼합 색채는 vivid R계열과 soft, YR계열로 발색 하였고, 안료 R-1과 B-1의 혼합색채는 pale, soft, vivid PB계열로 발색하였다. 안료 R-1과 Y-1의 혼합 색채는 soft YR계열과 vivid R계열로 발색하였다. 발색한 2차 색상은 Munsell System의 Green계열, Purple계열, Yellow-Red계열에 분류하였고, pale, soft, 기본색, dull, vivid톤으로 영역을 확장하였다.

SF3-7 Study on Ceramic Pattern Processing Conditions and Values which Utilize LASER

레이져를 활용한 도자기 문양 가공조건 및 가치 연구

최정훈[1]*, 김응수[2], 강은태[1], 조우석[2]
[1]경상대학교
[2]한국세라믹기술원

인류역사에 도자기가 등장한 초기부터 심미적 요소를 가미하려는 시도는 지속적으로 존재하였다. 단순한 빗살문양에서 첨단 무기안료 인쇄기술까지 동일한 목적을 이루기 위해 방법은 다양화되고 표현의 범위는 넓어졌다. 그러나 심미적 요소의 추구는 공정의 복잡성을 야기하여 생산성을 고려해야 하는 산업도자 분야에서 선택 가능한 장식기법은 여전히 제한적이다. 본 연구는 심미적 요소와 생산성을 모두 만족하는 장식기법으로 LASER를 활용하여 유약을 선택적으로 용융시키는 방법을 연구하였다. CO_2를 광 증폭 활성매질로 사용하는 레이저 가공기를 활용하여 연구를 진행하였다. 도자기의 장점인 내식성을 유지하면서 표면에 문양을 적용하기 위해 기초실험으로 LASER의 출력에 따른 유면의 변화과정을 광학현미경과 전자주사현미경을 통해 분석하여 46J ~ 52J 에너지가 문양형성에 가장 효과적인 조건으로 확인하였다. 출력이 과다하게 조사되면 용융경계면에 미세 균열이 성장하고 부족한 출력은 유약용융에 필요한 열량을 제공하지 못하여 문양형성이 진행되지 않음을 확인하였다. 기초실험을 통해 확인된 LASER조사 조건으로 Vector방식과 Raster방식으로 각각 시편을 제작하여 그 결과를 분석하였다. 선 가공에 특화된 Vector방식은 빠르고 균일한 조사량으로 가독성이 높은 문양형성이 가능하다. 그러나 국소부위에서 급격하게 변화되는 온도는 탄소의 잔류를 야기하고 문양색상의 변화를 확인하였다. Raster방식은 도자기 표면에 인위적인 요철과 기공을 빠르고 편리하게 형성하여 심미성과 생산성을 모두 만족함을 확인하였다.

SF3-8 High Strength and High Fracture Toughness of Fe_3Al/TiC Composites

Fe_3Al/TiC 복합재료의 고강도 및 파괴인성

김용인[1]*, 최성철[1], 고세현[2]
[1]한양대학교
[2]한국생산기술연구원

Iron aluminides are considered to be a good material for the matrix in structural composites due to their excellent oxidation and sulphidation resistance at elevated temperature, and good fatigue and creep strength. Furthermore, they also offer advantages over many varieties of stainless steels in terms of density, cost and reduced consumption of chromium. Recently, a few studies have been carried out to utilize carbides or borides as reinforcements in iron aluminides via a powder metallurgy process. Among them titanium carbide with high hardness, low density and low chemical reactivity was found to be a suitable reinforcement for wear and high temperature applications. The improved mechanical properties can be further obtained by decreasing the grain size of both the matrix and the reinforced phase to the nanometer scale. The process that combine mechanical alloying (MA) and hot-pressing sintering is seems to be a promising way to achieve effects of refining grain size. In this study, the ease of processing of Fe_3Al/TiC composites by MA and hot-pressing sintering to nearly full density was demonstrated. TiC reinforced Fe–28 at% Al based composites are synthesized by in-situ reaction between titanium and carbon on iron–aluminum alloy and influence of contents of titanium and carbon on microstructures is investigated. The effect of mechanical properties such as fracture toughness, hardness and bending strength as well as the strengthening mechanisms were also investigated in this work.

SF6-1 A study of Hydration and Carbonation Properties of Mg-based Lime Binder on Accelerated Carbonation

촉진탄산화를 통한 Mg-based 석회 바인더의 물성변화 연구

문기연[1]*, 조진상[1], 최문관[1], 조계홍[1], 안지환[2]
[1]한국석회석신소재연구소
[2]한국지질자원연구원

수경성 석회 바인더는 친환경 건설재료로서 근래 몇 년 사이 국·내외 건축재료 시장에 다기능 바인더로 각광받고 있다. 적용형태에 따라 접합재, 마감재, 내·외장재 등으로 활용할 수 있으며 $CaCO_3$와 SiO_2 또는 Al_2O_3가 혼재되어 있는 저품위 석회석을 활용하여 제조하기 때문에 자원 효율화에 대한 기여도도 높다. MgO가 다량 함유되어 있는 저품위 석회석의 경우 dolomitic lime으로 EU 규격 내 기경성 석회 바인더의 일종으로 구분되어 있지만, 양생 과정 중 팽창에 의한 내구성 저하 요인이 문제시 되는 경우가 많아 석회 바인더로서의 실질적인 적용성능 연구가 꾸준히 진행되고 있지 않다. 또한 $Mg(OH)_2$의 탄산화 반응이 매우 천천히 진행되는 만큼 탄산화 및 수화반응에 의한 특성변화 거동을 명확히 할 수 없다는 연구 결과가 다수 존재한다. 본 연구에서는 MgO 함량이 높은 dolomitic limestone을 활용해 Mg-based 수경성 석회 바인더를 제조하여 수경성이 부여된 Mg-based lime의 수화거동을 조사하고자 하였으며, CO_2 농도를 10%로 조성하여 촉진탄산화를 통한 Mg-based lime의 탄산화반응에 의한 광물상 및 물리적 특성변화를 검토하고자 하였다.

본 연구는 산업통상자원부 한국에너지기술평가원의 “국내 석회석광 적용 자동차 경량화 광물 원료 등 미래자원화기술실증화 연구 (과제번호: 2013T100100021)”의 연구비 지원을 통하여 수행되었습니다.

SF6-2 Preparation of Lime Based Powder with High Specific Surface Area

높은 비표면적을 갖는 석회 분체 제조

최영훈[1]*, 허재훈[2], 이신행[1, 3], 한준[3], 안지환[4]
[1]대성엠디아이(주)
[2]한일시멘트
[3]광운대학교
[4]한국지질자원연구원

일반적으로 고 비표면적, 고 다공성, 초미세 입도(예, 나노분체) 등의 특성을 한 가지 이상 지닌 입자들을 고 반응성 분체라고 한다. Kozo Ishizaki 등에 의하면 생물학적 반응을 통한 효소를 고정화 시키는 다공성 세라믹스의 경우 초미세 다공성 분체인 15 ~ 70 nm, 미생물을 고정화하기 위해서는 조금 큰 다공성을 가진 5 ~ 30 μm 정도 크기의 기공이 필요하다.*) 또한, 고 비표면적을 지닌 고 반응성 소석회의 경우에는 유해가스 제거용(주로 배연탈황)으로 활용되는 가스와의 접촉면을 확대하여 높은 반응성을 나타낸다. 본 연구에서는 석회제품(석회석 및 백운석)의 고부가가치 실현을 위하여 고 비표면적을 갖는 다공성 분체를 제조하는 것을 목적으로 한다. 각 시료제조 공정은 열처리 후 습식수화 방식으로 lime slurry를 제조하고, 다공성 분말의 구현을 위하여 bead 형태의 기공 형성제를 적용하여 최종 분체를 제조하는 순서로 진행하였다. 비표면적이 상이한 석회석의 다공성 표면형상 및 기공 분포 등과 같은 정밀한 정보를 얻기 위하여 SEM 이미지, EDX 및 BET장비를 활용하여 분석을 진행하였다. 위와 같은 방법으로 제조된 높은 비표면적을 갖는 석회석은 녹조 제거제, 효소 고정 및 유해 가스 제거용으로 활용될 수 있다.

본 연구는 산업통상자원부 한국에너지기술평가원의 “국내 석회석광 적용 자동차 경량화 광물 원료 등 미래자원화기술실증화 연구 (과제번호: 2013T100100021)”의 연구비 지원을 통하여 수행되었습니다.

SF6-3 The Factors Affect the Synthesis of Nano Precipitated Calcium Carbonates

나노 PCC의 합성에 영향을 주는 요소들

CHILAKALA RAMAKRISHNA[1]*, THENEPALLI THRIVENI[2], 안지환[2]
[1]Hanil Cement Co Ltd.
[2]Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM)

In this paper we reported the optimization parameters of nano precipitated calcium carbonate synthesis by carbonation process. The temperature and CO_2 flow are the key parameters in the formation of nano PCC particles. The optimized temperature is 65°C and the CO_2 flow rate is 20 mL/min. In this research work, by studying the effects of the nano precipitated calcium carbonate production parameters by carbonation method to achieve the nano sized particles. We reported in this paper compare the different synthesis methods and compare the size distribution of nano PCC by various conventional methods. The formation of nano particles by solution process and how the parameters affected the crystal growth and nucleation are still limited information. We presented in this paper the epitaxial growth of the nano particles.

This research was conducted in 2015 with support from the energy technology development project[2013T100100021] of the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP), financed by the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE).

SF6-4 Effect of Crystal Size and Grade on Thermal Decomposition of Limestone

석회석 결정크기 및 품위가 열분해 특성에 미치는 영향

조진상[1]*, 최문관[1], 문기연[1], 조계홍[1], 안지환[2]
[1]한국석회석신소재연구소
]2]한국지질자원연구원

등온분석법에 있어 f(α) kinetics 모델 등 kinetic 분석을 위한 많은 방법들이 반응 메커니즘을 정량 분석하기 위해 사용되어 왔다. 본 연구에서는 등온 kinetics 분석 방법이 탄산칼슘 (석회석)의 열분해 kinetics을 연구하기 위해 이용되었다. 국내 여러 지역에서 산출되어 나오는 5종의 석회석 샘플에 대한 소성 특성이 강열감량 데이터를 이용하여 조사되었다. 여러 가지 kinetics 모델들이 실험결과에 적용될 수 있으며, 표면 반응속도 메커니즘에 따르는 shrinking core 모델이 실험데이터를 적용하는 가장 적합한 방법임을 문헌을 통해 알 수 있었다. 질량 전달계수, 확산율 및 활성화 에너지가 본 연구의 데이터를 활용하여 계산되었으며, 소성온도, 소성시간, 석회석 결정 크기 및 품위에 따른 경향성을 검토하였다. 분석결과 석회석 종류에 따라서 19 ~ 55.3 kcal/mol의 활성화 에너지를 나타내었으며 품위가 낮을수록 활성화 에너지는 높았으며, 돌로마이트 성분을 포함한 석회석과 결정크기가 큰 석회석은 낮은 활성화 에너지를 보였다.

본 연구는 산업통상자원부 한국에너지기술평가원의 “국내 석회석광 적용 자동차 경량화 광물 원료 등 미래자원화기술실증화 연구 (과제번호: 2013T100100021)”의 연구비 지원을 통하여 수행되었습니다.

SF6-5 The Use of Limestone for Algae Treatment

석회석의 녹조 제거 효과

허재훈[1]*, 최영훈[2], 안지환[3]
[1]한일시멘트
[2]대성엠디아이(주)
[3]한국지질자원연구원

점점 더 심각해지는 지구온난화에 대비하기 위해서는 강우 지역의 편차가 심하고 이상 고온이 지속되며 4 대강 사업 등으로 인한 주요 식수원으로 사용되는 강(또는 댐, 호소)의 수질 확보가 필수적이다. 이를 위해서는 오염의 원인이 되는 유기물 배출에 의한 부영양화가 진행되지 않도록 감시를 통한 관리를 강화하거나 질소와 인을 제거할 수 있는 고도처리시설을 확충할 필요가 있다. 하지만, 이상고온과 가뭄이 지속되는 상황에서는 댐 저수율(강 및 호수 등의 수자원으로 쓰이는 물 포함) 확보를 위해 장기간 물의 유동이 없게 되면서 부영양화에 의한 다량의 녹조의 생성에 의한 피해를 피할 수 없는 것이 현실이다. 본 연구에서는 녹조 제거제로 사용될 수 있는 생석회의 고온에서의 온도변화에 따른 탈탄산화 반응 및 치밀화에 따른 결정립의 변화, 고품위 생석회 미분특성, 비표면적이 높은 소석회의 제조 방법 등을 소개한다. 또한, 세종보에서 채취한 녹조 오염수에서의 부영양화와 충주호에서 채취한 녹조 오염수의 활성탄을 포함한 석회석 첨가에 따른 pH 변화 및 변화에 따른 실험들을 진행하여 석회석의 녹조 효과를 평가하고 녹조 생물의 사멸 및 불쾌한 가스 제거 메커니즘을 화학반응식을 통해 증명한다. 우리나라의 유일한 부존자원인 석회석을 활용한 고부가가치 활용을 위한 실용적인 기술들이 많이 개발되고 응용 산업들이 더욱 활성화되기를 기대해본다.

본 연구는 산업통상자원부 한국에너지기술평가원의 “국내 석회석광 적용 자동차 경량화 광물 원료 등 미래자원화기술실증화 연구 (과제번호: 2013T100100021)”의 연구비 지원을 통하여 수행되었습니다.

SF6-6 Removal of Colored Sticky Materials in Papermaking Recycled Fibers by in-situ $CaCO_3$ Formation Method

in-situ를 통한 $CaCO_3$ 형성 방법 에 의해 재활용 된 제 지용 섬유 의 점착성 착색 물질 의 제거

서영범*, 지성길
충남대학교

In utilization of recycled fibers in papermaking, impurities from ink, coating materials, food, metals, and many others are always included and causes quality problems in paper products such as brightness and paper machine runnability. By application of in-situ $CaCO_3$ formation on recycled fiber furnish, it was found that most impurities were covered by newly formed $CaCO_3$. There were brightness improvement and less sticky materials left on the fiber furnish. In-situ $CaCO_3$ formation on recycled fiber furnish could improve brightness without loss of fibers and allow recycled fibers to perform better in paper machine.

This research was conducted in 2015 with support from the energy technology development project [2013T100100021] of the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP), financed by the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE).

SF6-7 Characteristics of Eco-friendly Porous Concrete with Alkali-activated Cement and Coal Bottom Ash

알칼리 활성 시멘트와 석탄 바닥재를 이용한 친환경 투수 콘크리트의 특성

김광목*, 장정국, 이행기
KAIST

석탄화력발전소에서 발생하는 석탄 바닥재는 다공질의 거친 표면을 가진 산업부산물로서 투수 콘크리트 제조에 필요한 굵은골재로 재활용될 수 있으나, 바닥재에 함유된 고농도의 카드뮴, 구리, 비소 등 중금속 용출에 의한 환경오염이 우려되어 왔다. 한편 이산화탄소 배출량이 많은 포틀랜드 시멘트를 전혀 사용하지 않고 고로슬래그와 알칼리 자극제에 의해 수화반응을 유도하는 알칼리 활성 시멘트는 높은 강도 발현성과 중금속 고정화능을 지닌 재료로서 투수 콘크리트 제조를 위한 결합재로 적합하지만, 탄산화에 민감한 단점이 있다. 본 연구에서는 알칼리 활성 시멘트와 바닥재를 이용한 친환경 투수 콘크리트의 제조와 탄산화 작용이 투수 콘크리트의 중금속 용출 및 역학적 특성에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

본 연구는 산업통상자원부 한국에너지기술평가원의 “국내 석회석광 적용 자동차 경량화 광물 원료 등 미래자원화기술실증화 연구 (과제번호: 2013T100100021)”의 연구비 지원을 통하여 수행되었습니다.

SF6-8 Development of Abandoned Mine Backfill Material by Utilizing the Power Plant By-products

발전소 부산물을 활용한 폐광산 채움재 재료 개발

김준식[1]*, 이건호[1,2], 남성영[1], 민승의[1], 이형우[1,2], 안지환[3], 한준[2]
[1]한일시멘트
[2]광운대학교
[3]한국지질자원연구원

광물자원 개발에 따라 필연적으로 지하 채굴공동이 발생하게 되며, 폐광산 뿐만 아니라 가행광산에도 지하 채굴공동에 의한 지반침하 등의 문제점이 발생되어 이에 대한 해결책이 필요한 실정이다. 또한, 우리나라는 전력생산의 65%를 화력발전에 의존하고 있으며 최근 일본 원자력사고 등에 대한 이슈로 제 6차 전력수급정책상 25기의 화력발전소를 증설한 계획에 있다. 이에따라 발전회의 발생량은 2012년 기준 약 900만톤에 달하는 실정이며, 대량발생되는 발전회의 대체자원화 기술이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 소량의 시멘트계 Binder를 기반하여 발전회를 대량사용하는 배합을 개발하기 위하여 기존 OPC 대비 강도, 팽창성능이 약 30% 우수한 CSA혼합재를 사용하였으며, 발전회의 대량활용을 위하여 전체 배합 중 발전회를 최대 90%~95%까지 사용가능 폐광산 채움재 최적배합을 도출하였다. 또한, 발전회 중 비산재와 바닥재를 혼용사용 할 수 있는 최적배합을 도출하여 향후 발전소에서 문제가 되는 Ash를 대량처리 할수 있는 페이스트 채움공법용 배합을 활용하여 폐광산 등의 지하 공동을 안정적으로 채울수 있는 재료를 개발하고자 하였다.

본 연구는 산업통상자원부 한국에너지기술평가원의 “국내 석회석광 적용 자동차 경량화 광물 원료 등 미래자원화기술실증화 연구 (과제번호: 2013T100100021)”의 연구비 지원을 통하여 수행되었습니다.

포스터발표 I

2015년 11월 4일 (수)

P1-G1-1 Development of αAl_2O_3 Ceramics/ Photopolymers Composites for 3D Printing

3D 프린팅용 αAl_2O_3 세라믹스/광경화성 고분자 복합체 개발

박태완*, 정영훈, 조정호, 백종후, 윤지선
한국세라믹기술원

To improve strength of 3D printing object, the αAl_2O_3 ceramic/ photopolymer composites were synthesized and characterized. The chemical and physical properties of the composites were analyzed by Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR), thermogravimetry (TG), X-ray diffraction (XRD) and field emission scanning electron microscopy (FE-SEM). The effect of liquid density and viscosity of composite materials on 3D printing process were analyzed. The mechanical properties of 3D printed objects were studied using a tensile tester (Instron5564).

P1-G1-2 Synthesis and Characterization of BNKT-BF/PVDF Piezoelectric Nanofiber Composites

전기방사에 의해 제조된 BNKT-BF/PVDF나노섬유 복합체의 합성 및 특성분석

지상현*, 정영훈, 조정호, 백종후, 윤지선
한국세라믹기술원

Piezoelectric composite nanofibers of PVDF (polyvinylidene fluoride) polymer and BNKT-BF ($0.97Bi_{0.5}(Na_{0.78}K_{0.22})_{0.5}TiO_3$-$0.03BiFeO_3$) ceramics were fabricated by electrospinning. The effects of the ceramic content on the tensile properties (stress-strain curves) of the composite nanofibers were investigated as a function of the BNKT-BF ceramic content from 0wt% to 80wt%. The crystal structure and microstructure of the composite nanofibers were characterized by using X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM). With increasing the ceramic content, the peak intensity of the perovskite crystal phase of the BNKT-BF ceramics increased, while the semi-crystalline peak intensity of PVDF decreased.

P1-G1-3 발표취소

P1-G1-4 Structural, Optical and Grain Boundary Potential Characteristics of Sulfurized $BiFeO_3$ Thin Films

황화처리된 $BiFeO_3$ 박막의 구조적, 광학적, 결정립계 전위의 특성

이승민*, 조용수
연세대학교

Recently, ferroelectric materials have attracted great interest for photovoltaic applications. Bismuth ferrite ($BiFeO_3$) is one of the most investigated materials for photovoltaic applications due to its relatively low band gap compared to other ferroelectric materials. However, reduction of the band gap is required to enhance broadband light absorption in solar spectrum. Here, sulfurized $BiFeO_3$ thin films have been investigated with the purpose of reducing band gap. A strong dependence of the degree of sulfurization on structure and optical properties of the $BiFeO_3$thin films was observed. The sulfurization process substantially reduced the band gap from 2.83 eV for the reference sample to ~1.90 eV in a sample sulfurized at 200^oC, a temperature at which the $BiFeO_3$ phase was still dominant. The existence of secondary Bi_2S_3 phase was found to be initiated from the film surface and became serious at higher temperatures. The sulfurized $BiFeO_3$ film exhibited relatively higher positively charged grain boundaries than the reference film, suggesting its improved applicability in photovoltaic devices.

P1-G1-5 The Characteristic of (Al, P) Co-doped ZnO Thin Films with RF-Magnetron Sputtering.

RF-Magnetron Sputtering법으로 증착한 (Al, P) co-doped ZnO 박막의 전기적 및 구조적 특성

신승학*, 허영우, 이준형, 김정주
경북대학교

투명 전도 산화물(Transparent Conducting Oxides:TCOs)중 가장 널리 알려진 ZnO는 wide bandgap(3.37eV)와 large excition binding energy(60 meV)값으로 인해 차세대 투명 전도 산화물, LED와 LD 소재로 각광받고 있다. ZnO는 기본적으로 전자를 내어놓는 intrinsic한 defect인 Zn_i, V_O로 인해 n-type 특성을 나타내고, 이러한 native defect를 제어하는 것이 p-type ZnO를 만드는 것에서 중요한 요점이 된다. 이 때 buffer layer를 사용하는 것이 많은 연구를 통해 제시되었고, buffer layer가 투명 전도 산화물의 p-type 특성을 향상시키는 것으로 알려지고 있다. 본 연구에서는 RF-magnetron sputtering을 이용하여 c-plane sapphire 기판 위에 다양한 증착온도의 ZnO buffer layer를 증착하고 그 위에 ZnO:(Al, P) co-doping한 APZO를 증착하였다. ZnO buffer layer를 증착온도에 따라 분석하고 APZO가 어떤 영향을 받는지 관찰하였다. 또한 APZO 박막의 두께에 따라 전도도의 차이를 측정하여 궁핍층의 두께를 예상하고 그에 따른 박막의 미세구조와 전기적 물성의 차이를 분석하였다. 이러한 박막을 XRD, phi-scan, pole-figure, Hall effect, AFM, FE-SEM을 이용해 미세구조와 물성을 관찰하였다. 본 실험을 통해 ZnO buffer layer를 사용하는 것이 투명 전도 산화물 박막의 특성을 향상시키고 결정성이 박막의 물성에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

P1-G1-6 Synthesis of Alumina-graphene Composites by Planetary Mill

Planetary mill을 이용한 알루미나-그래핀 복합체 제조

최기범*, 김종영
한국세라믹기술원

Dense alumina-garphene composites have been prepared by hot press sintering from planetary milled graphene and alumina powder. To prepare slurry, plate-shaped alumina and graphenewere mixed in N-Methyl-2-pyrrolidone (NMP) solvent. To obtain a homogeneous suspension, the slurry was milled using alumina balls (φ=3 mm) as a medium for 10 h with a rotation speed of 250 rpm by planetary mill. The milled slurry wa dried using vacuum oven at 200°C The dried powder was sintered by hot press in Ar flowing atmosphere. Sintering condition was 1500°C 1 h, with a pressure of 30 Mpa. According to TEM & FE-SEM image, resulting composite shows homogeneous dispersion of graphene in the ceramic matrix. The sintered composites exhibit low surface resistance wuth increasing the concentration of graphene.

P1-G1-7 Effect of Alumina Doping in Tin Oxide Thin Films

산화주석 박막에 대한 알루미나 도핑의 효과

한상진*, 김성민, 박은길, 김형준
서울대학교

In this study the changes of structural and electrical properties of Al doped tin oxide films deposited by DC reactive sputtering were investigated. The Al doped tin oxide films were prepared by co-sputtering (50 nm thickness, Al content of 0 ~26 at.%) sing aluminum oxide and tin oxide targets and post annealed at 400°C in air ambient. The typical x-ray diffraction peaks of SnO_2phase gradually shift to high angle and the intensity of the peaks gradually decreases as Al content increases. Finally no diffraction peaks are observed over 11 at.% of Al content. Because the Al^{3+} cation has smaller ionic radius (53Å) than the Sn^{4+} cation (69Å), those changes are good evidences that doped Al^{3+}cations are substituted for the Sn^{4+} cations. These structural changes cause remarkable changes in electrical conduction characteristics The sheet resistance rapidly increases to 10^8 Ω□as Al content increases to 5 at.%, and then it decreases to ~10^5 Ω □s Al content increases further up to 9 at.%. And the hall measurement results shows clear p-type conductivity for the Al contents of 5 ~ 8 at.%. These results are can be explained as follows. Since the undoped SnO_2 thin film is an intrinsic n-type conductor, the doped Al^{3+}cations act an acceptor impurity. Thus an increase of Al doping concentration causes a decrease of the majority carrier (electron) density, resulting in less conductive. Furthermore, as Al doping concentration is increased much further, the majority carrier of the thin films changes from electron to hole.

P1-G1-8 Low Temperature Synthesis of Fluorine-Doped Tin Oxide Transparent Conducting Thin Film at 200°C

최재석[1]*, 김창열[1], 최성철[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]한양대학교

Transparent conducting oxide (TCO) is widelyused for the application of flat panel display like liquid crystal displays and plasma display panel. It is also applied in the field of touch panel, solar cell electrode, low-emisstivity glass, defrost window, and anti-static material. Fluorine-doped tinoxide (FTO) thin films were fabricated by spray pyrolysis of ethanol-added FTO precursor solutions, respectively. FTO thin film by spray pyrolysis is very much investigated and normally formed at high temperature, about 500°C. However, these days, flexible electronics draw many attentions in the field of IT industry and the research for flexible transparent conducting thin film is also required. In the industrial field, indium-tin oxide (ITO) film on polymer substrate is widely used for touch panel and displays. In this study, we studied the possibility of FTO thin film formation at relatively low temperature of 200°C. We found out that the control of volume of input precursor and exhaust gases could make it possible to form FTO thin film with a relatively low electrical resistance, less than 50 Ohm/sq and high optical transmittance about 90%.

P1-G1-9 Development and Evaluation of Self-powered Energy Harvester in Wireless Temperature, Vibration Sensor Node for Diagnosis of Outdoor Substation

실외 변전소 구조물의 상태진단용 자가발전 무선 온도, 진동 센서 노드 개발 및 평가

김창일[1]*, 윤지선[1], 정영훈[1], 조정호[1], 백종후[1], 장용호[2], 최범진[2], 박신서[2], 조영봉[3], 손천명[4], 서덕기[4]
[1]한국세라믹기술원
[2](주)젠불
[3](주)티오션
[4]한전KDN(주)

발전소에서 생산한 전력을 송전선로를 통하여 보낼 때 전력손실을 최소화하기 위해 송전전압을 높인다. 그리고 가정과 공장에서 필요로 하는 전압과 전류로 변경하여 전력을 공급하는 데 이때 필요한 시설이 변전소이다. 전력공급 중단 등의 사고를 방지하거나 이상 작동할 때 빠르게 대처할 수 있도록 변전소 구조물의 환경을 관찰하는 시스템이 필요하다. 옥외에 설치된 변전소는 넓은 지역에 설비가 설치되어있고 설치할 센서는 비나 바람 등에 의한 외부 환경에 노출되어있게 된다. 이에 압전 에너지 하베스팅 기술을 접목하여 별도의 전원공급이 필요 없어 전원 공급선이 필요 없도록 하였고 변전소 구조물의 표면 온도와 진동환경 그리고 무선센서 노드의 전원을 관찰하여 데이터를 무선으로 송신하고 이를 수신하여 변전소 구조물을 관찰하는 시스템을 개발하고자 하였다. 압전 소재를 이용하여 외부 진동 환경(변전소 구조물의 진동)에 최적화된 에너지 하베스터의 구조를 설계하여 하베스팅 모듈을 제작하였으며 옥외 변전소 구조물에 자가발전 무선센서 노드를 부착하여 충방전 여부, 송수신 여부를 평가하였다. 변전소 구조물에 부착된 자가발전 무선 온도 센서와 진동 센서, 전압 센서를 통하여 온도, 진동(Hz), 전압(V) 데이터를 수 분 간격으로 무선전송 및 수신하여 관찰할 수 있음을 확인하였다.

P1-G1-10 Synthesis and Characterization of Rod-shape Ni-Zn Ferrite

막대 형상의 Ni-Zn 페라이트 합성 및 특성 평가

최현빈*, 전명표, 전승엽
한국세라믹기술원

The rod shape Ni-Zn Ferrites were synthesized by topotactic reaction method using shape controlled Goethite as raw materials, and their phase, microstructure and magnetic properties were measured with XRD, FE-SEM, VSM. The morphology of Goethite is dependent on the some factors such as reaction time, air flow rate and pH conditions. It was observed that R value (OH^-/Fe^{2+}) strongly affects on the synthesized Goethite shape and is optimal at R = 4.5 through the XRD analysis. The shape of the Goethite was finely adjustable with air flow rate, which was confirmed with XRD and FE-SEM. Goethite particle size decreased as air flow rate increases. The synthesized Ni-Zn Ferrite particles have rod shapes and is similar with Goethite in shape that is used as a starting material, which means that the shape of Ni-Zn Ferrite particle can be controlled with Goethite.

P1-G1-11 Control of Explosion Phenomenon in Micro Hole on Zero-shrinkage by UV Laser

무수축 기판 상에 UV 레이저 가공 시 나타나는 미세 홀의 터짐현상 제어

안익준[1]*, 여동훈[2], 신효순[2], 심광보[1]
[1]한양대학교
[2]한국세라믹기술원

최근 전자산업의 발전으로 소형화, 다기능화, 고집화 추세에 따라 부품 및 모듈의 집적도가 높아짐으로써, CO_2 레이저에 비해 천공 후 burr 발생을 줄일 수 있는 UV 레이저를 이용하여 수십 μm 단위의 미세 홀 가공 기술의 적용이 확대되고 있다. 무수축 기판 상에 UV 레이저로 미세 홀을 천공 시 홀 가공부분이 부풀어 올라 가공하고자 하는 홀 사이즈보다 더 크게 천공이 되는 '터짐현상'이 발생하였다. 이러한 현상은 천공되는 미세홀의 크기가 작거나, 기판의 두께가 두꺼울수록 발생할 확률이 증가하였다. 본 연구에서는 무수축 기판 제조를 위한 글라스 파우더를 ball mill, attrition mill, planetary mill로 각각 분쇄하여 입도를 제어한 후 Tape casting 방법으로 시트를 성형하여 400 μm 두께의 무수축 기판을 제조하였다. 무수축 기판상에 UV 레이저로 미세홀을 천공하여 '터짐현상'을 관찰하며 미세 홀 천공을 위한 최적조건을 찾고자 하였다.

P1-G1-12 Development of Thick Film Printed Copper (TPC) Paste for Power Modules

전력형 반도체용 TPC(Thick Film Printed Copper) 페이스트 개발

박준영[1]*, 김종희[1], 김영태[2], 정현성[1]
[1]한국세라믹기술원
[2]MSC

최근 파워모듈의 요구가 늘어남에 따라 Si기판이 아닌 고전압 인가가 가능한 SiC반도체 기술이 주목을 받고 있다. 이러한 전력반도체 사용시 발생하는 열을 배출하기 위하여 기존 PCB보다 열전도도가 우수한 세라믹 기판을 사용이 필요하게 되었다. 또한 이러한 기판에 고전압이 인가될 수 있는 회로를 DBC(Direct Bonded Copper)의 copper foil을 에칭하여 형성하고 있다. 이 방법은 고가의 압착소성로와 패턴 식각공정에 대한 투자부담이 큰 단점이 있다. 본 연구에서는 DBC공정 대신 기판 상에 직접 스크린 프린팅으로 회로를 형성하는 TPC(Thick film Printed Copper) 공정을 개발하려 한다. 직접 프린팅하는 방법에 의해 위에서 언급된 고가의 투자부담을 덜어 가격경쟁력을 제고하는 큰 장점을 가지고 있다. Cu분말을 이용해 Paste를 제조하고 이를 고방열성 질화알루미늄(AlN)기판위에 스크린 프린팅 한 후 산소분압을 조절하여 소성을 진행함에 따라 Cu 전극층과 세라믹기판간의 Adhesion 향상은 물론 면저항 또한 1mΩ이하의 낮은 값을 가지는 것으로 확인되었다. 향후 페이스트의 전도성을 더 높이고, 제작공정을 표준화 시킨다면 DBC를 대신하여 가격 경쟁력 있는 전력반도체 회로형성 기술이 될 것이라 예상된다.

P1-G1-13 Fabrication of AlN Whiskers Via Catalyst-assisted Carbothermal Reduction and Nitridation and Enhancement Thermal Conductivity of AlN Whiskers/Polymer Composites with Aligned Structure

DANGTHIMYLINH*, 김창열
한국세라믹기술원

Aluminum nitride whiskers were successfully fabricated at low temperature of 1500°C by carbothermal reduction and nitridation (CRN) of the $Al_2O_3$and carbon with addition of catalyst of $CoSO_4.7H_2O$. The formation and growth of AlN whiskers were confirmed by TGA-DTA, XRD, FE-SEM, TEM and SAED investigations. It was found that Co_3O_4droplet existed on the surface of Al_2O_3 and acted as catalyst for the growth of AlN whiskers by vapor-liquid-solid (VLS) mechanism. In addition, composite bulks with aligned AlN whiskers were fabricated by doctor balding and hot-pressing, observed by FE-SEM image. The composites with parallel direction ofAlN whiskers showed a higher thermal conductivity than the composites with perpendicular direction of AlN whiskers or the composites with AlN spheres. The thermal conductivity of composite with perpendicular direction of AlN whiskers is lowest. These results could be attributed that the thermal conductivity of composites was enhanced by loading AlN whiskers with aligned structure due to decreasing the interfacial thermal resistive between filler and matrix and increasing thermal conductive mean free path along the longitudinal direction of AlN whiskers in composite. The experimental thermal conductivity of composite was compared with the simulated that by several theoretical models.

P1-G1-14 Synthesis of One-Dimensional SnO_2 Lines by Electrohydrodynamic Jet Printing and Its Application for Gas Sensor

김창열*, 김창열
한국세라믹기술원

One-dimensional (1-D) SnO_2 line as a representative semiconducting oxide were formed by electrohydrodynamic jet-printing (EHD) of tin chloride pentahydrate and polyvinylpyrrolidone (PVP, 1, 200k, Aldrich) solution ink. The 1-D polymer lines including Sn precursors were created by controlling the viscosity, that is, polymer/tin precursor ratio, and adjusting printing conditions such as tip to substrate distance, applying voltage, flow rate of ink and velocity. The printed lines were dried at 200°C to get rid of solvent and finally heat-treated at 600°C to burn out PVP and form tin oxide line. We found out that the linearity and shape of the aligned 1-D SnO_2could be controlled by adjusting various parameters such as the viscosity of a precursor solution, the ratio of Sn to PVP polymer in the solution, the shape of a cone, the size of a droplet, the applied voltages, the working distance, the flow rate on the glass slides and the Si wafers with a SiO_2layer, respectively. It is found out that the heat-treatment for the removal of polymers should be tailored to produce continuous 1-D SnO_2lines due to the drastic volume reduction (> 90%) of the aligned fibers in the annealing process. The electrical and NO gas sensing properties of the 1-D SnO_2aligned on the Si wafers with Au electrode patterns were evaluated.

P1-G1-15 Synthesis of One-Dimensional Pillar Arrays by Electrohydrodynamic Jet Printing for Glucose Sensor

고은별*, 김창열
한국세라믹기술원

One-dimensional (1-D) Ag arrays were formed by electro-hydrodynamic jet-printing (EHD) of polyvinylpyrrolidone (PVP, 1, 300k, Aldrich) solution ink. The 1-D Ag arrays were formed on slide glass by controlling the viscosity that adjusted printing conditions such as tip to substrate distance, applying voltage, flow rate of ink and velocity. The printed pillars were dried at 80°C to get rid of solvent and sintered at 400°C for 30min. We found that the arrays of Ag pillars can be fabricated by using EHD printing method. We could control the diameter of the pillars between 100 - 200 um and the length rage between 300 - 700 um. In order to produce a better performance of glucose sensor, we has been infiltrated a glucose oxidase as a glucose detector into the Ag pillars which coated previously with the mixed solution of multi walled carbon nanotube (MWCNT, Iljin), Nafion and Pt nano- particles. In addition, the Ag array electrode with glucose oxidase was used as a working electrode for glucose detection via electrochemical three-electrode method.

P1-G1-16 Microstructure and Dielectric Properties of Sn-doped $BaTiO_3$ Ceramics

Sn이 도핑된 $BaTiO_3$ 세라믹스의 미세구조와 유전특성

손진욱*, 전명표
한국세라믹기술원

$Ba(Ti_{1-x}Sn_x)O_3$ceramics (x = 0, 0.05, 0.1 and 0.15) were synthesized by conventional solid state reaction method, and their phase, microstructure and dielectric properties were investigated with XRD, FE-SEM and Impedance Analyzer. $BaCO_3$, TiO_2 and SnO_2 as starting materials were ball milled for 6 hours, dried and then calcined at 1000°C for 3 hours in order to obtain perovskite phase. These calcined powders were pressed to make pellets and sintered at 1200°C ~ 1300°C for 3 hours. $Ba(Ti_{1-x}Sn_x)O_3$ceramics show pure perovskite structure except a very weak $BaSnO_3$ peak at about 30° of 2θ for all composition range of Sn. As the content of Sn in $BaTiO_3$increases, Curie temperature shifts to low temperature and the maximum dielectri constant increases. Also, the grain growth was observed increasing the concentration of Sn. It is expected that Sn doped $BaTiO_3$ becomes a promising material for negative temperature coefficient compensator in the future.

P1-G1-17 Fabrication and Evaluation of Transparent Flexible Thinfilm Transistors with Amorphous ZTO (Zinc Tin Oxide)

비정질 ZTO(Zinc Tin Oxide) 채널층을 활용한 투명 유연성 박막트랜지스터 소자의 제작과 특성 평가

김성민*, 김형준
서울대학교

비정질 산화물 반도체는 최근 투명성과 높은 전자 이동도, 그리고 저렴한 공정비용과 높은 박막 균일도라는 장점들을 앞세워 차세대 디스플레이 소자 물질로 각광받고 있다. 본 연구에서는 그 중 대표적 물질인 Zinc Tin Oxide (ZTO)를 채널층으로 이용하는 투명 유연성 트랜지스터를 제작하고 그 특성에 대해 연구하였다. 소자는 staggered bottom gate 구조로 제작되었으며, RF magnetron sputtering system을 이용하여 ZTO 채널층과 Indium Tin Oxide (ITO)전극층을, PECVD공정을 이용하여 SiO_2 100nm와 SiN_x 180 nm의 두 가지 절연막을 증착하였다. 기판으로는 투명성과 유연성을 동시에 확보할 수 있는 70 um 두께의 borosilicate glass를 사용하였다. 그리고 이 소자를 350도, 대기 조건에서 2시간동안 열처리를 진행함으로써 제작을 완료하였다. 제작된 소자의 특성은 다음과 같다. 먼저 광학적 특성을 살펴보면, SiO_2절연막을 사용한 경우에 가시광 파장 전 영역에 대해 90%에 이르는 높은 투과도를 보였다. SiN_x를 사용한 경우에는 두께의 영향으로 SiO_2보다는 약간 낮은 80%이상의 투과도를 보였고, 약 400 nm 파장(푸른빛)부근에서 약 75%까지 낮아지며 황색 빛을 띠는 현상이 나타났다. AFM을 통해 살펴본 표면 조도는 두 경우 모두 2.70 nm (rms) 내외로 매끈한 막이 형성된 것을 확인하였다. 전기적 특성으로는 두 경우 모두 전자 이동도는 10.0 $cm^2/V*s$ 내외, on/off비율은 10^8 수준으로 우수한 특성을 보였으나 subthreshold swing값에서 SiO_2의 경우는 0.4 V/decade, SiN_x의 경우는 0.18 V/decade로 SiN_x절연막이 더 높은 gate controlability를 발휘함을 알 수 있었다. 이로써 ZTO 박막트랜지스터가 투명 플렉서블 기기에 적용되기 위해 수행될 일련의 연구를 위한 발판을 마련하였다.

P1-G1-18 Electrical Evaluation of the Crack Generation in a-SiN_xThin Film Encapsulation Layer for Flexible Organic Light Emitting Devices

전기적 평가법을 이용한 유연 OLED의 a-SiNx 봉지막의 균열 발생에 관한 연구

박은길*, 김형준
서울대학교

본 연구에서는 유연 유기발광소자의 성능 열화를 방지하기 위해 형성하는 박막 봉지층의 수분 보호막 특성이 박막 결함 밀도와 상관관계를 갖는 점에 착안하여, 전기적 평가법을 이용한 박막 봉지층의 결함 탐지방법이 수행되었다. 유연 기판 (PEN) 위에 전류밀도-전압 (*J*-V) 측정을 위한 Metal – Insulator – Metal 적층구조가 형성되었으며, 2축 굽힘 시스템을 이용하여 시편에 기계적 응력을 인가하였다. 반복 굽힘 평가 결과, a-SiN_x박막 표면에 미세 균열이 발생한 시점부터 누설전류밀도의 유의한 증가 현상이 관찰되었으며, 반복 굽힘 횟수 증가에 따른 균열 밀도와 누설전류밀도의 변화 거동은 선형적 관계를 보였다. 균열 밀도 증가에 따른 a-SiN_x 박막의 보호막 특성이 수분투과도 측정법 (WVTR)을 이용하여 측정되었다. 균열 발생에 따라 a-SiN_x박막의 WVTR은 0.77 g/m^2-day에서 1.2 g/m^2-day로 균열 밀도 0.5 /um 까지 선형적 비례관계를 보이며 증가되었으며 추가적인 변화는 관찰되지 않았다. 실험에 사용된 PEN 기판 자체의 WVTR이 1.2 g/m^2-day 수준이므로, 본 실험구간 에서는 a-SiN_x 박막에 발생된 균열이 기판으로까지 전파되지 않은 것으로 판단된다. 요약하면, 반복 굽힘 실험 결과 외부 인가된 응력이 a-SiN_x 박막의 균열을 성장시키고, 이는 누설전류밀도와 수분투과도의 변화를 유발하며, 균열 밀도 증가에 따른 누설전류밀도 및 수분투과도의 변화는 선형적 상관관계를 가지는 결과가 관찰되었다. 그러므로, 박막 봉지층의 미세 균열 발생에 따른 기계적 특성 변화의 탐지가 가능하고, 균열 성장에 따른 수분 보호막 특성의 미소변화를 전기적 평가법을 이용하여 탐지 및 예측이 가능할 것으로 판단된다.

P1-G1-19 Evaluation of Dispersion in the Composite of Metal Soft Magnet

금속 연자성 복합체의 분산 평가

오세문[1]*, 신효순[1], 여동훈[1], 이창현[2], 김진호[3]
[1]한국세라믹기술원
[2]고려대학교
[3]경북대학교

디지털 전자기기의 데이터 처리용량과 고속화됨에 따라 소형 디지털 전자기기 내에 고밀도로 실장된 전자부품들과 배선들 간에 발생하는 준 마이크로파 대역의 전자기간섭(EMI)이 매우 심각한 문제로 인식되고 있다. 최근, 이러한 현상의 대책으로 준 마이크로파 대역에서 자성손실과 유전손실이 없이 1 ~ 수십A 까지 사용이 가능한 높은 자기적 특성과 얇은 두께를 가지면서 안정적인 고주파 인덕턴스가 확보가 가능한 인덕터 부품이 요구된다. 그 접근 방법으로 세라믹 절연막이 코팅된 금속 연자성 powder와 epoxy 수지가 혼합되어 있는 금속 연자성 복합체가 연구되어 상용화가 이루어지고 있다. 세라믹 코팅된 금속 powder의 분산이 epoxy 수지 내에서의 packing density에 직접적인 영향을 주는 것으로 알려져 있지만 분산 공정과 분산성의 평가에 대한 연구는 아직까지 거의 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 bimodal인 FeSi계 합금 powder와 CIP(Carbonyl Iron Powder)의 혼합 슬러리의 분산을 최적화 하였으며, 이때 실란 커플링제와 BYK-103(고분자 습윤분산제)를 비교하였다. 이러한 슬러리를 이용하여 sheet형의 복합체를 제조하고 각 슬러리의 분산 조건에 따른 분산의 정도를 점도와 침강 높이 등 슬러리의 분산 평가 방법과 더불어 미세구조 관찰을 통한 Image Analyzer를 이용하여 동시에 분석하였다. 이 결과를 바탕으로 복합체에서 분산의 평가에 대한 정량화된 비교 방법을 모색하고자 하였다.

P1-G1-20 Threshold Switching Characteristics of Te-Matrix Thin Film for Rram Application

저항변화메모리 집적을 위한 텔러륨-매트릭스 박막의 문턱전압스위칭 특성 분석

김영석*, 박지운, 김형준
서울대학교

Common chalcogenide threshold switching (TS) materials have serious problems with thermal stability because they lose the TS behavior by thermal annealing and crystallization. The crystallization of chalcogenide removes the defects that cause the TS behavior. Thus, the prevention of the chalcogenide crystallizing is the most important issue in the chalcogenide TS devices. The TS behavior of the thin films with unique micro-structure that has Te nanoclusters in the matrix was investigated. First, Te-SbO films showed stable TS behavior, even when the majority of the Te in the film was clustered and crystallized, which means that the Te-SbO is free from the crystallization issues. During deposition of the Te-SbO film through the reactive co-sputtering process, O atoms do not react with Te atoms, but only react with Sb atoms because of the difference of Gibbs free energy change of formation (ΔG_f). Such differences make the film have unique micro-structure. Also, Te-SiO_2film showed same behavior as shown in Te-SbO case. The TS behavior occurs in spite of the crystallization of Te, which means that the TS mechanism of the Te-matrix films differs from the general TS materials. When the electric field is applied to the device during electro-forming process, amorphous Te bridges are formed among the Te nanoclusters, top and bottom electrodes by the electric-field-driven Te drift. Because these bridges have the defects causing the TS, the TS behavior can be shown.

P1-G1-21 A Primary Study on Synthesis of $SrLu_2O_4$: Eu^{2+} Red Phosphors and Their Photoluminescence Properties

신 조성 적색 산화물 형광체 $SrLu_2O_4$:Eu^{2+}의 합성 및 발광 특성 연구

김경호*, 강은희, 홍성현
서울대학교

최근 친환경 에너지 산업에 대한 관심이 높아지면서 기존의 조명보다 에너지 변환 효율이 높은 LED의 조명화 산업이 크게 성장하고 있다. 현재 LED에 관한 연구개발은 특히 활용도가 높은 백색 LED에 대해 많이 이루어져있는데, 그 활용분야는 일반 조명 이외에도 디스플레이용 후면광원, 자동차 헤드램프, 의료용 조명 등으로 매우 다양하다. 현재 상용화 되고 있는 백색 LED는 주로 청색 LED 칩 위에 Yellow 형광체인 YAG:Ce^{3+}을 도포하여 패키징한 pc-LED (Phosphor converted LED) 형태이다. 하지만 이러한 조합의 pc-LED의 경우 낮은 연색성과 높은 색온도를 가지는 한계가 있는데 이를 개선하기 위한 방안으로 청색 LED 칩 위에 Red와 Green 형광체를 도포하여 사용하는 방법이 각광받고 있다. 이러한 RGB 시스템에서 고효율의 백색광을 얻기 위해서는 녹색 및 적색 형광체의 발광 특성 향상이 필수적이다. 본 연구에서는 고상법으로 간단히 제조할 수 있는 신 조성의 적색 산화물 형광체인 $SrLu_2O_4$:Eu^{2+}을 합성하여 최적의 공정 조건을 도출하였다. 합성된 형광체는 XRD와 PL spectrometer를 이용해 Eu 이온의 도핑 농도, 원료조성 및 합성온도에 따른 상 변화와 그 발광 특성을 분석하였다. 그 결과 단일상의 $SrLu_2O_4$:Eu^{2+}가 합성됨을 확인하였고, 450 nm를 광원으로 하여 605 nm 영역에서 높은 적색 발광 특성을 나타내는 것을 확인하였다.

P1-G1-22 Process and Properties of High Power RF Resistor Made by Thick Film Technology

이동통신용 후막형 고전력 RF 저항의 제조 및 특성

구본급[1]*, 김동진[2]
[1]한밭대학교
[2](주)케이엠씨테크놀러지

250 W급 이상의 고전력형 RF 파워저항은 이동통신용 및 각종 RF 관련 모듈에서 Inductor, Capacitor와 함께 가장 기본적인 핵심 부품 중의 하나이며 주로 이동통신을 위한 기지국 및 중계기, RF 모듈, 위성통신 등에 사용된다. 최근 기지국 및 중계기의 송, 수신 전력이 높아짐에 따라 고전력 RF 저항의 필요성이 크게 증대하고 있으며 사용가능 주파수 대역도 더욱 넓어지고 있는 추세이다. 본 연구에서는 주파수 2.3 GHz까지의 고주파 특성을 만족시키기 위한 250 W급 RF 저항 제조를 위해 먼저 시뮬레이션을 통해 패턴을 설계한 후 AlN기판 위에 후막공정을 이용하여 저항 막을 형성하는 방법으로 RF 저항을 제조하였으며 이들 제품의 고주파 특성 즉 Power, V.S.W.R, Attenuation 등을 측정하였다.

P1-G1-23 Effect of Two-Step Sintering Method on Dielectric Properties of $(Ba_{0.9}Sr_{0.25}Ca_{0.05})(Ti_{0.9}Zr_{0.1})O_3$ with CuO Addition

CuO가 첨가된 $(Ba_{0.7}Sr_{0.25}Ca_{0.5})(Ti_{0.9}Zr_{0.1})O_3$ 유전 특성에 대한 2단계 소결법의 효과

김성호*, 김응수
경기대학교

Effect of two-step sintering method on dielectric properties of $(Ba_{0.7}Sr_{0.25}Ca_{0.05})(Ti_{0.9}Zr_{0.1})O_3$ ceramics were investigated as a function of CuO content (x) from 0.05 wt% to 0.5 wt%. For the specimens prepared by single and two-step sintering method, single phase of perovskite structure was confirmed through the entire range of compositions. Two-step sintering method is divided into two types of grain growth (T_1) and densification temperature (T_2) steps. $T_2$was determined for the temperature which showed the maximum densification rate by dilatometry analysis. Comparing to the specimens prepared by single-step sintering, the breakdown voltage of the specimens prepared by two-step sintering method was improved. The dielectric constant (ε_r) of specimens was decreased, while the dielectric loss (tanδ) was increased. These results were attributed to their smaller grain size. The specimens with 0.1 wt% CuO sintered at 1400°C for 10 min and held at 1180°C for 4 hour (two-step sintering) showed the 9 kV/mm of breakdown voltage, 0.0029 of dielectric loss and 15, 000 of dielectric constant.

P1-G1-24 The Synthesis and Pressureless Sintering of Bi-Te Based Thermoelectric Materials

Bi-Te계 열전소재의 합성 및 상압 소결

신예원[1]*, 이창현[2], 신효순[3], 여동훈[3]
[1]경북대학교
[2]고려대학교
[3]한국세라믹기술원

Abstract : Bi-Te계 열전재료는 국부적 냉각과 정확한 온도 조절이 가능하며 비교적 낮은 온도에서도 뛰어난 열전효과를 가진다. 주로 Sb와 Se 등의 원소와 함께 doping 하여 향상된 Seebeck 계수를 얻음으로서 현재 Bi-Te계 열전재료와 그 활용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 상압 소결 방법을 이용하여 치밀한 소결체를 얻기 어렵고, 구조적 이방성과 약한 기계적 강도로 인해 HIP와 같은 가압 소결법으로는 소결체를 만들 수 없는 단점이 있다. 따라서 많은 연구자들이 방전 플라즈마를 이용한 SPS 소결법을 주로 사용하고 있으나 급속소결을 할 수 있는 반면 양산 적용성이 낮고 높은 에너지를 요구한다. 본 연구는 이를 개선하기 위하여 Bi와 Te powder source를 이용하여 mechanochemical 방법으로 Bi_2Te_3상의 powder 원료를 합성하고 이를 이용한 상압소결 조건 실험을 통하여 치밀한 소결체를 얻는 것을 목표로 하였다. 합성된 powder는 건식 가압성형 방법으로 시편을 제작하고 tube furnace에서 환원분위기와 Te 분위기를 동시에 제어하면서 소결 조건에 따라 치밀화에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 각 시편은 소결밀도를 평가하여 치밀화 수준을 평가하고 미세구조와 결정상 변화를 관찰함으로써 소결 조건에 변화에 따른 치밀화 거동을 설명하고자 하였다.

P1-G1-25 Low Temperature Sintering of Al_2O_3 with the Variation of Additives for LTCC Substrate

LTCC기판 적용을 위한 첨가제 변화에 따른 Al_2O_3 저온 소결

이창현[1]*, 신효순[2], 여동훈[2], 김효태[2], 남산[1]
[1]고려대학교
[2]한국세라믹기술원

LTCC는 낮은 저항의 Cu와 Ag 전극을 세라믹 기판 소재와 동시 소성하는 소재 및 공정기술로써 적층이 용이하고 RF 특성이 뛰어나 전자기기 부품 및 기판 소재로 많이 이용된다. 그러나 휴대용 전자기기용 부품은 이전에 전자부품들에서 요구되지 않은 고강도와 같은 물리적 특성이 요구되고 있다. 하지만 세라믹 소재의 LTCC는 취성이 크기 때문에 물리적 충격에 약하다는 단점이 있다. 이러한 점을 극복하기 위한 선행 연구로는 고강도 소재인 Al2O3에 주로 결정성 glass를 첨가하여 약 900°C에서 Ag 전극과 동시소성을 하여 고강도 LTCC기판을 제작해 왔다. 하지만 glass 첨가로 인한 강도 향상에는 한계가 있고 Al2O3 기반의 더 고강도의 기판 소재에 대한 요구가 증가되고 있다. 따라서 본 연구에서는 고강도 소재인 Al_2O_3 에 SiO_2, MgO, Y_2O_3 등을 복합적으로 첨가하여 Cu 전극과 동시 소결이 가능한 수준의 저온소결 조성을 개발하고자 하였다. 소결한 시편은 X-Ray Diffraction 분석을 이용하여 상을 분석하였고 SEM을 이용하여 미세구조를 확인하였으며 3점 곡강도, 열팽창, 열전도도 등의 물리적 특성을 측정 하였다. 이 결과를 이용하여 Cu 전극용 LTCC 기판 적용을 위한 물리적 특성에 관한 실험적 결과를 제시하고자 하였다.

P1-G1-26 Complex Substitutional Effect of Sn and Zr on Microwave Dielectric Properties of $MgTiO_3$Ceramics

$MgTiO_3$ 세라믹스의 마이크로파 유전특성에 미치는 Sn과 Zr의 복합치환효과

조현진*, 김응수
경기대학교

Microwave dielectric properties of $MgTi_{0.95}(Sn_{0.05-x}Zr_x)O_3$ ($0 \leq x \leq 0.04$) and $Mg(Ti_{0.99-x}Sn_x)Zr_{0.01}O_3$ ($0 \leq x \leq 0.06$) was investigated based on the crystal structure. Complete solid solutions for the entire compositions of $Mg(Ti_{0.99-x}Sn_x)Zr_{0.01}O_3$ and $MgTi_{0.95}(Sn_{0.05-x}Zr_x)O_3$ up to x= 0.03 were obtained with the single phase of ilmenite structure. However, the tetragonal ZrO_2 as a secondary phase was detected at x= 0.04 for $MgTi_{0.95}(Sn_{0.05-x}Zr_x)O_3$ specimens. The dielectric constant (*K*) of the specimens was affected by the theoretical dielectric polarizabilities of composing ions. The quality factor (*Qf*) was dependent on the Ti-site bond valence. For $MgTi_{0.95}(Sn_{0.02}Zr_{0.03})O_3$ and $Mg(Ti_{0.95}Sn_{0.04})Zr_{0.01}O_3$, the *Qf* values were improved due to their well-ordered structure, which was confirmed by Raman spectroscopy analysis. The temperature coefficient of resonant frequency (*TCF*) of the specimens was increased with Zr content, while decreased with Sn content due to their distortion of Ti-site octahedra.

P1-G1-27 High Temperature Electrical Properties of Zr-doped Y_2O_3 Transparent Ceramics

Zr 첨가 다결정 투명 이트리아의 고온 전기적 특성

Pham Minh Hoang[1]*, Minh-Hoang Pham[1], Eui-Chol Shin[1], Su-Hyun Moon[1], Dang-Thanh Nguyen[1], Young-Jo Park[2], Jong-Sook Lee[1]*
[1]Chonnam National University
[2]Korea Institute of Materials Science

Recently Zr-doped Y_2O_3 transparent ceramics were successfully fabricated by pre-sintering at various temperature combined with a post-HIP treatment, which can be applied for transparent windows, domes and laser host materials.[L. Gan, YJ Park, H. Kim, J.-M. Kim, J.-W. Ko, J.-W.Lee, Ceram. Int. 41 (2015) 9622]. In this work high temperature electrical properties of these yttria transparent ceramics were studied by impedance spectroscopy. Noise-free AC measurements can be done at temperatures as high as 1300 deg. C using a high temperature hot-stage with a dc power supply and with electrical connections. Although very insulating at low temperature, yttria is known to exhibit mixed conduction at high temperature due to the anti-Frenkel type oxygen defects. The samples of this work are expected to exhibit the ionic conduction via oxygen interstitial mechanism. The mixed conduction characteristics are indicated in the impedance spectra. The behavior of differently prepared samples is compared.

P1-G1-28 PCFC/PCEC Characteristics of Pt|BCY|Pt and Ni-BCZY|BCZY|BSCF Single Cells

Pt|BCY|Pt 와 Ni-BCZY|BCZY|BSCF 단전지의 연료전지, 수전해셀 특성

신의철[1]*, 송희진[1], 문수현[1], 안혁순[2], 이종호[2], 이종숙[1]
[1]전남대학교
[2]한국과학기술연구원

CFC/PCEC characteristics of cermet-supported Ni-BCZY|BCZY|BSCF single cells were examined and compared with those of Pt|Y-doped $BaCeO_3$ (BCY)|Pt. Impedance measurements were performed on PCFC / PCEC operation as well as at OCV. The effects of humidity in oxygen and hydrogen electrodes were monitored. In all cases the polarization increases from electrolysis to fuel cell operation. Humidity decreases polarization as well as ohmic resistance. Imaginary admittance Bode plots are suggested to be more informative than the conventional Bode plots.

P1-G1-29 Electrical Properties of $BaTiO_3$ Single Crystals Grown by Solid-state Conversion

고상 단결정 성장에 의한 $BaTiO_3$의 전기적 특성

신의철[1]*, 문수현[1], Ho-Yong Lee[2], 이종숙[1]
[1]전남대학교
[2]Sun Moon University

Electrical characterization of undoped, Fe-doped and Nb-doped $BaTiO_3$ single crystals prepared by solid-state conversion was performed over the wide temperature range between −166°C and 220°C covering all three phase transitions of $BaTiO_3$. While undoped and Fe-doped single crystals exhibited similar phase transition points, Nb-doped crystal showed substantially higher tetragonal-cubic transition point of 155°C from ca. 125°C for undoped, which further increased to 170°C The orthorhombic-tetragonal transition was also shifted by 10 and 15°C The impedance spectra above Curie temperature for undoped and Fe-doped samples present well-separable high frequency arc and the CPE-like low frequency polarization. The behavior may be explained by predominant ionic conduction with activation energy of 0.7 eV. On the other hand, bulk response of Nb-doped $BaTiO_3$ single crystal is strongly overlapped with larger resistance element. The behavior may be consistently explained by the mixed conduction mechanism. Nb-doping would reduce the oxygen vacancy concentration and also holes. Concurrent with the change in the phase transition temperature, conductivity further decreased upon second cycle. The high frequency component can be separated in the admittance spectra. The conductivity from high frequency component and from the larger resistance exhibited similar activation energy of 1.2 eV on first cooling and 0.96 eV on second cooling.

P1-G1-30 Study on the Characteristic of the 1-3 Type Piezoelectric Composite according to the Piezoelectric Element

압전소자에 따른 1-3형 압전 복합체 특성에 관한 연구

송봉준*, 오새롬, 김종호, 신호용, 임종인
한국세라믹기술원

PZT는 우수한 압전 특성을 보이지만 광대역화 및 전기-기계적 특성의 한계성 때문에 복합체로 제작하여 사용한다. 1-3 압전 복합체는 단일 상의 PZT 압전 세라믹과 비교하여 낮은 음향 임피던스와 두께 방향 전기-기계 결합 계수가 높다는 특징이 있다. 압전 복합체의 특성은 압전소자, Matrix polymer, 전극, 배열 구조, 형상, 분극 조건 등 다양한 원인에 의해 특성에 영향을 받는다. 이에 본 연구에서는 압전소자의 종류에 따른 PZT 압전 복합체의 특성을 비교하기 위하여 PZT-5A, PZT-5H 분말의 혼합체(Feedstock)를 제조하였다. 성형 방법은 기존의 가공 방식인 dice & fill 방법이 아닌 분말사출성형법으로 제조, 소결하였고, Epoxy 계열의 폴리머와 PZT 소결체를 결합하여 1-3형 PZT 압전 복합체를 제조하였다. PZT 분말 특성에 따라 HFOM, 밀도, 비유전율, 전기적 임피던스, 음향 임피던스 등의 특성 변화를 측정하고 평가하였다. 그 결과 PZT-5H를 사용한 복합체가 상대적으로 우수한 압전 특성을 나타내었다.

P1-G1-31 Study on the Effect of Polymer on Characteristic of 1-3 Type Piezoelectric Composite

매트릭스 폴리머가 1-3형 압전복합체의 특성에 미치는 영향에 관한 연구

오새롬*, 송봉준, 김종호, 신호용, 임종인
한국세라믹기술원

압전세라믹을 의료용, 수중용으로 사용하는 경우 공진주파수의 대역폭이 좁고 부정합이 발생하여 효율이 떨어진다. 이를 해결하기 위해 압전세라믹과 폴리머를 결합한 형태의 압전복합체가 연구되고 있다. 본 연구에서는 PZT-5H를 사용하여 1-3형 압전 프리폼을 분말 사출성형법으로 제작하고 epoxy 계열과 폴리우레탄계열의 매트리스 폴리머에 각각 결합하여 1-3형 압전복합체를 제작하였다. 공진/반공진법으로 임피던스, 두께 방향 전기-기계결합계수, 밀도, 정수압 음향성능지수 HFOM, 유전율 등을 측정하고 비교·분석하였다. 이를 통하여 매트릭스 폴리머가 1-3형 압전복합체의 특성에 미치는 영향을 확인하였다.

P1-G1-32 Pressureless Sintering of YAG:Ce Ceramic Phosphor Plate for Application in w-LEDs

백색 LED 적용을 위한 YAG:Ce 세라믹 형광막의 상압소결

허세윤*, 홍성현
서울대학교

백색 LED는 높은 광원 효율, 긴 수명, 그리고 환경 친화성으로 인해 차세대 광원으로서 본격적으로 생산되고 있다. 청색 LED 칩과 YAG:Ce ($Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$) 황색 발광 형광체의 조합은 백색LED를 만드는 가장 널리 쓰이는 방법으로, 높은 이론 효율 및 실제 효율로 인해 대부분의 상용화된 백색 LED에 쓰이고 있다. 실제로 사용되고 있는 백색 LED에서는 일반적으로 유기물 수지가 형광체를 분산시키고 LED를 보호하는 용도로 쓰이고 있는데, 장기간 사용되는 백색 LED에서는 고온의 사용환경으로 인해 유기물 수지가 심하게 열화되는 현상이 일어나게 된다. 이를 해결하기 위해 무기물 형광체를 벌크로 만들어 LED에 직접 사용하는 방법들이 연구자들을 통하여 제안되었다. 그 중 투광성 YAG:Ce 세라믹 형광막은 높은 균질성, 투광성, 기계적 강도 및 방열을 위한 열전도성 등으로 많은 연구자들의 주목을 끌고 있다. 이번 연구에서는, YAG:Ce 세라믹 형광막이 냉간정수압 성형(CIP) 후 상압소결을 통해 제작되었다. 450 nm 청색 LED 칩을 사용하여 소결 조건 별 성능이 비교되었으며, 소결 밀도 등의 측정 및 SEM 사진 분석을 통해 소결 조건이 최적화 되었다.

P1-G1-33 Sensitive and Selective TMA Gas Sensor of Mo doped ZnO Hollow Nanofibers

Mo가 첨가된 ZnO 중공 나노섬유를 이용한 고감도 고선택성의 Trimethylamine 가스 센서

김보영[1]*, 윤지욱[1], 이철순[1], 박준식[2], 이종흔[1]
[1]고려대학교
[2]Smart Convergence Sensor Research Center

TMA (Trimethylamine) 가스는 생선과 해산물의 부패시에 발생하는 가스로 신선도를 판별하는 데 효과적으로 활용될 수 있다. TMA 가스는 염기성 가스이므로 산성 감응물질을 활용하여 감도와 선택성을 증가시킬 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서는 전기방사법을 이용하여 순수한 ZnO 중공 나노섬유와 산성 감응 물질인 Mo가 도핑된 ZnO 중공 나노섬유를 각각 합성하여 가스 센서로 제작하고, 가스 감응 특성을 비교하였다. 합성된 Mo가 도핑된 ZnO 중공 나노섬유는 TMA에 대한 감도 및 선택성의 증가를 가져왔고, 특히 350°C에서 타 가스와 비교했을 때 TMA에 대해 높은 선택성을 나타냈다. 이는 Mo 산화물 성분과 염기성의 TMA 사이의 반응성에 기인하는 것으로 판단되며 Mo가 첨가된 ZnO 나노섬유는 미량의 TMA 가스를 측정하여 생선과 해산물의 신선도를 판별하는 데 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

P1-G1-34 Ultrasensitive and Ultraselective Detection of H_2S Using CuO-loaded In_2O_3 Nanofiber Sensors

CuO 첨가 In_2O_3 나노섬유를 이용한 고감도 고선택성 H2S 감응

김태형*, Xishuang Liang, 윤지욱, 곽창훈, 이종흔
고려대학교

H_2S는 악취를 가진 무색의 매우 위험한 독성 가스이므로 이를 선택적으로 빠르게 감지하는 것은 매우 중요하다. 현재까지 H_2S 가스센서로 많은 산화물 반도체 물질들이 사용되었으며, 이 중 CuO는 H_2S 가스와 반응성이 높은 대표적인 물질로 알려져 있다. 본 연구에서는 CuO가 첨가된In_2O_3 나노섬유를 전기방사법으로 합성하고 H_2S 가스에 대한 감응특성을 평가하였다. CuO가 첨가된 In_2O_3 나노섬유의 H_2S 5 ppm에 대한 감도는 150°C에서 약 116,000으로 순수한 In_2O_3의 감도인 515에 비해 매우 높은 값을 나타내었다. 상온에서도 H_2S 5 ppm에 대해 약 9, 170의 매우 높은 감도를 보였고 모든 측정온도 (25°C - 400°C)에서 H2S에 대한 높은 선택성을 나타내었다. 낮은 측정온도에서는 pulse heating 방식을 적용할 경우 가스감응 이후 기저저항이 완전히 회복되는 것을 확인하였다. H2S에 대한 매우 높은 감도와 선택성은 p-형 산화물 반도체 CuO와 n-형 산화물 반도체인 In_2O_3의 p-n 접합, CuO의 H2S에 대한 촉매 효과, 높은 비표면적, 가스 접근에 용이한 나노섬유 구조에 의한 것으로 설명할 수 있다.

P1-G1-35 Effect of AlN Substrate Surface Roughness and Sintering Temperature on Adhesion Strength of Conducting Film of Thick Film High Power Microwave Components

초고전력용 후막 고주파부품의 도체 막 접착강도에 미치는 AlN 기판의 표면조도와 소결온도의 영향

구본급*
한밭대학교

고출력 고주파 저항부품은 사용 중 열이 많은 열이 발생하는데 이러한 열은 고주파 저항부품 뿐 아니라 전체 모듈에 악영향을 미치므로 발생하는 열을 효과적으로 방출은 것은 매우 중요하여 최근 많은 연구가 고열전도성 AlN 기판을 중심으로 활발히 진행되고 있다. 이러한 고 열전도성 기판을 통해 열을 잘 발산하기 위해서는 도체막과 기판과의 접착이 잘 이루어 져야 한다. 본 연구에서는 고 열전도성 AlN 기판을 이용한 고전력용 후막 고주파 부품에 있어 Ag계 후막 도체막의 접착강도에 미치는 기판의 표면조도와 소결온도의 영향을 연구 하여 다음과 같은 결론을 얻었다. AlN 기판의 표면조도가 Ra = 0.5인 기판을 사용한 경우가 도체막의 접착강도가 가장 높았으며, 소결온도는 850°C 일 때 소결 도체 막의 표면 평활도가 가장 우수하였고 도체막의 접착강도도 양호하게 나타남을 알 수 있었다.

P1-G1-36 Study on Phase Transformation Control for Vanadium Oxide Thin Films through the Change of Annealing Conditions

열처리 조건 변화를 통한 바나듐 산화물 박막의 상변화 제어 연구

송광염*, 홍희경, 허재영
전남대학교

바나듐 산화물 (VOx)은 MIT(Metal-Insulator phase Transition)현상을 이용한 스위칭 소자, 온도 센서, 가스 센서, 촉매 등 여러 분야에 응용되고 있다. 전이 금속인 바나듐은 VO, VO_2, V_2O_3, V_2O_5, V_6O_{13} 등 여러 형태의 산화물로 존재할 수 있어, 다양한 소자 연구를 진행하기에 앞서 원하는 상을 얻기 위한 노력이 필수적이다. 본 연구에서는 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition)을 이용하여 바나듐 산화물 단일 박막을 저온 형성하였다. Vanadium(V) oxytriisopropoxide ($OV(OCH(CH_3)_2)^3$)와 deionized water (H_2O)를 프리커서와 반응 기체로 각각 사용하였다. 먼저 반응 기체의 펄스 및 퍼지 시간 변화를 통해 최적의 ALD 공정 조건을 잡아보았고, 후속 열처리 분위기 및 온도 변화에 따른 박막의 구조적, 광학적, 화학적 변화를 분석하였다. 이를 통해 VO_2와 V_2O_5 상변화 제어에 성공하였다.

P1-G1-37 Influence of Sputtering Deposition Conditions on The Device Characteristics of $InGaZnO_4$ Thin Film Transistors

스퍼터 증착 조건에 따른 $InGaZnO_4$ 박막 트랜지스터의 소자특성 변화 연구

조재유*, 조재승, 허재영
전남대학교

최근 디스플레이의 해상도와 사양이 급속히 높아짐에 따라 LCD의 구동 소자로 사용되는 a-Si 기반 TFT 기술 대비 TFT 특성이 우수한 새로운 물질 개발이 절실히 요구되고 있다. 산화물 기반의 TFT는 기존 a-Si TFT 대비 높은 전자이동도, 고 투과성, 낮은 누설 전류 특성으로 인해 고해상도 대형 패널 구현이 가능하다. 또한 기존, Si 기반 공정과의 유사성으로 설비 투자를 크게 줄일 수 있어서 차세대 디스플레이 소자의 핵심 소재로 주목받고 있다. 이러한 산화물 반도체 중 특성이 우수하다고 보고되는 $InGaZnO_4$(IGZO)물질을 rf-magnetron sputter를 이용하여 TFT의 채널층으로 증착하였다. 이때 증착 온도, 증착 압력, 가스 유량 등의 공정 조건과 후속 열처리 온도에 따른 박막의 기본적인 물성 변화를 연구하였다. 이러한 공정 변수의 최적화를 통해 우수한 특성을 갖는 IGZO 기반의 TFT 소자 제장에 성공하였다.

P1-G1-38 Effect of Surface Charge Control of Exfoliated Graphene on Graphene-Polymer Composite and Electrical Conducting Property

그래핀-고분자 복합소재의 박리된 그래핀 표면전하 제어 영향 및 전기전도 특성

류승한*, 김세일, Manwar Hussain, 좌용호
한양대학교

Highly conductive polymer composites were fabricated with a novel type of graphene-based filler, electrochemically exfoliated graphene sheets (EGs) produced without conventional oxidation/ reduction of graphene oxide (GO). The GO functionalized by polyethyleneimine in order to switch surface charge of GO from negative to positive charge. In order to observe effect of electro static force between polymer matrices and fillers, The 3 sets of poly(methylmethacrylate) (PMMA) / GO composites were fabricated by using of negatively, nutrual, and positively charged GO, respectively. The results showed clear different electrical conductivity between each types of composites and the highest electrical conductivity of 1064 ± 92 Sm^{-1} at a content loading of 5.8 vol% could be attainable in composite with positively charged GO. Microscopic and spectroscopic investigations demonstrated the effective dispersion of EG-fillers on the surface of polymer particles and visualized the actual conducting channel between the polymer matrices.

P1-G1-39 Nanostructural and Light-emitting of Amorphous SiC Thin Films Prepared by Microwave-assisted post-deposition Annealing

마이크로파 증착 후 열처리에 따른 SiC 박막의 나노구조 및 발광특성

이상혁*, 김효한, 조남희
인하대학교

Silicon carbide (SiC)는 넓은 광학적 밴드갭(~ 2.39 eV), 화학적 안정성, 그리고 높은 열전도 등의 유익한 물성을 지니고 있다. 그러나 간접천이형 화합물로써 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 수소화된 비정질 SiC 박막을 제조하였다. 또한 마이크로파 전기로에서 온도 및 열처리 시간에 따른 박막의 나노구조 및 발광특성을 조사하였다. 실험 조건에 따른 발광 특성의 변화를 확인하기 위해 PL (Dongwoo Optron, RAM Boss)기법을 사용하였으며, 특정한 열처리 조건에서 처리된 SiC 박막은 약 500 ~ 700 nm에서 발광특성을 보였다. 열처리 온도 증가에 따라서 점진적으로 장파장대로 이동하였다. 또한 나노구조 특성을 분석하기 위해서 XRD (Phillips, X""Pert PRO MRD) 및 TEM (JEOL, JEM2100F)기법을 사용하였다. 마이크로파를 이용한 증착 후 열처리 시 800°C 이상의 온도에서 결정화가 있어났으며, 이는 기존에 발표된 가열식 방법에 비해서 200°C 이상의 낮은 온도이다. 본 발표에서는 마이크로파 열처리 시간과 온도 조건에 따른 SiC 나노결정의 발광특성과 결정화에 대한 상관관계를 다루고자 한다.

P1-G1-40 Characterization of Al_2O_3 Ceramics Prepared by Microwave-assisted Sintering

마이크로파 소결에 의한 Al_2O_3 세라믹 제조 및 특성 분석

윤한솔*, 정대용, 조남희
인하대학교

Al_2O_3는 corundum구조를 갖는 산화물로써, 높은 전기저항, 고경도, 광학적 특성 및 고내열성 등과 같은 유용한 특성을 갖는 다기능 재료이다. 이러한 특성을 이용하여 Al_2O_3는 캐패시터, 의학적 기기 응용, 전기-광학 디바이스 등에 널리 사용되어지고 있으며, 최근 이러한 기기들의 초소형화 및 성능 향상을 위하여 Al_2O_3 세라믹스의 소결 제조 시 공정 변수를 조절하여 상대밀도와 다기능 특성을 향상시키려는 연구가 국내외에서 많이 진행되고 있다. Al_2O_3 결정의 구조적, 물리적 특성이 열역학적 공정 변수 및 입자 사이즈에 따라 민감하게 변화하므로, 이러한 공정 변수의 영향을 이해하여 Al_2O_3 세라믹스의 소결 후 입자 크기 및 상 분포를 제어함으로써 물리적 특성 향상을 기대할 수 있다. 본 실험에서는 α-Al_2O_3의 서로 다른 크기의 Al_2O_3를 초기 분말로 사용하여 소결 기법, 소결 온도, 소결 시간 및 초기 분말에 따른 Al_2O_3 세라믹스의 소결 거동을 조사하였다. 소결 기법으로는 마이크로파 및 가열방식 소결법을 적용하였고, 특정한 소결 온도와, 소결 시간을 설정하여 이들 변수에 따른 소결 결과를 분석하였다. 소결된 Al_2O_3 및 초기분말의 결정상과 구조적 변화를 파악하기 위해서 X-선 회절분석(DMAX-2500, Rigaku Co., Tokyo, Japan)을 사용하였고, 소결 후 세라믹스의 소결정도를 측정하기 위하여 Archimedes법을 이용한 상대밀도를 측정하였다. 또한 미세 구조변화를 분석하기 위하여 고분해능주사전자현미경(SU-8010, Hitachi, Ltd., Tokyo, Japan)을 사용하였다. 본 발표에서는 마이크로파 소결 시 관측되는 Al_2O_3 세라믹스의 미세구조 특성을 고찰하고, 특히 초기 분말의 크기 및 소결 변수에 따른 소결성의 변화를 기존의 가열방식 소결과 비교하여 분석한 결과를 발표하고자 한다.

P1-G1-41 Effects of Particle Size on Formation of ZnO Bulks Compacted by Underwater Shock Wave Processf

Kongsy[1]*, 송정환[1], Kazuyuki Hokamoto[2], 임대영[1]
[1]배재대학교
[2]Kumamoto University

ZnOis considered a promising material and have been widely used in many fields, such as surface acoustic wave devices, gas sensors, rubber manufacture, concrete industry, medical, metal-protective coating, cosmetic industry, solar cells, etc. This increased interest in ZnO is because it has many advanced properties, such as high specific resistance, wide band gap energy with hexagonal wurtzite, larger exciton, good electrical property, high transparency and lowest resistivity, which could be inexpensively synthesized. In our previous work, we have successfully synthesized ZnO nano-particles by a glycol process using zinc acetate dehydrate as a Zn source and 1, 4 - butanediol as solvent at 150ºC for 30 min. The synthesized ZnO nano-particles have spherical morphology with an average crystal size of 20 - 60 nm. These ZnO powders were compacted by using underwater shock wave process with detonation of an explosive and high pressure. The advantage of this process is procurement of fully dense materials without grain growth due to lack of heating. It is further possible to obtain ultra-fine substructure of ZnO by the passage of shock wave in the compacted sample. The shock-compacted ZnO nano-powders werecharacterized by XRD, SEM, EDS and its density was observed by the Archimedes method. Besides this, the electric properties were also investigated by impedance analyzer. The results were compared with other commercially available ZnO powders to comment on the efficacy of this method.

P1-G1-42 Fabrication of UV Photodetector Device based on Graphene-ZnO Composites

Graphene-ZnO composite을 이용한 UV Photodetector

권영태*, 천지애, 강성용, 좌용호
한양대학교

Due to attractive optical and electrical features of ZnO with a wide band gap (3.37 eV) and a large exciton binding energy (60 meV), ZnO-based nanomaterials have been of interest to be a promising active material in ultraviolet (UV) photodetectors. In order to effectively transport the electrons excited from ZnO nanoparticles (NPs) and thus enhance the resulting photocurrent, here, we hybridized colloidal ZnO nanoparticles with CVD-grown graphene nanosheets with an exceptional electron transport property. The photodetector devices fabricated by a colloidal ZnO NPs/ graphene composite were ink-get printed on the flexible graphene/ polyethylene terephthalate (PET) film. The performancesof photodetector, including the on-off ratio, the rising time and the recovery speed, were characterized using a standard two-probe measurement system. We discussed the photoresponse mechanism of ZnO/graphene photodetectors on a basis of a light-induced adsorption/desorption of oxygen onto the surface of ZnO nanoparticles.

P1-G1-43 Van der Pauw Method for the Characterization of Oxygen Transport Membrane Materials in the Form of Ceramic Pellets

PHAM Thuy Linh*[1], MOON Su-Hyun[1], SONG Hee-Jin[1], SHIN Eui-Chol[1], NGUYEN Dang Thanh[1], JOO Jong-Hoon[2], YU Ji Haeng[3], Lee Jong Sook[1]
[1]Chonnam National University,
[2]Chungbuk National University
[3]Korea Institute of Energy Research

Accurate determination of the conductivity of the highly conducting ceramic samples is usually done by dc 4-probe method using bar geometry samples. Van der pauw method originally applied for sheet resistance of the thin films can be also accurate for thick samples when the four point electrodes are prepared through the whole thickness on the lateral side of the disk [Kim et al, Solid State Ionics, 272 (2015) 60]. Ceramic oxygen ion conducting 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 CO_2 capture. There have been intensive studies on dual-phase composite membranes that consist of a fluorite phase as an oxygen-ion conductor and a perovskite material as an electronic (and also ionic) conductor. In this study, the GDC ($Ce_{0.9}Gd_{0.1}O_{2-\delta}$) as an oxygen ion conductor and the LSCF ($La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3-\delta}$) or LSM ($La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_{3-\delta}$) as an electronic conductor are chosen. Dual-phase pellets GDC:LSM and GDC:LSCF were prepared.In addition to the AC 2-probe method for the disk samples of more resistive composition, van der Pauw method was applied to disk samples of the highly conducting compositions above percolation threshold and single-phase perovskites. The conductivity values determined by van der Pauw method using disk samples and by the conventional 4-probe method using bar geometry samples are compared.

P1-G2-1 Improved Photovoltaic Characteristics of Non-toxic Solution-deposited $CuIn_{0.7}Ga_{0.3}(Se, S)_2$ Thin Films by Post Selenization and Sulfurization Process

연속적인 셀렌화 및 황화 공정에 의해 제작된 무독성 용액 기반 $CuIn_{0.7}Ga_{0.3}(Se, S)_2$ 박막의 광전 특성 개선

장진우*, 최익진, 이승민, 조용수
연세대학교

$CuIn_{0.7}Ga_{0.3}(S, Se)_2$ (CIGSSe) has received considerable attention as a promising absorber material because of its high absorber coefficient and tunable band gap energy. We present enhanced photovoltaic properties of solution-deposited CIGSSe thin films by adjusting sequential selenization and sulfurization post-treatment. $CuIn_{0.7}Ga_{0.3}Se_2$ (CIGSe) thin films were prepared by selenization of Cu-In-Ga precursor layer spin-coated using non-toxic solution. An ideal distribution of sulfur through CIGSSe absorber layer was intentionally adapted by adjusting sulfurization post-treatment. Gradient band gap of the CIGSSe absorber is expected according to the sulfur concentration, which is considered to have an advantage of generating optimal absorption. The CIGSSe absorber with higher sulfur concentration toward the interface with Mo contact was obtained after sulfurization and KCN etching. Open circuit voltage V_{oc} of the resulting CIGSSe solar cell increased substantially by ~11% as a result of the gradient incorporation of sulfur. As a result, an excellent conversion efficiency of 8.81% was achieved for the Al/ZnO/CdS/CiGSSe/Mo/glass cell sulfurized at 500 ^{o}C for ~10 min and successively demonstrated by the gradient sulfur concentration approach for the CIGSSe thin film solar cells.

P1-G2-2 Enhanced Dielectric Properties of $BaTiO_3$/Epoxy Composites by Particle Alignment

입자 정렬을 이용한 티탄산바륨/에폭시 복합체 유전 특성 향상 연구

김동석*, 백창연, 마호진, 김도경
KAIST

$BaTiO_3$/Epoxy resin composites were investigated as dielectric materials for high energy density capacitors. The $BaTiO_3$/Epoxy resin composites were presented by an Ice-templating method, the effective dielectric permittivity of composite was increased with the particle alignment through the templating method. The dielectric permittivity was doubled compared with conventionally prepared composites, maintaining low dielectric loss. The microstructure of the composites and the effect of barium titanate fraction in composites on the dielectric properties were characterized.

P1-G2-3 Spherical Particle Preparation by GSP Method and Its Sintering Characteristics

GSP방법을 이용한 구형입자 제조 및 소결특성

정경채*, 엄성호, 김연구, 조문성
한국원자력연구원

급증하는 전력수요와 청정 수소가스의 대량생산을 위한 차세대 에너지원으로 (초)고온가스로를 활용하는 연구가 Gen-IV를 중심으로 활발히 진행되고 있다. 국내에서도 이와 연계하여 (초)고온가스로 시스템에 대한 연구가 진행되고 있으며, 원자로를 개발하는 선진 각국에서는 (초)고온가스로에 사용되는 핵연료물질로 구형 TRISO입자 제조 및 가공에 총력을 기울이고 있다. (초)고온가스로 핵연료 입자제조는 졸-겔 방법을 변형한 GSP (Gel Supported Precipitation)방법이 응용되고 있으며 중간물질로 ADU gel입자를 제조한 후 이를 고온의 열처리과정을 거쳐 내부가 치밀화 된 소결체를 얻게 된다. 본 연구에서는 구형 ADU 액적 및 gel 입자제조, 열처리를 통한 UO_3로의 하소, 환원 및 소결을 통한 UO_2입자로의 변환 과정과 제조특성을 찾고자 하였다. 다양한 제조변수 변경실험으로부터 직경 480 μm 크기의 구형 UO_2입자를 제조할 수 있었으며, 제조된 구형 UO_2입자의 밀도는 약 10.8 g/cm^3, 구형도는 1 ± 0.15를 나타내었다. 온도 승온 profile과 최종 소결온도 및 시간에 따라 구형입자의 crack이나 파손없이 내부구조를 치밀화 할 수 있는 공정조업이 가능함을 알 수 있었다.

P1-G2-4 Deactivation Mechanism of SCR Catalyst by H_3PO_4 Dippning

H_3PO_4담지에 의한 SCR 탈질 촉매 비활성화 메커니즘 규명

한승윤[1]*, 정보라[1], 예보라[1], 이희수[2], 김홍대[1]
[1]한국생산기술연구원
[2]부산대학교

최근 바이오 매스 및 중유 연소 발전소에서 SCR 탈질 촉매의 성능이 초기보다 급격하게 떨어지는 현상이 발생하고 있다. 이는 중유 연소 시 발생하는 피독 물질(P, 알칼리, 알칼리 토금속 등)과 배가스 내에 존재하는 SO_2, NH_3, H_2O이 반응하여 SCR 촉매의 물리적 화학적 비활성화를 촉진한다. 이러한 현상은 촉매 탈질 효율 및 수명을 감소시키므로 이에 대한 해결방안 및 피독 경로에 대한 원인 파악이 시급한 실정이다. 이에 본 연구에서는 대표 피독 물질 H_3PO_4로 담지하여, SCR 탈질 촉매의 탈질 효율 및 성분분석을 통해 화학적 피독 메커니즘 파악을 위한 규명 연구를 진행하였다. 모사 피독 촉매의 제조는 몰 농도와 디핑 시간 동의 담지조건을 변화시키면서 피독 물질에 의한 비활성 현상을 확인하였다, 피독된 촉매는 Micro Reactor를 이용한 탈질 효율 평가를 진행하였고, XRF, ICP 분석을 통해 성분 및 함량분석을 진행하였으며, BET, SEM-EDX 등의 분석을 통해 물성 평가를 진행하였다.

P1-G2-5 Fabrication of High Purity α-Al_2O_3 Powder and Al_2O_3/PVDF-HFP Composite Separator for Lithium-ion Batteries

리튬이차전지용 Al_2O_3 코팅 유/무기 복합 분리막의 제조 및 고순도 알루미나 분말 제조에 대한 연구

홍성은*, 김용남, 이동원
한국산업기술시험원

이차 전지에 사용되는 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 폴리올레핀계열 분리막들이 사용되었으나 최근에는 열적 안정성과 기계적 안정성을 개선하기 위해서 세라믹 코팅 분리막이 이차전지의 분리막 재료로 연구되고 있다. 분리막 코팅 소재로서는 알루미나가 대표적으로 이용되고 있으며 초미분이면서 고순도의 알루미나 분말이 우수한 특성을 나타내고 있다. 본 연구에서는 이차전지 분리막 코팅용 고순도 알루미나를 제조하기 위해 기존 제조방법과는 달리 일반 수산화 알루미늄을 원료로 사용하여 가성소다로 용해하고 중화와 숙성을 거쳐 알루미나 겔을 만들고 소결 공정을 거쳐 고순도 알루미나를 제조하였다. 한편 제조된 고순도 알루미나 분체를 PE 분리막에 코팅하여 세라믹 코팅 분리막을 제조하였고, 제조된 코팅 분리막들을 대상으로 투과성능, 열적 및 기계적 안정성을 체계적으로 평가하였다. 제조된 코팅 분리막들은 고순도 알루미나는 입자 크기에 따라 투과성능, 열 안정성 및 기계적인 물성에 크게 영향을 끼치는 것으로 관찰되었다.

P1-G2-6 Improved Water Splitting Performances of $BiVO_4$ Thin Films by Deposition of Oxygen Evolution Catalyst for Photoelectrochemical Solar Cells

산소발생 촉매를 형성한 $BiVO_4$ 광전기화학셀의 물 분해 성능 향상

정상윤[1]*, 신혜민[1], 김태민[2], 윤명한[1], 장호원[2], 이상한[1]
[1]광주과학기술원 (GIST)
[2]서울대학교

Energy harvest from utilization of solar radiation is an attractive issue since the Sun gives unlimited and ecological energy sources. Among solar cells, photoelectrochemical (PEC) cell has unique characteristics that the solar energy is directly converted to chemical fuels through photolysis of water into hydrogen gas. In general, conversion efficiency of the PEC cells is very dependent on range of absorbable photon energy by semiconducting active materials. Considering the fact that visible region has the highest light intensity in the solar radiation, it is reasonable choice to use small band gap semiconductors as light harvesting layers in the solar cells. In this research, we report a fabrication of PEC cells composed of bismuth vanadate ($BiVO_4$) and oxidation catalyst such as FeOOH and NiOOH. $BiVO_4$ thin films were grown by both pulsed laser deposition and solution process whereas oxidation catalysts were deposited by chemical bath deposition. Fabricated $BiVO_4$ thin films have monoclinic scheelite structure and show visible light absorption as expected from its small band gap energy of 2.4 eV. PEC results show that PEC performance was enhanced by addition of the oxygen evolution co-catalysts on $BiVO_4$ surface since slow oxidation kinetics of $BiVO_4$ were improved. Our research can be adapted to the system of other small band gap semiconductors which can be used as light absorbing materials.

P1-G2-7 Development of High Performance Alkali Metal Thermal-to-electric Converter (AMTEC) Electrode

열-전기 발전기술 용 고성능 AMTEC 전극 개발

석승원[1]*, 한문희[1], 김향태[1], 최현종[2], 이욱현[2], 우상국[2], 김선동[2]
[1]충남대학교
[2]한국에너지기술연구원

열-전기 변환 발전 기술인 AMTEC (Alkali metal thermal-to-electric converter) 에서 전극은 발전기의 성능과 수명을 결정하는 중요한 요소이다. 본 연구에서는 전극 소재와 코팅 방법에 따른 성능 평가 및 운전 전 후 전극과 고체 전해질인 β"-alumina 와 단면을 비교평가 하여 AMTEC 전극의 최적화된 코팅 방법을 확인 하였다. Mo계 전극은 AMTEC의 최적의 운용 온도인 1100 K 이상에서 grain growth 현상과 Mo-Na-O 화합물이 발생하여 전극에 손상을 줘 발전기의 수명을 단축시키는 것으로 알려져 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 전기적 성능이 뛰어난 Mo와 세라믹 전극인 TiN을 합성하여 Mo/TiN을 개발하였고 Mo/TiN 전극은 세라믹인 TiN이 있어 β"-alumina 와 계면 친화성이 좋아 습식 코팅을 실시하였으며 DC-Sputtering, 열 용사코팅인 건식코팅 기술은 Mo전극으로 실시하여 비교 평가하였다. 그 결과 Mo 전극으로 건식 코팅한 DC-Sputtering은 2.56 W의 성능이 나타났으며 열 용사코팅은 7.95 W로 높게 측정되었으나 건식 코팅은 성능 평가 후 박리현상이 발생하였으며 습식 코팅한 Mo/TiN은 4.55W로 열 용사코팅 보다 낮은 성능을 나타냈으나 운전 후 에 박리현상이 없어 AMTEC 전극으로는 적합하다고 판단된다.

P1-G2-8 A Study on the High Efficient Fuel using Pyrolysis Technology of Low Rank Coal & Bio Mass

저등급석탄 및 바이오매스의 열분해 기술을 이용한 고효율 연료화 연구

정용주[1]*, 최원석[1], 황경준[1], 김왕현[2], 김상호[2]
[1](재)철원플라즈마산업기술연구원
[2](재)강원테크노파크

지구온난화, 기후변화 등으로 대체에너지 개발의 필요성이 대두되어 재생에너지의 사용 및 보급이 지속적으로 증가할 것으로 예상되지만 향후 상당기간동안 석유, 석탄 등 화석연료의 이용이 가장 현실적인 에너지자원으로 고려되고 있다. 우리나라의 에너지 해외의존도는 96%로 에너지 수급이 매우 불안정하고, 에너지 소비량 중 화석연료가 85.5%의 비중을 차지하고 있어 가격변동이 적고 안정적인 수급이 가능한 저급탄 및 바이오매스를 이용한 고효율 연료화에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 세계 석탄 매장량의 절반을 차지하는 저등급 석탄을 열분해하여 고열량 석탄으로의 개질연구, 가연성 바이오매스를 활용한 Bio Coal 제조연구, 이를 혼합한 고품위 고형연료 제조에 관한 연구를 진행하였다.

P1-G2-9 Development of Porous Adsorbents Manufacturing Process by using Coal Mine Tailings for Water Treatment

석탄폐석을 이용한 수처리용 다공성 흡착제 제조 기술 개발

권영준[1]*, 이원영[1], 황경준[1], 최원석[1], 조형환[2], 김상호[2]
[1](재)철원플라즈마산업기술연구원
[2](재)강원테크노파크

본 연구는 국내에서 석탄폐석이 가장 많이 적치되어 있는 강원도내의 석탄폐석으로부터 물성을 조사하고, 석탄폐석으로부터 다공성 흡착제인 제올라이트의 상업적으로 활용 가능한 제조 기술을 개발하였다. 석탄폐석의 물성 연구에서는 미분말화된 석탄폐석의 입도분도 및 조성분석을 통해 제올라이트의 제조 가능성을 조사하였다. 건식법으로 석탄폐석 미분말과 바인더를 혼합하여 성형체를 제조한 뒤 열처리를 통해 기계적 물성이 높은 다공성 제올라이트를 제조할 수 있었다. 이러한 경제성 있는 다공성 제올라이트 제조 기술은 재생자원을 활용하고, 기존 활성탄에 비해 높은 수처리 특성을 지니고 있어 상업적으로 가치가 높다고 판단된다. 추후 다공성 제올라이트 제조 공정 변수를 보다 세부적으로 연구하여 높은 비표면적과 기계적인 물성을 지닌 고품질의 다공성 흡착제를 제조할 계획이다.

P1-G2-10 Hollow Structured Boron-doped Diamond Nanorod Electrode for Electrochemical Sensor

속이 빈 나노로드 구조의 보론이 도핑된 다이아몬드 전극 기반의 전기화학센서

임영균*, 이승구, 임대순
고려대학교

Boron-doped diamond (BDD) thin film has been used as active electrode for various electrochemical sensors because of its extraordinary chemical, physical, and optical properties. Electrochemical sensors based on the BDD electrode show an enhanced signal-to-noise ratio (S/N), a low detection limit and a wide linear range due to their unique advantages such as a low background current and a wide potential window. In this work, hollow structured BDD nanorod electrode was fabricated to enhance its electrochemical properties by increasing reactive area of electrode. The BDD was synthesized on the tungsten oxide nanorods substrate which was fabricated on the silicon oxide wafer by hot filament CVD. By oxidizing the tungsten oxide, only BDD was remained and keeping its structure. The hollow structured BDD was analyzed through SEM, TEM and Raman spectroscopy. The electrochemical properties of the electrode were examined by cyclic voltammetry and amperometric technique.

P1-G2-11 Effect of Surface Modification on Photoelectrochemical Properties of Vertically-aligned $CuInS_2$ Nanorod Arrays

표면 개질이 수직 정렬된 $CuInS_2$ 나노 기둥 배열의 광전기화학 특성에 미치는 영향

양우석*, 오윤정, 김지민, 문주호
연세대학교

Although vertically aligned one-dimensional (1D) structure has been considered as efficient forms for photoelectrode, development and optimization of 1D nanostructured photocathode are still required. In this sense, we recently demonstrated a simple fabrication route for $CuInS_2$ (CIS) nanorod arrays from aqueous solution by template-assisted growth-and-transfer method and their feasibility as a photoelectrode for water splitting. In this study, we further evaluated the photoelectrochemical properties of CIS nanorod arrays with implementation of surface modification. Conformal coating of CdS and ZnS was performed by successive ion layer adsorption and reaction (SILAR) method, which is well known as suitable technique for conformal coating throughout nanoporous structure. With surface modification of CdS and ZnS, photoelectrochemical property of $CuInS_2$ nanorod arrays was improved by shifting of the flat-band potential, which is analyzed both onset potential and Mott-schottky plot.

P1-G2-12 Aqueous Solution Phase Selenized $CuIn(S, Se)_2$ Thin Film Solar Cells by Inert Atmosphere Annealing

불활성 기체 열처리와 수계 액상 셀렌화 공정을 통해 제작한 CISSe 박막 태양전지

오윤정*, 양우석, 김지민, 문주호
연세대학교

$CuIn(S, Se)_2$ (CISSe)는 1.0 ~ 1.5 eV의 Direct band gap과 10^5 cm^{-1}이 넘는 큰 광흡수 계수를 가지고 있어 태양전지의 흡수층으로써 연구되어 왔다. 최근 대량생산에 용이하다는 측면에서 용액 공정 기반 CISSe 태양전지 연구가 크게 주목 받고 있다. 용액공정 기반 중 하이드라진을 사용 한 경우 매우 높은 효율을 기록하였으나, 하이드라진 자체의 유독성과 폭발성 때문에 분위기 제어가 필요하고 여전히 저가화 및 대면적 제작에 한계가 있다. 따라서 알코올 솔젤 기반 CISSe 태양전지 제작 연구가 많이 진행되었으나, 결정립 성장 및 칼코겐 원자를 공급하기 위해 불가피하게 황화/셀렌화 후속 열처리 공정을 요구한다. 후속 열처리 공정은 폭발성의 황화수소/황화셀레늄 기체 분위기 제어와 고가의 장비를 필요로 한다. 본 연구에서는 매우 안정적이며 저가용매인 물과 아민계첨가제를 이용하여 Cu, In 전구체와 S, Se이 포함된 Cu-In-S 잉크와 Se잉크를 제작하였다. 잉크내에 S, Se을 첨가 함으로써 추가적인 후속공정 없이 비활성 가스 분위기에서 고품질의 CISSe 박막 제작을 가능케 하였다. 또한 Se 잉크증착 횟수에 따른 결정구조, 광학적 성질의 차이에 주목하였다. 따라서 수계 잉크를 대기중에서 스핀코팅으로 박막을 제작한후, Hot plate에서 건조하여 균일한 박막을 제조하고, 제작된 박막을 tube furnace에서 환원 분위기 및 비활성 가스 분위기에서 열처리 진행하여 1.3 μm의 고품질의 CISSe 흡수층을 제작하였다. 흡수층에 대해 XRD, SEM, EDS 분석을 진행하여, 결정성, 미세구조 및 조성을 확인하였으며, 흡수층 위에 버퍼층/투명전극층을 차례로 증착하여 CISSe 태양전지를 제작하여 셀 성능 및 양자 효율 특성을 파악하였다. 또한 액상 Raman 분석을 통해 결정립성장과정 메커니즘을 제시하였다.

P1-G2-13 Influences of Fluorescent and Phosphorescent Materials on the Efficiency of Concentrated Photovoltaics

집광형 태양전지의 효율에 미치는 형광 및 축광 물질의 영향

김태희*, 박경봉, 김지훈, 김병수, 김은희, 이민형
안동대학교

고효율 태양전지가 기존 단결정 태양전지에 대해 경쟁력을 갖추기 위해 집광형 태양전지 시스템에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 집광형 태양전지 시스템에서는 방열설계가 필수적인데 이는 흡수 파장이 아닌 복사에너지까지 강제작으로 흡수되어 온도가 상승하여 효율이 저하되기 때문이다. 형광물질을 이용하여 빛의 파장대를 변화시키면 온도 상승에 따른 효율 저하를 억제할 수 있을 것이다. 또한 축광물질을 이용하면 빛이 공급되지 않는 시간에도 소량의 발전이 가능할 것이다. 본 연구에서는 형광 및 축광 특성을 이용하여 태양전지의 온도 상승을 억제하고 발전에 사용되지 못하는 빛까지 전기에너지로 바꿀 수 있는 방안을 설계하였다. 이를 위해 태양전지를 밑면으로 하는 돔을 만들고 내부에 태양전지를 제외한 면에 형광 및 축광 물질을 도포한다. 집광된 빛을 광섬유를 이용하여 돔 내부에 조사하면서 전류, 전압, 온도 특성을 측정하고 빛을 조사하는 방향과 형광 및 축광 효과에 의한 효율 변화를 관찰하였다.

P1-G2-14 Direct Reduced Iron of Metalization and Phase Transition According to the Blast Furnace Slag Powder

고로주상분말을 이용한 직접환원철의 환원율 및 상변화

윤영민*, 추용식
한국세라믹기술원

최근 철강 생산 및 사용이 증가하는 추세에 따라 국내 제철·제강사의 철광석 수입량은 증가하고 있다. 본 연구는 국내 산업부산물을 재사용하여 저가 원재료의 사용 확대 및 고품질 철원을 생산하고자 한다. 환원시간에 따른 XRD pattern 및 화학성분분석과 미세조직을 통해 금속화율이 증가함을 확인하였다.

P1-G2-15 Template-directed Fabrication of Vertically-alligned Cu_2ZnSnS_4 Nanorod Arrays For Photoelectrochemical Application Via a Non-toxic Sol-gel Process

무독성 졸겔 공정을 통해 광전기화학적 응용을 위한 수직 정렬된 CZTS 나노로드 배열 제작

김지민*, 양우석, 오윤정, 문주호
연세대학교

In photoelectrochemical (PEC) water splitting, Cu_2ZnSnS_4 (CZTS) compound has attracted intense attention as a photocathode due to not only large optical absorption coefficient, but also earth-abundance of constituent elements and suitable band alignment. With rapid development of nanotechnology, one-dimensional nanostructures of CZTS compound have been investigated as a potential form to achieve high efficiency because the nanostructures are expected to be capable of capturing more light and enhancing charge separation and transport. Here, we report a well-controlled fabrication route for vertically-aligned CZTS nanorod arrays on Anodic Aluminium Oxide (AAO) template via simple sol-gel process and perform deposition of ZnS or CdS buffer layers on the CZTS nanorod to enhance charge separation. The structure, morphology, composition, optical absorption, PEC properties of the resulting CZTS nanorod samples were characterized using X-ray diffraction, Raman spectroscopy, transmission electron microscopy, energy dispersive X-ray spectrometry, scanning electron microscopy, UV-vis spectroscopy, and three-electrode configuration.

P1-G2-16 The Effect of Particle Size and Sintering Conditions on Mechanical Properties of Silicon Dioxide Based Porous Ceramics by Mixture Design of Experiments

혼합물 실험계획법을 이용한 분말의 입도분포 및 열처리 조건이 이산화규소 기반 다공체의 물성에 미치는 영향

여정구[1]*, 박정수[1], 김영환[1,2]
[1]한국에너지기술연구원
[2]한양대학교

본 연구에서는 원료분말의 입도와 열처리 공정조건이 이산화규소 기반 다공체의 물성에 미치는 영향을 조사하였다. 혼합물 실험계획법을 활용하여 출발원료의 조성과 열처리 조건을 정하는 실험을 진행하였으며, 조성으로는 이산화규소 분말의 입도분포를 요인인자(factor)로, 열처리 조건에서는 온도와 유지시간을 요인인자로 선정하여 시험편을 제조하였다. 각 시편은 왁스와 혼합한 피드스탁(feedstock)을 이용해 동일한 조건에서 사출법을 이용하여 성형체를 만들었다. 제작한 이산화규소 기반 다공체의 강도와 수축률을 반응인자(output)로 선정하여 요인인자의 영향을 고찰하였으며, 또한 용출성, 미세구조 및 결정구조를 관찰하였다. 결과적으로, 혼합물 실험계획법에 의해 제작된 시편의 강도와 수축률을 입력하여 얻은 최적의 조성 및 열처리조건을 예측할 수 있었으며, 재현성 실험을 통해 적절한 강도와 수축률을 갖는 시편을 얻을 수 있었다.

P1-G2-17 Manufacturing Alumina-epoxy Composites with Mineral Asperities using Rolling Method

Rolling method를 이용한 mineral 돌기를 갖는 경량 고강도 유무기 복합소재 개발

정운성[1]*, 이윤주[1], 신동근[1], 김영희[1], 김수룡[1], 권우택[1], 심광보[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]한양대학교

전복껍질은 웬만한 충격에도 잘 파괴되지 않는 고강도 경량 세라믹소재이다. 이러한 고강도를 나타내는 몇 가지 이론은 아라고나이트(aragonite)상의 판상형 탄산칼슘이 규칙적인 배열을 하고 있으며, binder 역할을 하는 유기물(bio-polymer)과의 접착력이 우수하고, 뿐만 아니라 판상 표면에 형성된 돌기 또는 입자 간에 mineral bridge가 존재하기 때문인 것으로 제시되고 있다. 이러한 이유로 전복껍질은 아라고나이트의 이론적인 강도값 보다, 또한 단순히 혼합한 경우보다도 1천배 이상 더 크다고 알려져 있다. 이에 다양한 산업분야에서 경량성 고강도 소재 개발이 요구되는 현재, 전복껍질 구조를 모방한 복합체 개발에 대한 관심이 높아지고 있다. 기존 연구에서는 점토를 이용하여 판상형 alumina 입자에 돌기를 형성한 바 있으며, rolling method를 이용하여 제조된 alumina-epoxy 복합체의 파괴 거동을 확인한 바 있다. 본 연구에서는 돌기가 형성된 alumina 입자를 이용하여 alumina-epoxy 복합체를 제조하고, 이의 기계적 특성을 확인하고자 한다.

P1-G2-18 One-step Synthesis of SnO_2-Fe_2O_3-C Mixture Spheres for Reversible Lithium Storage with a Long Cycle Life

SnO_2-Fe_2O_3-C 단일공정 합성을 통한 향상된 리튬 이온전지 성능 평가

최종현*, 김원식, 홍성현
서울대학교

리튬 이온전지는 주로 휴대폰 등 모바일 IT 기기의 전원으로 사용되고 있지만 기술이 발달함에 따라 자동차 및 에너지 저장 등의 용도로 사용이 확대되어 필수적으로 더 큰 저장용량이 매우 중요하게 되었다. 현재 anode물질로는 Si, Ge, Sn 등 많은 연구가 진행되고 있다. 이 중 Si, Ge등은 전기적 특성이 좋지 않고 Si의 경우 큰 이론용량을 가지고 있으나 대기 중에서 쉽게 산화되어 cycle특성이 빠르게 떨어진다는 문제점이 있다. 하지만 Sn 계열은 Si에 비해 전기 전도성이 좋고 Li 의 확산계수가 높아 충 방전 속도를 기존 탄소계보다 50% 이상 개선할 수 있으며 용량도 20% 이상 높아질 수 있는 장점을 가지고 있다. 하지만 Sn의 경우 리튬 이온의 삽입 시 부피팽창이 일어나고 pulverization 현상으로 인하여 cycle이 진행됨에 따라 용량이 급격하게 떨어지는 문제점이 있고 또한 합성하는 여러 나노구조체의 경우 공정상의 비용과 시간이 오래 걸린다는 단점을 가지고 있다. 본 연구에서는 Sn 계열의 부피팽창 및 공정비용, 시간의 문제점을 극복하기 위해 수열합성법을 통해 한번의 공정으로 50 nm 크기의 nano-sphere를 합성하였다. 이로 인하여 부피팽창을 완화시키는 나노구조체 형성뿐만 아니라 Sn 기반의 구조를 통해 기존의 흑연계열 음극 물질 보다 높은 용량을 기대할 수 있으며 Carbon layer 로 인한 보다 우수한 cycle 특성까지 얻고자 하였다.

P1-G2-19 An Evaluation of Dissolution Rate of PWR Spent Fuel for Preparing a Cladding Sample

가압경수로 사용후핵연료 피복관 시편 제작을 위한 질산 용해율 평가

권형문*, 서항석, 김성근, 김도식
한국원자력연구원

가압경수로 사용 후 핵연료의 피복관시편을 제작하기 위해, 먼저 소결체 중앙부를 드릴링으로 천공하고 상온에서 24시간 동안 질산용액에 담아 피복관내부의 잔여 핵물질을 제거한다. 이때 핵물질이 용해된 질산용액은 방사성폐기물로 처리해야 하므로, 되도록 그 양을 최소화할 필요가 있다. 70 wt% HNO_3용액과 물을 1 : 1로 섞은 용액으로 25 cm 길이의 연료봉절편을 24시간 이내에 완전 용해할 수 있는 최소의 질산용액의 양을 평가하였다. 용해율평가를 위해, 용해되는 소결체의 표면적 비율과 용해율의 관계식을 구하고, HNO_3의 초기 몰농도를 약 7.8 mol/dm^{3}으로 설정하였다. 평가결과, 24시간이내에 완전 용해할 수 있는 질산용액의 최소양은 80 cm^{3}로 평가되었다.

P1-G2-20 Synthesis of Hydroxy Sodalite using Windshield-waste

폐자동차 앞유리를 이용한 Hydroxy Sodalite 합성

김재찬*, 최민구, 김다솔, 김동완
고려대학교

알루미나와 실리카가 주성분인 hydroxy sodalite(HS)는 3차원 channel과 cage로 구성된 미세기공구조 화합물로 가스 분리막, 담체와 같은 응용분야에 적용되 오고 있다. 이러한 HS를 제조하기 위해 많은 방법들이 제시되고 왔고 최근 폐유리, coal-tar ash, 고로 슬래그 등의 산업 폐기물을 원료로한 제올라이트 합성 연구도 보고되고 있다. 폐유리는 실리카를 주요 구성성분으로 가지고 있어 HS 원료 물질로 가장 적합하다고 할 수 있다. 본 연구에서는 폐 자동차 앞유리를 원료로 90°C 저온 수열 합성법을 이용하여 HS를 제조했다. 먼저 폐 자동차 유리는 산처리를 통해 실리카 이외의 기타 원소 및 불순물을 제거 했으며, 원소분석 결과 구성 원소 중 실리카는 약 70%의 비율을 차지했다. 산처리된 폐유리를 원료로 NaOH와 $NaAlO_2$를 첨가하여 수열 합성을 진행했으며 이때 SiO_2:Al_2O_3비율은 1 : 1로 유지했다. NaOH 첨가량(0 ~ 1.6 M) 및 수열합성시간 (1 ~ 24시간)에 따른 미세구조 및 결정구조 변화를 관찰한 결과 1.6 M NaOH와 24시간 조건에서 단일상의 HS가 합성되었다. 그러나 합성결과 불균일한 HS입자가 형성되어 이를 해결하기 위해 high-energy ball milling 을 통해 분쇄된 폐 자동차 앞유리를 사용하여 동일 합성과정을 거쳐 균일한 HS입자를 합성하였다.

P1-G2-21 Synthesis of Si/C Anodes Using Recycled Poly-Vinyl Butyral for Li Ion Batteries

재활용 Poly-Vinyl Butyral을 이용한 리튬이온전지용 Si/C 음극 제조

박성우*, 최민구, 김재찬, 김동완
고려대학교

실리콘(Si)은 높은 이론용량(4200mAh/g)을 가져 상용 그라파이트를 대체할 차세대 리튬이온전지의 음극소재로 주목 받고 있다. 하지만 충/방전 중 급격한 부피팽창(~300%)때문에 용량저하가 발생하는 것이 가장 큰 단점이다. 이 문제를 해결하기 위한 다양한 방법 중 탄소 코팅은 실리콘의 부피팽창을 완화시킬 수 있으며 전기전도도 또한 향상시킬 수 있다. 자동차 폐기물 중 자동차 전면유리는 접합 유리로 PVB (poly-vinyl butyral) 필름을 분리하는 공정비용이 발생하여 재활용 보다는 대부분 매립되어 왔으나, 최근 고부가가치 소재화 기술에 대한 관심으로, 전면유리에서 분리된 PVB 필름 재활용 연구가 활발히 진행되어오고 있다. 본 연구에서는 상용 실리콘 나노분말과 분리된 PVB 용액을 조합하여, 탄화후 Si/C 나노복합체를 제조하였다. 미세구조를 분석한 결과 구형의 실리콘 나노입자 표면에 탄소가 고르게 코팅되었음을 확인 했다. 또한 TGA 분석을 통해 다양한 PVB:Si 비율 중 가장 적합한 탄소의 함유량을 확인 했다. 산업폐기물인 PVB를 이용한 음극활물질의 탄소 코팅은 저가의 공정으로 실리콘 음극의 부피 팽창을 효과적으로 제어 할 수 있었으며 그 결과 사이클 안전성을 크게 향상시켰다. 이와 같은 결과는 실리콘 음극의 전기화학적 특성 향상뿐만 아니라 폐 PVB를 고부가가치 제품 원료로 사용해 재활용을 촉진시킬 수 있을 것으로 판단된다.

P1-G2-22 *In Situ* Synchrotron XRD Investigation of Structural Transformation in a Layered $NaFe_{0.5}Co_{0.5}O_2$

In Situ Synchrotron XRD를 이용한 $NaFe_{0.5}Co_{0.5}O_2$ 전극 소재의 구조 변화 연구

정영화*, 김도경
KAIST

Sodium layered oxides with mixed transition metals have received significant attention as positive electrode candidates for sodium-ion batteries due to high reversible capacity. The larger ionic size and different bonding characteristics of Na ions exhibit distinctive electrochemical properties as compared to those for the lithium system. In particular, understanding structural changes by sodium extraction/insertion is considered to be a critical aspect for designing Na electrode materials. *In situ* XRD analysis is known to be an efficient way of relating electrochemical and structural properties of electrode materials, and to obtain detailed information about deintercalation/intercalation mechanisms during electrochemical cycling. Here we have developed a capillary based micro-battery cell, which allows us to obtain *in situ* information from the individual phases in the working battery. Through this approach, we carefully scrutinized a reversible structural phase transformation of the O3-layered material, $NaFe_{0.5}Co_{0.5}O_2$, which is a promising positive electrode candidate for sodium-ion batteries by *in situ* synchrotron XRD investigation.

P1-G2-23 Study of Fuel for Industrial using Industrial by Products

산업부산물을 이용한 산업용 연료 연구

김상호*, 조형환, 김덕, 한석현, 이재하
강원테크노파크

현재 국내 석탄채굴 과정에서 발생하여 적치되어있는 폐경석은 약 2억톤이다. 폐경석은 산사태, 농경지 피복 등의 광해를 유발시키고 발생되는 산성폐수로 인하여 지하수와 토양 등을 오염시킨다. 폐경석에는 약 20%의 석탄분 포함되어있으며 이를 재활용하기 위한 연구가 국내외에서 진행되고 있다. 국내 생산되는 석탄은 저휘발분, 고회분, 저발열량의 특성으로 산업용으로 활용되는 비중이 낮기 때문에 대부분 민수용으로 활용되며, 일부 발전용과 정부 비축탄으로 사용된다. 본 연구에서는 저등급석탄의 특성을 개선하기 위하여 석탄과 발열체의 혼합을 통하여 고발열 특성의 석탄을 제조하고자 한다. 폐경석을 분쇄하여 부유선별법으로 폐석과 석탄을 분류하여 가용 석탄을 선별하였으며, 또한 산업부산물로 폐기되는 그라파이트를 이용하여 발열량 약 4000 kcal/kg 의 석탄을 5700 kcal/kg 이상의 발열량을 가지는 고발열 특성을 가지는 석탄으로 제조하려고 한다. 상용 무연탄을 분쇄하여 주사전자현미경 (FE-SEM), 열중량분석기(TG-DTA), 성분분석기(XRF)으로 물성을 분석하였으며, 그라파이트를 60, 55, 50, 45, 40 wt%로 혼합하여 발열특성을 관찰하였다.

P1-G2-24 A Study on the Synthesis of NMC Cathode Materials Using Taylor-couette Reactor for Li-ion Secondary Battery

신 공침 공정 기술을 이용한 리튬이차전지 NMC 양극재 합성

박혜원*, 김정훈, 송정훈
RIST

최근 리튬이차전지의 응용이 중, 대형 전지로 적용 범위가 확대됨에 따라 NMC계 양극재에 대한 관심 및 수요가 지속적으로 급증하고 있는 추세이다. 기존의 상용화된 NMC 양극재는 연속식 탱크 반응기(CSTR)를 이용하여 제조하는 방식으로, 약 7 ~ 15 μm의 크기를 갖기 위해서는 다음과 같은 조건을 필요로 한다. 40도 이상의 반응온도와 pH 10이상을 유지한 조건에서 10시간 이상 교반해야 한다. 그러나 상기 공정은 10시간 이상이라는 다소 긴 체류시간이 필요하며, 이로 인해 전구체의 입도 분포가 균일하지 못하다는 점과 상용화 단계에서 경제성이 떨어진다는 단점을 가진다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 NMC계 양극재 제조 공정으로 50 L급 Taylor 반응기를 이용하는 신 공침 공정 기술을 도입하였다. 1 L 반응기로부터 최적화된 공정 변수 및 시뮬레이션 결과를 통해 50L 반응기의 공정 조건을 확립 후 전구체 제조실험을 수행하였다. 그 결과, 체류시간 4시간에서 탭밀도가 2.0 근처인 10 μm 이상의 대입경 NMC 양극 전구체를 성공적으로 합성하였다. 제조된 전구체를 Li source를 이용하여 소성 후 전극을 제조하였으며, 특성분석을 실시한 결과 상용품 대비 대등하거나 이상으로 나타났다. 이를 통해 50 L Taylor 반응기가 NMC 622 제조에 매우 효과적인 것을 입증하였다. 차후 신 공침 공정 기술을 상용화 공정에 적용할 예정이며, 이는 NMC 양극재의 품질 및 생산성 향상에 기여할 것으로 기대된다.

P1-G2-25 A Mechanism of Taylor-Couette Flow Reactor Process by Using Modeling Simulation

시뮬레이션 모델링을 통한 Taylor-Couette 반응기 메커니즘 확립

박혜원*, 김정훈, 송정훈
RIST

현재 이차전지 산업은 적용 범위가 넓어짐에 따라 고용량, 고출력 및 원가절감 등 많은 요구가 제기되고 있다. 기존의 양극재 상용화 공정에서 알려진 CSTR(Continuous Stirred Tank Reactor)을 이용한 공침법은 낮은 물질전달속도와 시스템의 안정화를 위한 균일한 혼합구간이 요구된다. 이러한 요구사항을 충족시키기 위해서는 다소 긴 초기안정화 시간이 필요하며, 생산 효율이 낮은 단점을 가지고 있다. 앞서 문제점을 개선하기 위하여 본 연구팀은 테일러 쿠에트 반응기를 이용하여 양극재 제조할 수 있는 신공침 공정을 제시한 바 있다. 기존 연구에서는 테일러 반응기를 이용하여 CSTR 대비 체류시간을 획기적으로 단축할 수 있었으며, 경제성에서도 약 8%이상의 비용이 절감됨을 검증하였다. 본 연구에서는 테일러 반응기의 효율적인 운전을 위해 테일러 흐름의 구체적인 이해와 반응 메커니즘을 시뮬레이션 모델링을 통해 제시하였다. 시뮬레이션을 통해 유체흐름에 따른 띠고리 형성, 내부 압력 변화 및 선속도에 미치는 영향을 확인하였고, 내부 반응기 간격에 따른 유체흐름의 변화을 관찰하였다. 또한, 모델링을 이용하여 1리터급 테일러 반응기를 개선하였으며, 이를 통해 4시간의 체류시간을 2시간으로 단축하였고, 본 모델이 50리터급 반응기에도 효과적으로 적용될 수 있음을 확인하였다. 본 연구를 통해 테일러 흐름을 이용한 합성 공정의 상용화 가능성이 한 단계 높아질 것으로 기대된다.

P1-G2-26 Performance of All-solid-state Li-S Batteries using Li-Si Alloy Anode

Li-Si 합금계 음극을 적용한 리튬-황 전고체전지의 성능

진주성*, 임형태, 최한울
창원대학교

유기 전해액에 의해 발생하는 황의 용출 및 리튬 메탈의 성장을 방지하고자 황화물계 고체전해질(Li2S-P1S5)과 고용량 리튬-합금계 음극재(Li4.4Si)를 선택하여 기계적 합금화법인 Planetary ball millng을 이용하여 분말을 합성하고 리튬-황 전고체전지를 제조하였다. 황 전극은 도전재의 혼합 방법에 따라 셀의 성능에 미치는 영향을 조사하기 위해 다른 제조방법인 hand mixing과 ball millng을 이용하여 각각 혼합한 뒤 제조하여 셀의 성능을 비교하였다. 그리고 전고체전지의 계면특성 문제점을 보안하고자 제조한 양극과 음극 분말을 추가적으로 high energy ball milling하여 입자 사이즈를 감소시켜 셀을 제조한 후 양극과 음극의 입자 사이즈에 따른 셀의 성능을 비교하였다. 그 결과, 양극을 hand mixing 공정으로 제조한 셀의 경우 250 mAh/g의 용량을 구현한 반면에, ball millng 공정을 이용하여 제조한 셀의 경우 400 mAh/g을 구현하여 1.5배 가량 용량이 증가한 것을 확인하였다. 양극과 음극의 입자 사이즈를 감소시켜 제조한 셀의 경우 525 mAh/g의 용량을 구현하여 추가밀링을 하지 않은 셀 보다 약 30%정도 용량이 증가한 것을 확인하였다.

P1-G2-27 Synthesis of Transition Metal-doped TiO_2 Nano Powder and Its Application to Dye Sensitized Solar Cells

전이금속이 도핑된 TiO_2 나노파우더 합성 및 염료감응형 태양전지에의 응용

송준호*, 박상엽
강릉원주대학교

염료 감응 태양전지 전극 재료로서의 TiO2 분말은 freeze drying, spray drying, flame synthesis, hydro-thermal method등에 의해 제조되고 있으며, 이중 hydro-thermal method에 의해 제조된 TiO2의 태양전지 특성이 가장 우수하게 나타나고 있다. 하지만, hydro-thermal법에 의해서는 제조되는 분말의 양이 매우 한정되어지고 있으며, 대량의 분말을 제조하기 위해서는 고가의 대형 장비가 필요로 하며, 이는 제조단가 측면에서 큰 이점을 지니고 있는 염료 감응 태양전지에 있어서 하나의 단점으로 지적되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 상업적으로 이용이 충분히 가능하며, 대량의 분말을 균질 제조할 수 있는 졸겔 반응 공정을 이용하여 나노입자크기의 TiO_2 전극 재료를 제조하였다. 전이금속이 도핑된 TiO2 나노 분말의 특성을 분석하고, 염료감응 태양전지에 적용하기위해 페이스트화 하여 전이원소가 염료감응 태양전지의 특성에 미치는 영향에 대해 연구 하였다.

P1-G3-1 Preparation and Characterization of SiC Coated Graphite using Silicon Vapor Deposition Reaction

실리콘 기화 증착 반응을 이용한 그라파이트 표면에서의 SiC 코팅층 제조 및 특성분석

황국진[1]*, 이명현[1], 이윤철[2], 임성실[2], 황정태[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]제너코트

그라파이트는 높은 열전도율과 우수한 윤활성 및 높은 열•화학적 저항성 등의 장점을 가지고 있다. 하지만 개기공에 의한 표면 결함들과 폐기공을 통한 균열전파 등으로 금형재로 사용함에 있어서 개선이 필요하다. 이에 본 연구에서는 실리콘 기화 증착 반응을 이용하여 그라파이트 표면에 SiC를 생성시켜 그라파이트 표면의 기공을 제어하고 경도 등 기계적 물성을 향상시키고자 하였다. SiC 코팅층 제조를 위해 고온에서 기화시킨 실리콘을 그라파이트 표면에 증착시켜 실리콘과 그라파이트의 자전반응으로 SiC를 생성하였다. 반응공정의 온도 및 유지시간을 제어하며 그에따른 SiC 코팅층의 물성변화를 비교분석하였다. 반응조건에 따라 제조된 시편은 XRD, FE-SEM/EDS, laser flash, XPS, hardness tester 등을 이용하여 반응상, 결정립크기, 코팅층의 두께 및 성분분포, 열전도율, 원소간 결합종류 및 분율, 표면경도 등을 측정하여 평가하였다.

P1-G3-2 Processing and Characterization the Porous Si_3N_4/BN Composite Using PMMA as Pore-forming Agent

다공성 Si_3N_4/BN 복합체의 제조 및 특성에 관한 연구

이현민*, 김도경
KAIST

Radome is the microwave transmission window that is used in a harsh working condition such as a high speed and high temperature environment. Current radome materials demand a series of critical properties such as high mechanical strength, electrical properties, low dielectric constant, excellent thermal shock resistance and rain erosion resistance, etc. These properties are used to suggest that silicon nitride (Si_3N_4) ceramics is regarded as one of the most promising candidate materials for radome materials due to its combination of excellent mechanical properties at both room and elevated temperature and good resistance to corrosion. However, the dielectric constant of Si_3N_4 is still relatively high for practical application (7.9 – 8.2 for hot-pressed Si_3N_4 at 8 – 10 GHz). In this study, porous Si3N4/BN composite ceramics were fabricated by pressureless sintering in order to reduce the dielectric constant. Spherical-shaped pore-former agent, PMMA was employed to Si3N4/BN composite. We controlled the amount of both PMMA and BN contents in order to control the porosity of Si3N4/BN composite and tune the properties; moderately high flexural strength and low dielectric property.

P1-G3-3 Plasticity Evaluation of SiC Body with Binder Contents for Extrusion by using Capillary by Capillary Rheometer

모세관 점도계를 이용한 압출용 탄화규소 소지의 가소성 평가

권창섭[1]*, 이수진[1], 오윤석[1], 이성민[1], 신현익[2], 김영석[2], 김성원[1]
[1]한국세라믹기술원,
[2](주)이노쎄라

튜브형태의 성형체를 제조하기위해 널리 사용하는 방법으로 압출성형(Extrusion)이 있다. 압출성형에 있어 소지의 가소성이 중요한데, 가소성이란 세라믹스의 성형능력을 의미하며 외력에 의하여 변형을 일으켰을 때에 외력을 제거한 후에도 변형된 형태가 그대로 남는 현상으로 세라믹 성형의 가장 중요한 특성이다. 본 연구에서는 압출성형을 위한 탄화규소 소지의 가소성을 모세관점도계(Capillary rheometer)를 이용하여 정량적으로 평가하고자 하였다. 가소성을 평가하기 위하여 탄화규소 소지의 가소제 첨가량을 달리하였고 동일한 조건의 조성과 입도분포, 형상을 가진 소지를 제조하여 소지의 분말입도와 가소제 첨가량에 따른 가소성을 모세관점도계로 평가하였다.

P1-G3-4 Effect of Al Addiction on the Microstructure and Mechanical Properties of Cr-Si-Al-N Coatings

Al 함량에 따른 Cr-Si-Al-N 코팅막의 상형성 거동 및 표면 물성 분석

최선아[1]*, 김성원[1], 한윤수[1], 이성민[1], 김형태[1], 김형순[2], 오윤석[1]
[1]한국세라믹기술원
[2]인하대학교

본연구에서는 내소착성과 내마모성을 갖는다 성분계코팅을 제조하기 위해 자체 제작된 Unbalanced magnetron (UBM) sputter와 Arc ion plating (AIP) 가결합된 Hybrid PVD를이용하여 Cr-Si-Al-N 코팅막을 제작하였다. AIP는 Si 함량이 10at%인 CrSi 소스를 사용하고, sputter은 Al 소스를 사용하였으며 300°C, N_2/Ar 혼합기체 분위기에서 코팅되었다. 증착시 sputter의 전류를 0-4A로 제어하여 Al 증착량에 따른 코팅막의 상형성 및 물성변화에 대해 고찰하고자 하였다. XRD를 이용하여 코팅막의 상형성을 확인하였고, 코팅막 분석을 위해 SEM으로 단면 미세구조와 표면형상을 확인하였다. Nanoindentation법을 이용하여 경도를 측정하였으며, 또한 Ball-on-disk 법을 이용한 상온에서 건식 마모테스트를 통해 마찰계수 및 비마모량을 측정하였다. α-step을 이용하여 코팅표면조도(Ra)를 측정하였다. 표면에너지를 측정하여 알루미늄 함량에 따른 코팅층의 내소착성과 연관성을 조사하였다.

P1-G3-5 Evaluation of Mechanical Properties of WC Sintered Bodies at High Temperature according to Addition of Rare Earth Oxide

희토류 산화물의 첨가가 WC 소결체의 고온 물성에 미치는 영향에 관한 연구

강인철[1]*, 한재길[1], 주선아[1], 최성창[1], 박영군[2], 전상호[2], 송아림[2]
[1](재)인천테크노파크
[2](주)와이지-원

최근 우주항공, 자동차, 의료기기, IT 등 첨단산업을 중심으로 인코넬, 티타늄 및 복합재료와 같은 초경량 고경도 난삭 소재의 비중이 급격히 증가함에 따라 난삭재의 고효율, 고능률 가공기술 개발이 진행되고 있다. 국내외적으로 난삭재의 사용 비중이 확대됨에 따라 관련 공구, 소재, 코팅 및 공정 등 난삭재와 관련된 최적의 툴링 솔루션 개발에 많은 투자를 하고 있다. 특히 인코넬, 티타늄과 같은 난삭재의 경우 가공 시 작업 온도가 높아 기존의 Co 복합 공구를 그대로 사용할 경우 공구의 수명이 짧아지는 문제점이 있어 고온에서도 안정한 물성 확보가 가능한 공구 개발이 필요하다. 본 연구에서는 WC-Co을 기반으로 한 블랭크 소재의 고온 강도를 개선하기 위해 다양한 탄화물 및 산화물계 첨가제를 사용하였다. 특히 희토류 산화화물을 첨가하였을 경우 상온 및 고온(800°C)에서의 TRS 값이 향상되는 결과를 보였다. 희토류 산화물의 첨가로 인하여 결정립의 성장을 억제할 뿐 아니라 고온에서의 TRS 값을 개선하는데 도움이 되었다. 희토류 산화물의 첨가량을 0-2wt% 첨가함에 따른 미세조직의 변화와 상온 및 고온에서의 TRS 변화에 대하여 평가하였다. 고온강도 테스트는 800°C에서 3점 곡강도 시험법을 통하여 진행하였다.

P1-G3-6 Coloration of Iodine Vapour Cured Polycarbosilane Fiber

요오드를 이용하여 안정화된 폴리카보실란 섬유의 색변화

이현아[1]*, 류도형[1], 유병하[1], 김성구[1], 이정욱[1], 홍준성[1], 조광연[2], 신동근[2], 김재성[3], 윤병일[3], 김정일[3]
[1]서울과학기술대학교
[2]한국세라믹기술원
[3](주) 데크카본

탄화규소(SiC)섬유는 우수한 고온 고강도 특성을 갖고 있어서 고온 세라믹복합재료의 강화제로 널리 사용된다. 탄화규소 섬유는 프리커서인 폴리카보실란(Polycarbosilane, PCS)섬유를 안정화, 열분해 및 소결하여 제조된다. 고온물성이 우수한 탄화규소 섬유를 제조하려면 안정화 과정을 잘 제어해야 한다. 우리는 이 안정화 과정을 요오드(Iodine)를 이용한 Iodine vapour curing을 진행하였다. 이 경우에 안정화과정 만을 거친 섬유를 상온으로 식힌 다음 열분해 및 소결을 위해 다른 전기로에 넣을 때 공기 중에 안정화 된 섬유가 노출되었다. 이 때, 안정화 과정을 거친 폴리카보실란 섬유가 외부 공기와 접촉하면서 섬유의 색이 변하는 현상을 발견하였다. 또, 섬유에 용해되어 있던 요오드의 용출이 산소의 혼입과 동시에 일어났다. 우리는 안정화 후에 섬유를 공기 중에 꺼내어도 색이 변하지 않는 온도를 찾고자 하였다. 특정 온도 이상에서 안정화 된 섬유는 산소의 영향을 받지 않는 다는 것을 확인하였으며, 요오드 안정화를 진행하고 소결과정까지 마친 섬유를 NMR, XRD, EPMA, 인장강도를 통해 분석을 진행하였다. 유무기 전환이 일어나는 700~800°C 지점에서 섬유의 색이 변하지 않았고, 산소의 영향이 적었으며, 이 때 안정화 된 폴리카보실란의 물성이 기존의 안정화 방식의 폴리카보실란보다 더 나은 물성을 가지는 것을 확인하여 유무기 전환이 일어나는 온도지점에 집중하여 연구를 수행하였다.

P1-G3-7 Fabrication of SiC Fiber through One Pot Process with Iodine and Boron Compound Powder Bed

요오드와 보론화합물 분위기 분말을 이용해 한도가니 공정을 통한 탄화규소(SiC) 섬유의 제조

유병하[1]*, 김성구[1], 이현아[1], 홍준성[1], 류도형[1], 조광연[2], 신동근[2], 김재성[3], 윤병일[3], 김정일[3]
[1]서울과학기술대학교
[2]한국세라믹기술원
[3]데크카본

최근 미국의 NASA는 Ultra high temperature SiC (UHT-SiC) 섬유를 개발하는 프로젝트를 시작하였다. 2000도 이상 고온에서 소결하여 alpha-SiC 결정을 갖는 SiC 섬유를 얻고자 하는 새로운 시도로서 주목을 받고 있다. 폴리카보실란 섬유로부터 SiC 섬유를 제조하는 공정에는 안정화, 유기-무기 전환, 열분해 및 소결의 과정이 포함된다. 본 연구에서는 알루미늄이 이미 도핑된 폴리카보실란 섬유에 보론 화합물을 포함한 분말을 활용하여 안정화 단계에서부터 열분해 소결단계까지 하나의 전기로에서 안정화/열분해/소결 과정을 진행하는 한도가니 공정을 개발하고자 하였다. 탄화규소(SiC)섬유의 제조 시 알루미늄과 보론은 소결조제로서 역할을 잘 수행하게 되는데 여기서 보론의 거동에 집중하여 소결과정에서 보론의 역할을 확인하고 침투하는 보론의 양을 제어하는 방안을 고려하게 되었다. 안정화 단계에서 요오드를 사용하여 안정화를 진행하고 이후 열분해 과정과 소결과정에서 발생하는 가스를 제거한 후 고온에서 보론이 침투할 수 있도록 하였다. 또한 섬유에 보론이 균일하게 분포하여 섬유의 물리적 기계적 성질을 강화할 수 있도록 소결을 진행하고 이후 제조된 섬유를 EPMA, SEM, XRD, 인장강도를 통해 분석을 진행하였다. 연구결과 보론이 섬유내로 침투하는 온도를 확인하였고 보론을 첨가하지 않은 섬유보다 기계적 강도가 우수함을 관찰하였다.

P1-G3-8 Tribological and Structural Properties of Chloroform Treated Carbide-Derived Carbon

클로로포름을 이용한 탄화물 유도 탄소의 마찰 특성

이다희*, 전윤수, 임대순
고려대학교

Carbon materials have been used as coating materials for the tribological application. Specially, carbide derived carbon (CDC) synthesized from metal carbides, such as SiC, TiC, etc., has been studied and applied in many areas of industry due to its attractive tribological properties. In this study, the improvement of the tribological characteristics of CDCs in lubricant condition was studied, which the structural properties were modified by using chloroform as reaction gas. For comparison, CDCs were synthesized by etching reaction of both conventional Cl2and chloroform (CHCl3) in a tube furnace which were operatedat a temperature of 1000°C for 3 h. The carbon crystal structures were analyzed using Raman Spectroscopy of wavelength 532 nm laser beam. Scanning electron microscopy (SEM) was used for the analysis of both the surface and the cross-sectional area. The friction coefficient and wear rate were measured using ball-on-disk type and optical profiler, respectively.

P1-G3-9 Effect of Sintering Aids Content on the Propeties of Sintered SiC

소결 조제함량에 따른 탄화규소 소결체의 특성

이미사*, 이은주, 김득중
성균관대학교

탄화규소 소재는 우수한 전기적, 기계적, 열적 특성으로 인해 다양한 산업 전반에 활용되어 왔으며, 기존 내마모성을 요구하는 산업 분야에서 전자 통신, 반도체/디스플레이 산업의 지속적인 성장에 따라 반도체/LED상업의 핵심 부품으로 탄화규소 소재의 수요가 증대되고 있다. 특히 MOCVD용 공정 장비에서 사용되는 부품들 중에 사파이어 기판에 열을 전달하고 공정 중 기판을 지지하는 역할을 하는 서셉터 제품에 흑연 소재의 모재에 탄화규소가 코팅된 형태를 주로 사용되고 있다. 하지만, 서셉터의 모재인 흑연소재와 탄화규소간의 접착력 및 열팽창에 의한 미세 균열, 코팅에 의한 낮은 강도에 의한 깨짐 현상이 발생한다. 이를 해결하기 위해 열전도도, 열충격 저항성이 우수한 탄화규소 단일 소재의 서셉터 개발이 필요하다. 탄화규소의 소결 첨가제로 Boron과 Carbon의 적정 함량 및 혼합 공정에 관한 연구를 진행하였고, 그에 따른 SiC의 특성을 살펴보았다.

P1-G3-10 Dependence of Mechanical Properties on Liquid Content and Temperature in Liquid-Phase Sintered SiC

탄화규소 액상소결시 액상량과 온도에 따른 기계적 특성

백용균*, 황진근, 노혜란, 유치성, 이건원
안동대학교

탄화규소는 경도, 내마모성, 내식성 및 크립저항성 등의 특성이 우수하다. 특히, 고온강도 특성이 뛰어나기 때문에 연마제 및 공구재료 등과 같은 기능성 소재에 사용된다. 탄화규소 세라믹스는 공유결합이 강한 난소결 물질이기 때문에 상압에서 높은 소결온도와 소결 첨가제가 필요하다. 액상을 형성하는 첨가제는 낮은 온도에서 젖은 입계를 통해 빠른 물질이동을 가능하게 하여, 고상소결의 소결온도보다 낮은 온도에서 소결을 가능하게 한다. 본 실험에서는 탄화규소 액상소결시 액상량과 온도에 따른 기계적 특성을 평가하였다. 평균 입자크기가 2~3 μm 인 순수 탄화규소 분말에 Y_2O_3, Al_2O_3, 및 CaO 혼합분말을 소결 첨가제로 8wt%, 10wt%, 12 wt%를 첨가하여 1800°C, 1850°C, 1900°C에서 Ar분위기로 소결하였다. 1850°C, 8wt%에서 가장 높은 밀도와 경도, 파괴인성, 꺾임강도 값을 얻었다. 소결 온도가 증가할수록 중량 감소량이 미세하게 증가되었고, 액상량이 많아질수록 밀도는 낮아졌다. 1900°C에서는 탄화규소 섬유 손상으로 인해 밀도 및 물성치가 낮게 나왔으며, CaO를 첨가하면 동일 밀도에서 CaO를 첨가하지 않은 탄화규소와 비교했을 때 경도, 파괴인성, 꺾임강도 및 내식성 등이 증가하였다. 이 결과 고강도, 고경도의 탄화규소 세라믹스를 만들 수 있었고, 구조용 기능성 소재에 사용될 수 있을 것으로 믿어진다.

P1-G3-11 A Comparative Study of Nanocrystalline VN Coatings Fabricated by Direct Current and Inductively Coupled Plasma Assisted Magnetron Sputtering

DC 스퍼터법과 유도결합 플라즈마를 이용한 마그네트론 스퍼터링으로 제작된 나노결정질 VN코팅막의 물성 비교 연구

임현호*
목포대학교

Nanocrystalline VN coatings were prepared by reactively sputtering V metal target with N_2 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 VN 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 VN coatings were also investigated with increasing ICP powers.

P1-G3-12 A Comparative Study of VN Coatings Deposited by DC and Pulsed DC Asymmetric Bipolar Magnetron Sputtering

DC 스퍼터법과 비대칭 바이폴라 펄스 DC 스퍼터법으로 증착된 VN코팅막의 물성비교연구

오복현*
목포대학교

Nanocrystalline VN coatings were prepared by reactively sputtering V metal target with N_2 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 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 VN coatings. Coating microstructure evolves from the columnar structure to a highly dense one as duty decreases. Average grain size and nano hardness of VN coatings were also investigated with various pulsed conditions.

P1-G3-13 Fabrication of High Porous, Thick Films by Freeze Casting

냉동성형법에 의한 다공성 세라믹 후막 제조

신란희[1]*, 구준모[2], 김영도[1], 한윤수[2]
[1]한양대학교
[2]한국세라믹기술원

복합 소재의 일부분으로 역할을 하는 세라믹은 복합재내 타 소재의 단점을 보완하고 성능을 극대화시키기 위해, 타 소재가 쉽게 침투할 수 있도록 많은 기공을 포함하는 프리폼의 형태로 발전되어 왔다. 다공성 세라믹 프리폼을 제조하는 데 있어 고려해야 할 중요한 점은 기공의 연결도이다. 기공에 타 소재를 채움으로써 새로운 복합재를 제조하는 경우 기공율이 높더라도 3차원적으로 연결이 되어 있지 않은 폐기공만 존재하면 타 소재의 침투가 어렵기 때문에 선호되지 않는다. 냉동성형법(Freeze-casting)은 세라믹 분말을 포함한 액체 상태의 슬러리에 포함된 용매의 고화(solidification)을 이용한 성형법이다. 현재까지 알려진 대표적인 용매는 물과 캠핀이며, 이들 용매는 고화된 후 특정 온도 조건에서 승화하는 특징을 보인다. 고화된 용매가 승화되면 이 부분에 빈 공간이 생기는데 이로써 다공성 소재가 형성된다. 냉동성형법으로 제조된 성형체는 현재까지 대부분 3차원 구조물의 형태로 연구되어 왔다. 최근 들어 후막형 다공성 세라믹스를 제조하는 연구가 활발해지면서 냉동성형법도 후막형 다공성 세라믹스를 제조하려는 시도가 있어 왔으나, 대부분 수계 기반으로 이루어져 왔으며, 안정된 미세구조를 보이는 캠핀 기판 연구는 없었다. 본 연구에서는 캠핀 용매를 이용한 냉동성형법을 통해 다공성 세라믹 후막을 제조하고자 하였다. 첫째, 온도 기울기에 대한 효과를 보기 위해 급냉과 서냉 조건에서 미세구조를 관찰하였으며, 용매와 세라믹 슬러리의 비, 슬러리내 바인더와 세라믹 분말의 비를 변경시켜 각각의 변수가 최종 미세구조에 미치는 영향을 조사하였다.

P1-G3-14 Fabrication of High-Purity Mullite Ceramics and Its Corrosion Behavior Attacked by Solar Salts

고순도 뮬라이트 제조와 천일염에 대한 부식거동 고찰

정숙인*, 김남일, 함경식, 이상진
국립목포대학교

High-purity and good sinterable mullite powder has been synthesized by using a sol-gel process with colloidal alumina and colloidal silica as precursors. The densified mullite crucible was fabricated by slip casting followed by sintering at 1600°C. Solar salts were put into the mullite crucible and then fired at the temperature of 1000°C and 1250°C with 4 ~24 h holding time. Finally, the inside surface of the crucible reacted with salt was analyzed using XRD, SEM and EDS. The reacted surface area displayed mullite, spinel and forsterite crystal phases, with the very thin reactant layer of 10~20 mm. The EDAX analysis result of the very surface layer showed a relative higher Na and Mg content in the sample heat-treated at 1250°C compared to the sample heat-treated at 1000°C. EDS mapping shows that the reactant layer are mainly consisted of Mg and mullite component. The thickness increase of the corrosion layer was dependant more on the heating temperature than holding time. It can be speculated that when the mullite is attacked with the solar salts, the main corrosion was occurred by the reaction with not Na or S, but Mg component in solar salt.

P1-G3-15 Fabrication of Reaction-bonded Si_3N_4 Substrate as Heat Sink for High Power Applications by Tape Casting

테잎캐스팅법을 이용한 반응소결 Si_3N_4방열기판 제조

박지숙[1]*, 이학준[1], 류성수[1], 이성민[1], 황해진[2], 한윤수[1]
[1]한국세라믹기술원
[2]인하대학교

최근 전력의 변환과 제어를 고효율로 수행하는 파워디바이스가 폭 넓게 보급되고 있다. 그러나, 파워디바이스에 사용되는 전력용 반도체로부터 발생하는 열 때문에 소자의 과열이 발생되고 그로 인해 수명이 짧아지게 된다. 소자에서 발생되는 열을 효과적으로 방출하기 위한 소재개발에 관한 연구가 현재 활발히 진행되고 있으며, 알루미나, 질화알루미늄(AlN), 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_4는 고강도, 고인성과 높은 열적, 기계적 특성을 겸비함으로써 디바이스의 장수명화 및 고신뢰성화에 유리한 것으로 알려져 있다. 그러나, AlN(170W/mK)에 비해 상대적으로 열전도도(90W/mK)가 낮은데 최근 반응 소결법을 이용하여 이를 향상시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 테잎캐스팅(tape casting) 공정을 이용하여 반응소결 Si_3N_4방열기판을 제조하였다. 미량의 Y_2O_3, MgO 소결조제가 첨가된 Si 분말 테잎캐스팅 공정을 위해, 레진(PVB) 함량과 용매와 레진 비율(S/R)을 변화하여 슬러리 바인더 조성을 최적화하였다. 이 슬러리로 그린시트를 제조한 후 그린시트밀도, 미세구조, 표면상태 및 슬러리의 점도 등을 분석하였다. 또한 최적화된 Si 그린시트를 원하는 두께로 적층하여 Si 적층기판을 제조한 후 탈바인딩 및 질화처리, 소결공정을 통해 Si_3N_4를 제조하였다.

P1-G3-16 Hot Chlorination of High Purity Quartz Sand for Further Removal of Trace Impurities

열화학처리 공정을 이용한 석영유리 원료분말의 미량 불순물 제거 연구

김종호*, 이영준, 박준표
RIST

석영유리를 제조하기 위한 고순도 실리카 원료 분말은 천연 광석에서 제조하는 원료와 합성 원료에서 제조하는 방식으로 크게 대별된다. 일반적으로 석영유리 도가니 및 부재를 제조하는 원료는 천연 광석을 파쇄, 선별, 산세하는 공정을 거쳐 고순도 분말을 제조하는 공정이 일반적이며 고순도화를 위해 추가적으로 고온 열화학처리 공정을 거치기도 한다. 열화학처리 공정은 고온에서 염소와 염산 가스를 혼합하여 투입함으로써 추가적인 불순물을 제거하는 공정이다. 일반적으로 산세를 거친 원료분말의 순도가 충분하지 않거나 추가적으로 제어할 불순물 원소가 존재하는 경우 열화학처리 공정을 시행하게 된다. 본 연구에서는 석영유리 원료로 제조한 네 가지 원료 분말을 이용하여 열화학처리 공정을 적용하고 추가적인 원료 고순도화 달성 가능성에 대해서 연구하였다. 원료 분말에 금속 불순물이 극도로 제어되어 있는 원료의 경우에는 열화학처리 공정이 불순물 제거에 효과적이지 않음을 확인하였다. 알칼리 계열의 금속 불순물을 함유하고 있는 원료의 경우에는 열화학처리 공정을 적용할 때 불순물이 제거 효과가 탁월함을 확인할 수 있으며 제품 특성을 크게 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 열화학처리 공정은 기존 원료 분말에서 알칼리 금속이 함유되어 있는 경우 효과적인 공정임을 알 수 있으며 극한의 알칼리 금속 제어가 필요한 경우 효과적임을 확인하였다.

P1-G3-17 Phase Transition of Yittria-Stabilized-Zirconia Film Coated on STS304 by Aerosol Deposition

상온분말분사법에 의해 코팅된 Yittria-Stabilized-Zirconia막의 상변화에 의한 표면 특성

임지호[1]*, 박준걸[1], 이정근[1], 공영민[2], 정대용[1]
[1]인하대학교
[2]울산대학교

Zirconia is one of the structural ceramic material that can be applied to various fields. It revealed various mechanical properties depending on crystal structure of Zirconia. When Y_2O_3 was doped into ZrO_2, depending on the amount of doping ZrO_2 shows the various phases. 3 and 8 mol% Y_2O_3 doped ZrO_2 had tetragonal and cubic phase, respectively. In this study, aerosol deposition (AD) method was applied to deposit the Ziconia on the surface of STS304 metal to improve the hardness. As AD is a room-temperature process based on shockloading solidification resulting from the collision of fine ceramic particles on a substrate, the nano-sized grains can be coated on metal without occurring the oxidation of metal surface. In addition, due to the extremely strong impact imparts the phase change of the YSZ. Zirconia films were fabricated on STS304 by AD using two kinds of YSZ with different phases. Coating layers was deposited with strong adhesion showing dense structure with ~5μm thickness. Crystal structure of the films was analyzed with X-ray diffraction and hardness was measured by nano indentor. Comparing the STS304 of 7MPa, zirconia coating enhanced the hardness of 11.5 GPa.

P1-G3-18 Fabrication and Characterizations of Pressureless Sintered Honey-comb SiC for the Reactor of PFCs Gas Scrubber

과불화가스 스크러버 용 상압소결 허니컴 탄화규소의 제조 및 특성분석

성영훈*, 한인섭, 서두원, 김세영, 우상국
한국에너지기술연구원

The PFCs used in the field of the semiconductor industry have very high GWP in the range of 6, 500-23, 900 and are being combusted over 1500°C in scrubber system due to its chemically non-degradable property. However, the metal reactors in gas scrubber are easily corroded and damaged by HF gas generated from PFCs with high temperature, and the high cost for frequent replacement of the reactor is occurring. In this study, we fabricated porous honeycomb SiC with high strength and corrosion resistance for use in the reactor of gas scrubber through pressureless sintering process. The SiC paste for extrusion was prepared by mixing SiC powder with carbon resin, organic binder and DI water in optimum ratio. The prepared SiC paste was extruded into a honeycomb shape having 100-200 CPSI(Channels Per Square Inch) and was sintered at 2150°C for 2hrs in flowing argon atmosphere. The microstructure and phase were evaluated through SEM and XRD, respectively. The flexural strength (3-points), thermal conductivity (RT-1200°C) and long-term corrosion resistivity (HF solution, conc. 50%) were also evaluated to confirm the feasibility for the reactor of gas scrubber.

P1-G3-19 발표취소

P1-G3-20 Properties of the Silicon Carbide Powder Fabricated from Rice Hulls

왕겨로부터 제조된 탄화규소 분말의 특성

박태언[1]*, 김용규[1], 박광일[1], 윤영훈[2]
[1](주)에코텍코리아
[2]동신대학교

탄화규소는 산업적으로 매우 중요한 고온구조 재료로서 우수한 기계적 특성과 내열성, 내식·내산화성 및 마모 저항성, 경량성, 고경도 등의 다양한 특성에 기인하여 다양한 분야로 응용, 개발되고 있다. 본 연구에서는 바이오매스 폐기물인 왕겨를 활용하여 탄화과정을 거쳐 탄소 전구체를 제작하고, 이를 이산화규소(SiO2)와 열탄화환원반응법으로 합성하여 탄화규소(SiC)분말을 제조 후 그 특성을 분석하였다. 왕겨 SiC 분말을 제작하기 위해, 채거름, 비중, 자력선별을 거쳐 450°C에서 열처리하여 탄화왕겨를 제작하고 염산 2mol 용액에서 산세처리한 다음 1700°C온도로 열탄화환원반응(Carbothermal reduction)을 통해 탄화왕겨 : 실리카의 혼합비율을 달리하여 소성하였다. 본 연구에서 왕겨의 탄화율을 높이기 위하여 온도조건에 따라 탄소 및 이산화규소의 함량비율을 분석한 결과 450°C온도에서 탄소가 69%, 이산화규소가 31%로 탄소함량이 가장 높게 측정되었다. 열탄화환원반응으로 1700°C에서 탄소와 이산화규소의 SiC 분말합성에서는 탄소:이산화규소의 비율이 7 : 3일 때와 6:4일때는 잔류카본이 검출 되었으며 5 : 5 비율 일 때는 화학양론비에 가장 가까워지면서 500 nm입자 크기의 순도 높은 SiC 분말이 생성 되었다. 또한 TEM 분석 결과 SiC 결정질 상의 (110) 회절패턴 형태를 나타내었으며, 결정성이 높은 영역들이 관찰되었다.

P1-G3-21 Flexural Strength of Ceramic Membrane Support

세라믹 분리막 지지체의 곡강도

엄정혜[1]*, 김영욱[1], 정대한[1], 송인혁[2]
[1]서울시립대학교
[2]재료연구소

Ceramic membrane supports with a pore size of 0.30 ~ 1.00 μm were prepared by a simple pressing route using inexpensive raw materials including kaolin, bentonite, talc, sodium borate, and alkaline earth carbonates. The prepared green bodies were sintered at different temperatures ranging between 900 and 1200°C. The effects of sintering temperature, clay-mineral composition, and additive composition and content on microstructure, porosity, and flexural strength of the ceramic membrane supports were investigated. The flexural strength increased with an increase in the sintering temperature and additive content, whereas the porosity decreased as the sintering temperature and additive content increased. The porosity of the ceramic membrane supports could be controlled within a range of 25 - 46% by adjusting the clay-mineral composition and additive composition. The flexural strength of the ceramic membrane supports depended on both the porosity and additive composition. Typical flexural strength of the ceramic membrane supports with 1% $MgCO_3$ was ~ 53 MPa at 34% porosity.

P1-G3-22 Effects of Starting Particle Size and Ba Addition on Flexural Strength of SiOC Ceramics

출발원료의 입자와 Ba 첨가제가 SiOC 세라믹스의 곡강도에 미치는 영향

엄정혜*, 김영욱
서울시립대학교

The effects of starting particle size and Ba addition on the flexural strength of bulk SiOC ceramics were investigated in polysiloxane-derived SiOC ceramics prepared by a conventional ceramic processing route. Crack free, dense SiOC discs were successfully fabricated from commercially available polysiloxane without additives or with the 1 mol% Ba additive. The raw materials were cross-linked, pyrolyzed at 1000°C, and milled by ball-milling. The milled powders were uniaxially pressed and hot-pressed at 1550°C for 1 h under an applied pressure of 40 MPa in argon atmosphere. Agglomerates formed after pyrolysis of polysiloxane led to the formation of domain-like structures surrounded by pores after sintering. The flexural strength of bulk SiOC is strongly dependent on the domain size formed. Minimization of the agglomerate size in the starting powders by milling after pyrolysis is an efficient way to increase the flexural strength of bulk SiOC ceramics. The addition of 1 mol% Ba additive enhanced the crystallization of cristoballite and β-SiC and also improved the flexural strength of bulk SiOC ceramics significantly by the formation of both Si-O-Ba bonds and a compact silicon suboxide structure in the bulk Ba-modified SiOC. Typical flexural strength of bulk Ba-doped SiOC ceramics fabricated from submicron-sized SiOC powders was 220 MPa at room temperature.

P1-G3-23 Spray Drying of Nano-sized SiO_2 Aqueous Colloid and its Granule Properties

나노 SiO_2 콜로이드의 분무건조 및 과립 특성

오현명*, 박창식, 이현권
금오공과대학교

나노실리카 콜로이드를 제조하고 분무 건조하여 그 과립특성을 살펴보았다. 20 ~ 30 nm의 입도를 갖는 실리카를 사용하였으며, D.I water에 18 vol% 분산된 나노 실리카 콜로이드를 분무 건조하였다. 분무건조에서 최종적으로 회수되는 과립의 물성을 결정하는 요소 중 콜로이드의 유변학적 거동은 과립의 크기, 밀도에 큰 상관관계가 있다는 것이 보고된 바 있다. 따라서 본 연구에서는 Zeta-potential이 등전점 근처의 값을 갖는 응집된 나노 실리카 콜로이드를 분무건조 함으로서 나노입자의 충전밀도가 0.081g/cm^{3}에서 0.27 g/cm^{3}로 향상되었음을 확인하였다. 과립의 표면과 단면의 미세구조 또한 Solid Sphere로 결함이 거의 없는 과립을 얻을 수 있었다.

P1-G3-24 발표취소

P1-G3-27 Thermal Oxidation Curing of Oxygen Containing-polycarbosilane Fiber

산소가 함유된 폴리카보실란 섬유의 열산화 안정화

김성구[1]*, 유병하[1], 이현아[1], 김정일[2], 윤병일[2], 김재성[2], 최우철[2], 이윤주[3], 김영희[3], 신동근[3], 류도형[1]
[1]서울과학기술대학교
[2](주)데크카본
[3]한국세라믹기술원

탄화규소(SiC)섬유는 우수한 고온 고강도 특성을 나타내는 세라믹 복합강화재로서 프리커서인 polycarbosilane(PCS) 섬유의 안정화, 열분해 및 소결 과정을 거쳐 제조된다. SiC 섬유의 강도와 탄성계수는 섬유제조에 사용된 PCS 원료의 화학적, 물리적 특성에 크게 의존한다. 특히, PCS 섬유의 분자량, 분자량분포, SiC3H, SiC4의 상대적인 함량비 그리고 Si-O-Si 결합의 양은 안정화 및 열분해 거동에 큰 영향을 미치게 된다. 본 연구는 주식회사 데크카본에서 방사한 다양한 PCS 섬유를 열산화 안정화하고 열분해·소결하여 SiC섬유를 제조하는 공정을 최적화하는 연구개발 결과의 일부이다. 특히, PCS 섬유의 화학적인 구조를 NMR로 분석하고 이를 기초로 PCS의 구조가 열산화 안정화 거동과 열분해에 미치는 영향을 이해하고자 하였다. 또한, 원료 폴리카보실란 구조의 근소한 차이가 최종 SiC 섬유의 물성에 어떠한 영향을 미칠 수 있는지에 중점을 두어 연구하였다. 안정화 온도, 승온속도, 유지시간에 따른 SiC 섬유의 강도를 측정하였다. 안정화 과정에서 변수인 열처리 온도, 승온속도와 유지 시간 등의 아주 단순한 변수들의 조합이 최종적인 섬유의 물성에 큰 영향을 미쳤다. 150도 ~250도 사이의 온도구간에서 1~36시간의 조건에서 시험한 PCS 섬유를 질소분위기에서 1300도까지 열처리하여 강도를 측정하였는데, 안정화 온도와 시간에 따라서 인장강도의 특이한 경향성을 나타내었다. 경우에 따라서는 매우 낮은 인장강도 또한 관찰할 수 있었다. 이러한 안정화 조건에 따르는 섬유의 상온 인장강도의 경향성과 낮은 인장강도에 대한 원인을 NMR과 FT-IR 등의 성분 분석과 SEM 등과 같은 표면 분석을 통해 파악하였고 낮은 강도가 나타나는 현상을 개선하기 위한 앞으로의 방향을 제시할 수 있었다.

P1-G3-28 Organic Binder with Controlling of Thermal Properties for Bonded Magnet through Blending Process

블렌딩 공정으로 열적 특성을 가진 본드자석용 유기바인더의 제조

조연화[1]*, 오영우[2], 황유경[2], 조대영[2], 허정섭[1], 남성철[1]
[1]유지스
[2]경남대학교

본드자석은 일반 소결자석에 비해 형상의 자유도가 높고 성형이 용이하면서도 자기특성이 우수하여 산업 전반적으로 그 쓰임새가 증가하는 추세이다. 본드자석은 자성분말과 유기바인더로 구성된 유-무기 복합체로써 유기바인더의 접착력, 성형 온도에서 유동성 등의 특성에 많은 영향을 받는다. 유기바인더는 열가소성과 열경화성으로 나누어지는데 대부분의 유기바인더는 경화가 되어 고온에서 안정한 열경화성을 사용한다. 그러나 열경화성은 재료 특성상 경화제, 경화촉진제 등의 부가적인 성분을 필요로 하여 그 첨가량이 열가소성에 비해 많아 분말이 가진 자기특성의 감소치가 크다. 또한 경화공정을 거치기 때문에 제조공정에서 시간 및 비용의 부담이 있다. 반면에 열가소성은 경화를 필요로 하지 않아 제조공정이 간단하고 첨가량이 적어 상대적으로 자성분말의 자기특성 감소를 줄일 수 있다. 특히 셀룰로오스 유기바인더는 재료 본연의 접착성, 유동상태에서의 흐름성, 기계적 특성이 우수하여 유기바인더에 적합한 재료이다. 그러나 경화가 되지 않기 때문에 유기바인더의 용융온도 부근의 환경에서 사용 시에 유기바인더 성분의 사슬 간 결합이 느슨해져 최종 제품인 본드자석 물성에 영향을 끼치는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위하여 고내열성 열가소성 고분자인 폴리페닐렌설파이드와 블렌딩하여 비율에 따라 용도에 적합한 열적 특성을 갖는 유기바인더를 제조하고 특성을 평가하였다.

P1-G3-30 Effect of Non-oxide Additives on Thermal Properties of Hot-pressed Si_3N_4

열간가압 질화규소 소결체의 열적 특성에 미치는 비산화물 첨가제의 영향

도환수*, 김경훈, 박주석, 임종인, 김경자
한국세라믹기술원

전력의 변환과 제어 및 분배를 수행하는 파워디바이스는 전기자동차나 하이브리드 자동차(EV/HEV) 등에 사용된다. 파워디바이스는 수십 ~ 수백 A의 전류와 수백 V의 전압이 사용되기 때문에, 전력반도체로부터 발행하는 열로 인한 디바이스의 열화 및 오작동, 기능의 저하 등이 문제점으로 발생할 수 있다. 따라서 파워디바이스에서 발생하는 열을 효과적으로 제어하고 방출하는 소재 및 기술에 관한 심도 있는 연구가 반드시 필요하다. 특히 파워디바이스용 회로 기판의 방열성을 높이기 위한 고열전도성 소재에 관한 연구가 시급한 실정이다. 기존의 연구에 따르면 질화알루미늄(AlN) 소재는 높은 열전도 특성을 갖는 것으로 보고되었으나, 기계적 특성(강도 및 파괴인성 등)이 낮아 방열기판 소재로 적합하지 않은 것으로 알려졌다. 한편 질화규소(Si_3N_4)는 기계적 특성은 우수하지만, 열전도 특성이 AlN보다 낮아 방열소재로는 적합하지 않은 것으로 평가되었다. 그런데 최근 Si_3N_4의 이론 열전도도(theoretical thermal conductivity)가 200 W/mK을 넘는 것으로 예측되면서, Si_3N_4는 우수한 기계적 특성과 고열전도 특성을 동시에 나타내는 차세대 방열기판 재료로서 기대되고 있다. 본 연구는 Si_3N_4분말에 Y_2O_3-MgO 소결조제 및 비산화물 첨가제를 혼합한 후 열간가압 소결법을 이용하여 1900 ^oC, 질소 분위기에서 소결을 실시하였다. 각각의 소결체는 laser-flash 법을 이용한 열확산도(D)의 측정, Archimedes법을 이용한 측정 밀도(d), DSC를 이용한 측정 열용량(C_p) data를 이용하여, 다음의 수식, $K_T=C_p$ X d X D 로부터 열전도도의 비교분석하고 이에 따른 특성변화를 연구하였다.

P1-G3-31 Recycling of Coal Fly Ash for Fabrication of Advanced Ceramics

고부가가치 세라믹스의 제조를 위한 석탄회의 재활용 기술

김규헌*, 윤석영, 박홍채
부산대학교

급속한 산업화에 수반하여 필연적으로 발생하는 산업폐기물에 의한 지구환경오염은 국내?외할 것 없이 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 물론 폐기물의 발생량을 감소시키는 것이 최선의 방법이겠으나, 이는 산업화의 여건상 환경오염방지를 위한 근본적인 해결책이 될 수 없다. 다른 하나의 해결방법은 자원의 순환이용, 즉 "자원리사이클링"을 들 수 있다. 화력발전소에서 석탄의 연소에 의해서 발생하는 대용량의 석탄회의 고부가가치 자원화 기술은 사회적으로나 과학적으로 대단히 중요하다. 석탄회의 대부분을 차지하는 비산회 (coal fly ash)는 주성분으로서 SiO2와 Al2O3를 함유하는 흔히 세노스피어 형상의 미세한 무기물입자로 구성된다. 따라서 석탄비산회의 화학조성은 고기능성 세라믹스로써 널리 이용되는 알루미나와 뮬라이트 (3Al2O3·2SiO2), 또한 이들로 구성된 복합체의 제조를 가능하게 한다. 본 연구에서는 석탄회로부터 고순도 알루미나분말 및 휘스커 형상의 뮬라이트의 합성과 더불어 동결주조에 의한 제어된 기공형상을 갖는 다공질 뮬라이트/알루미나 복합체의 제조를 시도하고, 최종물질의 특성을 평가함으로서 이들에 미치는 공정변수의 영향을 검토하였다.

P1-G4-1 Effect of Anionic Surface Modifier on Thermal Stability and Mechanical Properties of Layered Double Hydroxide/Polypropylene Nanocomposites

음이온성 표면개질제에 따른 LDH/PP 나노복합체의 열안정성 및 기계적 강도에 미치는 영향

양재훈*, 이지희, 류현주, 최고은, 최진호
이화여자대학교

Organo-layered double hydroxide/polypropylene (LDH/PP) nanocomposites were successfully synthesized via solution blending method. As an attempt to improve the compatibility with hydrophobic PP, the LDH surface was modified by the incorporation of various anionic surfactants via electrostatic interaction with LDH cationic layers. Surfactants were selected by considering aliphatic carbon chain length and anionic functional groups with the purpose of optimizing the homogeneous dispersion in PP matrix. In PP nanocomposites containing LDH modified with alkyl carboxylate, the (*00l*) X-ray diffraction (XRD) peaks originating from organo-LDH were not observed, indicating that organo-LDH layers were fully exfoliated and homogeneously dispersed within PP matrix, which were also confirmed by cross-section TEM analysis. However, PP nanocomposites containing LDH modified with dodecyl sulfate and lauryl phosphate showed broad (*00l*) XRD peaks, indicating that organo-LDH was partially exfoliated. According to the thermogravimetric analysis, the thermal stability ($T_{0.5}$) of organo-LDH/PP nanocomposites were significantly improved by 37 K- 60 K, depending on the type and loading content of organo-LDH compared to pristine PP. PP nanocomposites containing well-dispersed organo-LDH showed substantial enhancement of elastic modulus with little decrease of tensile strength. These results are due to the increased interface volume fraction provided by the exfoliated LDH nanosheets.

P1-G4-2 선택 투과형 UV/IR 차단을 위한 유·무기복합재료의 특성

김명재*, 김경남
강원대학교

창호유리를 통한 적외선 및 자외선의 유입을 차단하는 기술에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 3.1eV 부근의 에너지 갭을 가지는 나노 무기 산화물 재료가 많이 사용된다. 에너지 갭이 3.1eV 보다 커지면 흡수영역이 단파장쪽으로 치우쳐 가시광선에 가까운 자외선영역의 흡수가 없어지고, 에너지갭이 작아지면 가시광선영역 파장을 흡수하기 때문에 착색되어 색을 띠게된다. 무기 산화물은 가시광 투과율이 우수하여, 투광성을 지닌 재료를 만들 수 있고, 내구성 및 근적외선 차단율이 뛰어난 장점을 가지고 있다. 기계화학적 밀링법으로 제조된 나노 금속 산화물을 이용하여 가시광선영역(400 ~ 780nm)만을 선택적으로 투과시켜 UV/IR차단 기능을 가진 유·무기 복합 재료를 개발하고 있다. 본 연구에서는 기계적 에너지가 화학적 에너지로 변환되어 화학적 반응을 일으키는 메커니즘을 이용하여 금속산화물 분말을 고 에너지 볼밀을 이용해 제조하였다. 원료분말의 미세구조, 결정상변화, 분리, 결정립 크기, 광학적 특성 변화를 분석기기(XRD, FE-SEM, FE-TEM, UV/VIS/NIR spectrophotometer, Paticle size analyzer)를 사용하여 분석하였다.

P1-G4-3 Enhanced Thermoelectric Property of Au Nanoinclusion-embedded Nano-crystallinen-type Bi_2Te_3

이은실[1]*, 김종영[1], 심우영[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]연세대학교

Au nanoparticles (NPs)-embedded Bi_2Te_3 bulks were prepared and their thermoelectric properties were evaluated to clarify the mechanism for ZT enhancement in the present nanoinclusion-embedded nanocomposites. Au NPs were synthesized by low temperature micro-emulsion method, and included in the Bi_2Te_3 matrix prepared using bottom-up synthesis. Au NPs with various volume fractions (up to 8.0 mol %/ 0.8 vol %) were dispersed into Bi_2Te_3 nanorod, and the produced mixture was subjected to spark plasma sintering. According to the thermoelectric property of the sintered materials, the electron filtering effect was identified, where the power factor increased and thermal conductivity decreased due to Au metal nanoinclusions.

P1-G4-4 Swelling and Exfoliation of Layered ZnSb Materials

층상형 ZnSb화합물의 팽창 및 박리

최광민[1]*, 김종영[1], 황해진[2], 심우영[3]
[1]한국세라믹기술원
[2]인하대학교
[3]연세대학교

In this work, we attempted to exfoliate atomic layers from layered ZnSb materials by chemical exfoliation method. The ZnSb material has a puckered layer structure, in which Zn and Sb atoms are connected by screw-type layered chains along the b axis unlike β-Zn_4Sb_3, which has a sophisticated structure composed of ZnSb4tetrahedra and Sb_2linear chains. We have successfully exfoliated individual layers of ZnSb crystals by ultrasonication-assisted chemical intercalation/swelling. We have shown that electrochemically lithiated ZnSb is also exfoliated by DMF, which supports that the exfoliation of ZnSb occurs via 2-step reaction, Li-intercalation and subsequent Li-ion solvation by DMF molecules.

P1-G4-5 Synthesis of Carbon Nanotube Functional Hybrid Silica Sol–gel Coating on Aluminium Surface

탄소나노튜브 복합 실리카 졸-겔 코팅 합성 방법

이창기*, 허진영, 심진기
한국생산기술연구원

Carbon nanotube functional silica (CNFS) sol–gel coatings were prepared by hydrolysis and condensation of hydroxylated single-walled carbon nanotubes (HSWNT) and tetraethylorthosilicate (TEOS) at different molar ratios. These CNFS coatings were used to protect Al and their properties on Al surface were studied by various complementary techniques. Results demonstrated that CNFS coatings possessed excellent thermal stability below 300 °C, high resistance to scratch and good protection performance for Al. The best coating was obtained when the molar ratio of HSWNT:TEOS is 0.03 : 1. TEOS had two opposite effects on the protection performance of CNFS coatings. On the one hand it enhanced crack peeling effect of CNFS coating through improving crosslinking density of the coating; on the other hand it reduced crack peeling effect by causing coating defects

P1-G4-6 Dye-sensitized Solar Cell using TiO_2-CNT Core/shell Composition Nanofiber

TiO_2-CNT core/shell나노 파이버를 이용한 염료 감응형 태양전지

김완태*, 나경한, 서무현, 최원열
강릉원주대학교

탄소나노튜브는 훌륭한 기계적, 전기적 특성 때문에 다양한 분야에서 많은 주목을 받고 있다. 이와 같은 우수한 전기적 특성을 광전극에 활용하여 염료 감응형 태양전지의 효율을 증가시키고자 한다. 기존의 TiO_2-nano particle paste를 사용하는 방식에 TiO_2-Carbon nanotube (CNT) core shell을 첨가한 paste를 접목하여 효율을 향상시켰다. TiO_2-Carbon nanotube (CNT) core shell nanofiber는 이중노즐을 사용한 전기방사법으로 제조하였고, 질소 분위기, 500°C에서 열처리 하였다. Core/shell nanofiber의 구조는 FE-SEM 분석을 통해 확인하였으며 Core/shell nanofiber와 TiO_2 nanoparticle을 포함하여 front side illumination형 염료감응 태양전지로 제작하였다. 또한 광전 변환효율 측정결과 약 6.25%의 전력 변환 효율이 관찰되었다.

P1-G4-7 Formation Control of TiO_2nanotube Arrays for Optical Interferometric Bio-sensor

광간섭 바이오 센서를 위한 TiO_2나노튜브 어레이 형성 제어

김완태*, 최원열
강릉원주대학교

양극산화 공정에 의해 형성되는 TiO_2나노튜브 어레이는 수직 정렬한 개방된 기공 구조와 큰 비표면적 및 광전특성을 이용하여 치과용 임플란트, 가스센서 및 광촉매 등에 사용된다. 또한 TiO2 나노튜브 어레이는 Fabry-Pérot 효과에 의해 백색광으로부터 간섭 무늬를 띄고 굴절율 변화에 의해 상변화를 관찰할 수 있어 광간섭 바이오 센서에 응용이 가능하다. 이 효과를 이용한 광간섭 바이오 센서에 TiO_2나노튜브 어레이를 사용하기 위해서는 다양한 공정 조건의 변화를 통한 구조 제어가 필요하다. 양극산화 공정에서 인가 전압, 공정시간, 전해질의 불소 이온 및 물농도, 공정온도 등을 제어하고 주사전자현미경과 spectroscopic liquid infiltration method에 의해 구조적인 특성을 관찰하였고 이렇게 제작된 TiO_2나노튜브 어레이에 백색광을 비추어 반사되어 나오는 간섭패턴을 관찰하였다. 또한 에탄올, 자당, 이부프로펜, 클로르헥시딘 등의 약물에 대해 광학반응을 실험하였고 이부프로펜에 대한 약물용출실험에서 약 20 nm optical thickness 변화를 관찰하였다.

P1-G4-8 Tunable Coloration and Thermal Behavior of SIO_2 or SnO_2 Covered on β-FeOOH

SiO_2및 SnO_2코팅된 β-FeOOH의 색상 및 열적 특성 연구

윤지연[1]*, 유리[2], 김일주[3], 최은영[3], 피재환[2], 김유진[2]
[1]인하대학교
[2]한국세라믹기술원
[3]한국과학영재학교

Red-Yellow color iron oxyhydroxides (akagneite, β-FeOOH) and red color iron oxides (hematite, α-Fe_2O_3) have attracted much interest owing to eco-friendly pigments. In addition, coloration of nano-sized pigments can be tuned by their size, morphologies. However, nano-size β-FeOOH have thermal instability in the high temperature. To retain and enhance the properties of ceramic pigments, we adopted core-shell approach. For example, our groups demonstrated that the SiO_2-coated α-Fe_2O_3 nanoparticles retained their coloration after being heated to 1000°C. Typically, we selected the silica (SiO_2), tin (IV) oxide (SnO_2) as shell materials for minimizing their oxidation and aggregation of nanoparticles due to its transparency in the visible range. We studied the relationship between creaming coating and phase/coloration of β-FeOOH nanorod.Details of the coloration and phase structure of β-FeOOH nanorod were characterized by UV-vis, CIE Lab color parameter measurements, SEM (scanning electron microscopy) and XRD (powder X-ray diffraction).

P1-G4-9 Synthesis of Metal Nano Particles by Colloidal Method

콜로이드법을 이용한 금속 나노 분말의 합성법

강이승*, 신동윤, 홍명환, 이덕희, 이찬기
고등기술연구원

나노 입자 사이즈의 분말은 각종 특성값의 변화, 새로운 어플리케이션의 적용 가능성 등의 이유로 다양한 분야의 과학, 공학 분야에서 활발히 연구되고 있다. 나노 입자 사이즈의 분말은 입자의 크기, 형태에 따라 전기적, 광학적, 전자기적 등의 특성 변화가 결정되기 때문에 예측 가능성, 재현성, 제어 가능성 등이 중요한 항목으로 평가된다. 특히 콜로이드법은 균질성 좋은 나노 입자를 얻기 유리하기 때문에 다양한 분야에 걸쳐 응용되었다. 본 연구에서는 콜로이드법을 이용하여 Ni, Co 등의 금속 나노 분말을 합성하고, 입자 사이즈와 형태등을 제어하는 방안에 대해 연구하였다.

P1-G4-10 Characterization of ZnS-micromarticles Embedded in Polydimethylsiloxane Elastomer Films by Thickness of Films

ZnS:Cu 와 PDMS를 사용하여 제작한 탄성발광필름의 두께에 따른 특성 변화

오정표[1]*, 김남호[1], 최인석[2], 김은미[2], 우정주[1], 허기석[2]
[1]전남대학교
[2]한국생산기술연구원

최근 ZnS계 형광체를 사용하여 탄성발광필름을 제작하는 방법에대한 연구가 발표되었다. 기계적인 스트레스를 여기원으로 전자를 여기시켜 발광하는 기계발광(Mechanoluminescence)을 원리로 발광하는 탄성발광필름은 친환경적인 발광소자로써 다양한분야에서 연구되고있다. 하지만 발광색상이 한정적이고 발광세기가 약하기 때문에 제작조건등의 특성향상에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 ZnS:Cu 와 polydimedthylsiloxane(PDMS)를 스핀코터의 RPM을 변수로 다양한두께로 제작하고 구조적 특성을 XRD, SEM, 광학적 특성을 Photoluminescence, Mechanoluminescence, Candela meter를 사용하여 특성을 연구했다. 제조한 탄성발광필름은 두께가 약 900 um일 때 150 cd/m^{2}로 가장 밝게 발광하였으며 Green 대역에서 Main peak를 보였다.

P1-G4-11 Characteristics of the Smart Window Electroluminescence is Patterned

발광체가 패터닝된 스마트윈도우의 특성

최인석[1]*, 오정표[2], 김은미[1], 김남호[2], 허기석[1]
[1]한국생산기술연구원
[2]전남대학교

최근 삶의 질을 높이는 기술도 증가하고 이에 따른 연구결과들이 발표 되고 있다. 그중 에너지 효율을 향상시키고 기능성을 동시에 만족시키는 스마트윈도우 (Smart window) 기술이 주목 받고 있다. 스마트윈도우는 전압, 열, 빛을 가하여 디스플레이에 투과율을 컨트롤 할 수 있는 기능을 가진 차세대 기능성 소자이다. 본 연구에서는 고분자 분산액정 (Polymer dispersed liquid crystal)방식을 사용한 스마트 윈도우에 전계발광 (Electroluminescence)층이 패터닝된 소자를 제작하였다. 스마트윈도우의 PDLC layer 와 EL layer를 같은 층에 패터닝하여 형성하였으며, EL 발광체는 ZnS : Cu , PDMS는 PDMS Mixture를 사용하여 제작하였다. 스마트윈도우에 증착된 전극층의 특성을 평가하기 위하여 XRD (X-ray diffraction), AFM (atomic force microscopy), SEM (scanning electron microscopy)을 이용하여 구조적 특성을 분석하였으며, UV-Vis-spectrometer를 사용하여 광학적 특성을 분석하였다. 최종적으로 EL 발광층의 특성을 분석하기 위해 CIE color coordinate, Candela meter, spectrometer를 사용하여 색좌표 및 발광강도를 분석하였다. 발광강도는 100 ~ 120 cd/m^2 색상은 Green 영역으로 측정되었다.

P1-G4-12 Enhancement of Optical Properties of Y_2O_3 Nanophosphor with Core-shell Structure Via Optimizing Synthesis Condition

합성조건 최적화에 따른 코어-쉘 구조의 Y_2O_3 나노 형광체 광 특성 향상

현재영*, 최주현, 김기현, 김완호, 전시욱, 김재필
한국광기술원

희토류 이온이 도핑 된 Y_2O_3 (Yttrium oxides)는 화학적 및 열적으로 안정적이며, 우수한 색순도와 발광효율을 가지고 있기 때문에 형광체 분야에서 중요한 광학 소재로 알려져 있다. 하지만 산화물계 형광체에서, 희토류 이온이 첨가된 나노 형광체의 경우 형광체 표면의 수산기와 같은 표면결함으로 인한 소광효과가 발생한다. 이러한 소광효과를 없애기 위해 molten salt 법을 이용하여 100 ~ 150 nm Y_2O_3:Re (Re = Eu, Tb and Dy) 코어를 제작하였고, 합성조건에 따라 코어를 최적화 시킨 뒤, sol-gel 법을 이용하여 최적화 된 Y_2O_3:Re 코어에 10 nm의 Y_2O_3 passive shell을 코팅 한 결과, passive shell 이 코팅 된 나노 형광체의 경우 소광효과가 줄어듬으로써 발광효율 및 양자효율이 증가하였다.

P1-G4-13 A Study on the Optimum Mixing Ratio of Mechanoluminescence using a ZnS Phosphors and Polydimethylsiloxane

ZnS계 형광체와 Polydimethylsiloxane (PDMS)를 이용한 탄성발광필름의 특성향상에 대한 연구

김남호[1]*, 최인석[2], 오정표[1], 김은미[2], 허기석[2]
[1]전남대학교
[2]한국생산기술연구원

ZnS계 형광체와 PDMS를 사용하여 탄성발광필름을 제작하는 방식은 최근 친환경적인 발광소자로 많은 연구가 되고있다. 기계적인 스트레스를 전자 여기원으로 발광하는 기계발광(Mechanoluminescence)의 원리로 발광하는 탄성발광필름은 Stretchable display, Hybrid stretchable clothes, Outdoor products 등과 같은 다양한 응용분야에 적용 가능하다. 하지만 발광세기, 색상, 제작공정에 따른 특성에 따른 연구가 많이 발표되어 있지 않기 때문에 연구의 필요성이 증가되고 있다. 본 연구에서는 Cu가 도핑된 ZnS계 형광체와 Polydimethylsiloxane(PDMS)를 Spin-coating 방식을 이용하여 오븐을 사용한 후열처리 공정을 통해 제조했다. 제조된 탄성발광 필름의 구조적, 광학적 특성을 FE-SEM, XRD, Spectrometer, Candela meter, CIE 색도계를 통해 ZnS:Cu 와 PDMS 의 배합비에 따른 특성을 연구하였다. 그 결과 (ZnS:Cu) : (PDMS) = 7 : 3 (wt%)의 조건일때 가장 높은 발광강도를 보였으며 ZnS계 형광체의 비율이 그 이상 증가 할수록 탄성부족으로 인한 내구성의 급격한 감소를 확인하였다.

P1-G4-14 Damage Analysis of OLED Electron Transfer Layer by Low Damage Sputtering Process

Low Damage Sputtering 공정에 따른 OLED 전자수송층의 Damage 분석

이승현[1]*, 김종기[1], 이준형[1], 이찬재[2], 문대규[3], 명재민[4]
[1]경북대학교
[2]전자부품연구원(KETI)
[3]순천향대학교
[4]연세대학교

OLED 소자는 다층의 유, 무기 박막으로 구성되어 있으며, 이러한 박막 제조를 위해서는 다양한박막제조 공정들이 필요하게 된다. 다층 박막을 제조함에 있어서 플라즈마를 이용한 박막제조 공정 중에는 높은 운동에너지를 가진 이온 또는 전하들이 하부층 박막의 표면을 강타하여 손상을 입힐 수 있으며, 플라즈마에서 방출되는 UV광선 역시 유기물의 물성을 저하시키는 주요 원인이 될 수 있는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 LDS (Low Damage Sputtering)의 효과를 분석하기 위해 Alq3/Al 및 Alq3/LiF/Al 등의 구조를 가진 박막을 제조하였으며, 제조 공정 중 sputtering power를 변화시켜 증착 하였다. 고분자층 위에 증착된 Al박막의 결정성을 XRD로 분석하였으며, FE-SEM과 TEM을 이용하여 power에 따른 Al박막의 morphology 등을 분석 하였다. 상부 Al 층 증착시 pwder 변화가 하부층 Alq3 및 LiF 층에 미치는 손상 정도를 SEM, TEM-EDS, ToF-SIMS depth profile 등을 이용하여 분석하였다. 아울러 sputtering 공정 중 방출되는 UV의 파장을 분석하고, UV 조사가 유기물의 특성변화에 미치는 영향을 조사하였다.Sputtering power가 높은 경우 (300W) Alq3 및 LiF 층은 심각한 손상을 입어 사라졌으며, 분해된Li 및 F 이온은 기판 내부 및 Al 층 내부로 퍼져 분포하는 것으로 관찰되었다. 한편 UV 조사를 받은 Alq3의 경우 전기전도도가 저하하는 것을 관찰 하였다.

P1-G5-1 Surface Characterastics and Cell Activity of Thermally Oxidized Titania Layer

티타니아 열산화막의 표면특성과 세포활성도

강종호[1]*, 황국진[1], 서원선[1], 이석원[2], 최헌진[3], 이명현[1]
[1]한국세라믹기술원
[2]경희대학교
[3]연세대학교

임플란트로 사용되는 타이타늄의 표면에는 자연산화층이 존재하며 이에 따라 유효한 물성이 발현된다. 열산화법은 단순한 열처리만으로도 안정한 TiO_2 산화층을 제어 할 수 있는 방법으로 온도 및 유지시간이 증가함에 따라 타이타늄 표면에 형성되는 산화층의 Grain size가 증가하게 되고 안정한 TiO2 Rutile phase를 형성하게 된다. 이로 인해, 산화층 표면에서의 Human Primary Cells의 흡착, 증식 및 분화의 증대에 영향을 주지만, 유지 시간이 제어된 표면에서 골 형성이 더 많이 나타나는 것을 확인하였다. 본 연구에서는 열산화공정인자는 고정하고 기판자체의 거칠기가 세포활성도에 미치는 영향을 개량적으로 평가 비교하고자 하였다. 두께 0.14 mm의 타이타늄 기판의 표면을 여러 입도의 연마지 (#200 ~ 2000)로 처리한 후, 800도에서 1시간 동안 열산화하여 타이타늄 산화층을 형성하였다. 산화층의 표면은 FE-SEM 등으로 분석하였고, 각 표면 거칠기에 대해 개량적인 비교가 가능하도록 기판 및 산화층 표면에 형성된 모폴로지의 3차원 데이터를 공초점레이저주사현미경 (CLSM)을 이용하여 획득하고 이를 퓨리에변환하여 얻은 Power Spectral Density Function을 활용하였다. 타이타늄 열산화막의 표면특성에 따른 세포활성도는 Human Primary Cells을 이용하여 Cell adhesion, ALP activity 및 Osteoblastic differentiation 관찰을 통하여 평가하였다.

P1-G5-2 Controlling of Composition and Physical Conditions for Alumina Ink-jet Printing and Cell Activity on the Printed Pattern

잉크젯 프린팅을 위한 조성물 및 기판특성 제어와 인쇄된 마이크로 패턴에서의 세포 활성도

강종호[1]*, 서원선[1], 이석원[2], 최헌진[3], 이명현[1]
[1]한국세라믹기술원
[2]경희대학교
[3]연세대학교

프린팅 기술로 다양한 재료의 표면에 수십 μm 크기의 패턴을 용이하게 인쇄하는 것이 가능하게 되었다. 그 중 잉크젯 프린팅은 drop되는 ink 양 및 간격 조절을 통해 일정하고 반복적으로 패턴 형성이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 본 연구에서는 높은 경도와 취성 등 세라믹스 특성에 의해 제한적인 공정으로 시도되었던 세라믹스 마이크로 패턴 성형에 잉크젯 프린팅을 적용하기 위하여 잉크조성물 및 기판특성 제어에 따른 인쇄성을 고찰하였고, 인쇄된 마이크로 패턴에서의 세포활성도를 평가하였다. 알루미나 잉크 제조를 위해 나노알루미나분말, 용매, 건조제어제, 분산제를 일정 비율로 혼합하여 48시간동안 Ballmill을 실시하였다. Homogenizer로 2시간 실시한 후 Ink 내 Powder 응집을 막기 위해 6um 필터를 이용하여 필터링을 하였다. 제조된 조성물에 대하여 jetting 특성 및 인쇄 특성을 관찰하였고 기판의 젖음성, 거칠기, 온도 등 물리적·화학적 특성제어에 따른 인쇄패턴 변화를 살펴보았다. 잉크젯으로 인쇄한 후 1200도에서 소결하여 기판과 인쇄입자의 결합구조를 확보하였으며, 소결 후의 패턴 표면에 대한 특성은 FE-SEM, CLSM, XRD, XPS, profilometer로 분석하였다. 조성물 및 기판특성을 최적화하기 위하여 각 인자가 제어된 마이크로 패턴 인쇄 표면에서의 Human periodontal ligament cells (hPLCs)의 세포 반응성을 평가하였다.

P1-G5-3 Ceramic Nanoparticle for Drug Delivery System; Anti-tumor Activity of MTX-Ceramic Nanohybrid

약물 전달 시스템을 위한 세라믹 나노입자; MTX-세라믹 나노하이브리드의 항종양 효과

최고은*, 최고은, 최진호
이화여자대학교

The anticancer drug methotrexate (MTX) was successfully intercalated into the ceramic nanoparticle (layered double hydroxides, LDHs) to form a new ceramic-hybrid drug. The coprecipitation and subsequent hydrothermal method were used to prepare chemically, structurally, and morphologically well-defined two-dimensional (2D) MTX-LDH ceramic-hybrid. The resulting 2D MTX-LDH ceramic-hybrid showed excellent colloidal stability not only in deionized water but also in an electrolyte solution of dulbecco's modified eagle medium (DMEM) with 10% fetal bovine serum (FBS). When the present nanohybrid particles were added to the electrolyte solution of DMEM with 10% FBS, a homogeneous dispersion with an average particle size of 100 nm and the polydispersity index of 0.250 was obtained. To confirm the targeting function of the nanohybrid drug, the tumor-to-blood and tumor-to-liver ratios of MTX-LDH were evaluated and compared to those of free MTX in the C33A orthotopic cervical cancer model. The biodistribution studies indicate that the mice treated with MTX-LDH showed 3.5-fold higher tumor-to-liver ratio and 5-fold higher tumor-to-blood ratio of MTX than those treated with free MTX. The homogeneous particle size, biocompatibility, and high therapeutic value of the MTX-LDH ceramic-hybrid system make it a promising injectable nanomedicine for the treatment of cancer.

P1-G5-4 Hydroxyapatite/Wollastonite Biocomposite Coatings Fabricated by Room Temperature Spray and Their Bioactivity

상온분사법에 의한 Hydroxyapatite/wollastonite 생체 복합재료 코팅 및 혼합비에 따른 생체활성 변화

음상철*, 이종국, 함다솜
조선대학교

지르코니아 세라믹스는 뛰어난 기계적 물성 및 광학적 물성을 갖지만, 생체 불활성으로 인하여 낮은 골 전도성 및 골 결합력을 갖는다. 본 연구에서는 임플란트용 지르코니아 세라믹스의 표면 생체활성을 향상시키기 위하여 생체활성 재료인 hydroxyapatite와 wollastonite분말을 지르코니아 표면에 코팅하였다. 코팅 층 조성으로는 순수한 hydroxyapatite, wollastonite, 그리고 혼합 비를 달리한 세가지 복합분말을 사용하였으며, 상온분사법을 통하여 표면 코팅을 실시하였다. 지르코니아 표면에 형성된 코팅층은 100~300nm 크기의 입자로 구성되었으며, 조성에 따라 1~3μm의 균질한 두께로 코팅층이 형성되었다. 코팅 시편을 SBF용액에 침적시켜 *in vitro*test를 시행한 후 생체 물성을 고찰한 결과, 코팅된 모든 시편 표면에서 나노크기의 apatite입자가 석출되었는데, 그 형상과 석출양은 조성에 의존하였다. Wollastonite의 함량이 증가할수록 표면에서 짧은 시간 내에 apatite가 석출되었으며, 동일한 시간의 경우 석출양이 크게 증가하였다. 전체적으로 hydroxyapatite의 양이 증가할수록 생체 안정성은 증가하였으나 생체 활성은 감소하였고, 반대로 wollastonite의 양이 증가할수록 생체활성은 증가하였으나 생체 안정성은 감소하였다.

P1-G5-5 Low Exothermic Bone Cement Containing Granulated β-Tricalcium Phosphate with Drug Delivery

약물 전달형 β삼인산 칼슘 과립 원료를 이용한 저발열성 골시멘트

오경식*, 이인철, 손영준, 한동규, 김학준, 서민호, 민성존, 조현호, 정태주
국립안동대학교

인산칼슘계 골시멘트는 아크릴계와 비교하여 생체친화성이 우수하고 특히 경화 중 발열이 미약하여 담지한 약물의 변질 방지는 물론 발열에 민감한 부위에 적용할 때 장점을 지니고 있다. 본 연구에서는 시멘트의 출발원료 중 β-$Ca_3(PO_4)^2$를 과립화한 뒤 열처리하는 조건에 따라 경화 중 발열 및 항생제 약물의 담지 특성을 관찰하였다. β-$Ca_3(PO_4)^2$의 과립제조를 위하여 현탁액을 제조하여 분무건조하였으며 이렇게 제조한 과립은 200 ~ 300 μm의 직경범위에 분포하였다. 제조된 과립을 1100～1200°C에서 열처리한 뒤 과립의 내부를 절개하여 항생제 약물의 탑재에 적합한 공간의 확보를 확인하였다. 제작한 β-$Ca_3(PO_4)^2$과립을 $Ca(H_2PO_4)^2H_2O$ 분말과 혼합하고 경화액을 첨가하여 경화체를 제작하였다. 열처리 온도가 높은 과립일수록 경화 중 발열을 10도 이하로 억제할 수 있었으며 이러한 변화는 함유한 항생제의 약효 보존에 적합한 환경을 제공하였다.

P1-G5-6 Co-synthesis Process of the Hydroxyapatite and β -Tricalcium Phosphate Mixture by Using Eggshell Sand Phosphoric Acid

달걀껍질과 인산을 이용한 Hydroxyapatite와 beta-TCP가 혼합된 인산칼슘의 동시합성에 대한 연구

강태성*, 이상진
국립목포대학교

Hydroxyapatite (HA, $Ca_5(OH)(PO_4)_3$) and β-tricalcium phosphate (β-TCP, $Ca_3(PO_4)_2$) are very well known ceramic materials because of their high bio-compatibility. This study is about the co-synthesis process of the HA and β-TCP (6:4 crystal phase ratio). Eggshells followed a heat treatment up to 900°C (3°C/min heating rate) with 4h-holding time. The heat treated CaO powders were then ball-milled with IPA and phosphoric acid. TGA/DTA analysis determines the precursor reaction to heat treatment. XRD analysis was performed in order to observe the change in the crystal-phase of the samples at various temperatures, and to determine the effect of varying the phosphoric acid solution amount over the crystal phase ratio of the HA and β-TCP. It was determined that the heat treatment temperature of 900°C and the weight ratio of powder to phosphoric acid solution of 1:1.26 are suitable for obtaining the desired crystal phase ratio of the HA to β-TCP of 6:4.

P1-G5-7 Fixation of Living Cells onto Vertically Aligned Nanowires by Inkjet Printing

잉크젯 프린팅을 이용한 클라미세포의 나노와이어 상 고착화

이동규*
연세대학교

Effective cell fixation onto vertically aligned nanowires (NWs) has been studied in broad applications such as biological delivery system, fabrication of bio-electric devices, and photosynthetic bio-energy harvesting. However, accurate insertion of NWs into living cells using scalable processes has not yet been achieved. Herein, NWs were inserted into living *Chlamydomonas reinhardtii* cells (Chlamy cells) via inkjet printing of the Chlamy cells, representing a low cost and large-scale method for inserting NWs into living cells. Printable bio-ink composed of living cells and biocompatible solvent was optimized to achieve stable jetting and precise ink deposition of bio-ink for indentation of NWs into Chlamy cells. Fluorescence confocal microscopy was used to verify the viability of Chlamy cells after inkjet printing. Simple mechanical considerations of cell membrane and droplet kinetic allow us to control moderate jetting force to penetrate cell membrane. Our results including the optical images and statistical analyses of printed cells suggest that inkjet printing can become an effective tool for stable cell fixation.

P1-G5-8 Fabrication and Characterization of 30 wt% Tricalcium Phosphate / Al_2O_3 Composites

30 wt% Tricalcium Phosphate /Al_2O_3복합재료의 제조 및 특성

하정수*, 정희철
안동대학교

생체활성이 우수한 hydroxyapatite (HA)와 tricalcium phosphate (TCP)는 뼈 대체재료로 매우 적합하다. 특히 TCP의 경우 생체에 재흡수될 수 있는 성질이 있어 뼈 재생을 위한 scaffold로도 사용될 수 있다. 그러나 소결체의 강도가 낮은 단점으로 큰 하중이 걸리는 정형외과나 치과영역에서의 다양한 활용이 제한되고 있다. HA와 TCP의 기계적 특성을 향상시키기 위해 기계적 특성이 우수한 Al_2O_3, ZrO_2나 mullite와 같은 재료를 보강성분으로 첨가하여 복합화 하는 방법이 주로 연구되어 왔다. 생체활성과 기계적 특성을 겸비한 재료를 만드는 또 다른 전략은 HA나 TCP를 기계적 특성이 우수한 재료에 생체활성 부여 성분으로 첨가하는 것이다. 본 연구에서는 생체활성 부여 성분으로 TCP가 30 wt% 첨가된 Al_2O_3 복합재료를 제조하였다. TCP/Al_2O_3복합재료에 대한 이전 연구에서는 TCP 분말의 낮은 소결성으로 인해 소결밀도가 이론밀도(TD)의 64%로 낮았으며 충분한 강도가 얻어지지 않았다. 본 연구는 polymer complexation 방법으로 1250°C에서 완전 치밀화되는 TCP 분말을 합성하고, 이를 복합재료 제조에 적용하였다. 이 복합재료의 소결 특성을 시판되는 TCP 분말로 제조된 경우와 비교하였고, 결정상과 미세구조 특성을 조사하였다. 1350°C에서 소결 시, 시판 분말의 경우(74% TD)와 달리 96%TD의 높은 밀도를 갖는 복합재료가 얻어졌고 구성성분들간에 반응이 없었다. 그리고 TCP 단일 소결체와 다르게, 강도와 파괴인성에 유리한 미세한 입자크기와 입계파괴 양상이 확인되었다.

P1-G5-9 Fabrication of Biomimetic Ceramic Beads for Jewelry Using a Shell

패각을이용한주얼리용생체모방세라믹비드의제조

한상원*, 전성용
목포대학교

대부분의 자연 생태계에 존재하는 재료들은 자기조립에 의해 약점을 극복한 우수한 기계적 특성을 갖는 복합소재이다. 이들은 수억 년을 진화하면서 그들의 환경에 맞는 복잡한 기능성과 특성 을 갖기 때문에 재료과학자들의 신소재 디자인의 타겟이 되고 있다. 예를 들면 갑각류 중 조개류는 내부에 이물질이 들어가면 자가 치유능력을 이용하여 이물질을 자신의 신체의 일부로 만든다. 한편 갑각류 중 게들은 외골격에 바닷물에 존재하는 탄산이온과 칼슘이온을 이용하여 복잡한 외골격을 만들고 있다. 이러한 바다생물의 특성인 주변의 자연상태에 존재하는 이온 및 분자레벨의 물질로부터 골격 및 자기 신체화하는 과정을 기능적으로 돕고 기간을 단축화하기 위해 생체모방적 바이오 세라믹을 이용하고 이를 응용한 예를 제시하고자 한다. 특히 본 연구에서는 패각을 이용한 주얼리용 생체모방 세라믹 비즈의 제조와 그 특성에 대하여 발표할 예정이다.

P1-G6-1 A Study on Alkali-resistance Test of AR-glass Manufactured with the use of Low Zirconia

저함량 지르코니아를 사용해 제조한 AR-glass의 내알칼리 테스트에 관한 연구

이지선[1,2]*, 임태영[2], 황종희[2], 김진호[2], 이미재[2], 현승균[1]
[1]인하대학교
[2]한국세라믹기술원

지르코니아가 함유된 유리섬유는 일반적으로 사용하는 E-glass 보다 내화학성이 우수해 시멘트재료 보강재로 사용되어지고 있다. 본 연구에서는 내화학성에 가장 큰 영향을 주는 지르코니아의 투입량 변화에 따른 AR-glass fiber 조성의 유리를 제조하고 특성을 실험하였다. AR -glass fiber 배치 조합한 후 혼합하여 백금도가니에 넣고 1600°C에서 약 2시간 용융하였다. 용융된 유리는 흑연몰드 위에 부어 모유리를 제조하였고, 이들 모유리를 이용하여 E-glass single filament를 제조하였으며, Single filament는 실험실적으로 제작한 전기식 유리용융로와 섬유인상장치를 이용하여 제조하였다. Single filament의 제조에 앞서 제조된 각각의 모유리는 화학조성과 함께 열적 특성인 열팽창계수와 연화점을 측정하였다. 그리고 광학적 특성평가를 위해 투과율과 색차를 분석하였다 또한, 제조된 single filament는 E-glass fiber 로서의 특성을 파악하기 위해 내알칼리 테스트 및 보강섬유로서의 기계적 특성평가를 위한 인장강도를 측정하였다

P1-G6-2 Development and Characterization of Quartz Clearing Process without Non-HF Solution

석영유리의 Non-HF계 표면 세정방법 개발 및 특성 평가

윤지연[1]*, 유리[2], 김형준[2], 김유진[2]
[1]인하대학교
[2]한국세라믹기술원

반도체용 석영유리의 표면세정은 표면의 불순물 제거 및 표면 고순도화를 이유로 이용되고 있다. 기존의 세정은 Fluorine 계열의 불산(HF), 불화암모늄(NH_4F) 등이 사용되었으나, Fluorine의 환경적 문제 및 인체의 유해성으로 인하여, 이를 대체할 세정용액이 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 불산을 대신하여 인산을 활용한 표면세정 연구를 진행하였다. 일반적으로 인산을 이용한 세정의 경우, 300°C 이상에서 느리게 표면 식각이 일어나지만, 우리는 다양한 온도에서 엠보싱 크기를 제어하여 석영유리의 표면을 세정하였다. 세부적으로는 세정 공정의 조건을 변화시켜 표면 엠보싱 및 거칠기(Ra)를 제어하였으며, 표면 조도 측정기, SEM, FT-IR 등의 분석을 통해 표면고도화된 석영유리의 특성을 평가하였다.

P1-G6-3 Re-melting Method Study of Quartz Glass for Size Up Diameter

반도체소재 부품용 석영유리의 대형화을 위한 re-melting 기술 개발 연구

윤지연[1]*, 유리[2], 피재환[2], 김유진[2]
[1]인하대학교
[2]한국세라믹기술원

합성 석영유리는 화학적 내구성, 내식성, 열적 안정성이 높고(우수하고) 자외선 영역에서 투명하다는 광학적 특성을 이용해 반도체와 디스플레이 포토마스크, 반도체 공정 부자재, LED 및 태양광 공정 등에 사용되며 200 ~ 300 mm의 대형화 기술이 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 리멜팅 기술을 이용하여 직경을 증가시키는 대형화 기초 연구를 진행하였다. 공정에 사용된 석영유리 잉곳은 제품 가공후 남은 부자재를 재활용하여 사용하였다. 세부적으로는 석영유리를 재용융하기 위해서 고온의 진공 전기로를 구축하였으며, 1750 ~ 1900°C 범위에서 온도, 반응시간 등을 제어하여 잉곳의 직경을 증가시키고자 하였다. 또한, 석영분말 첨가제를 활용하여 용융시 발생하는 내부공극, 기포 등을 제어하고자 하였다. 리멜팅된 석영유리 잉곳은 현미경과 루페을 통해 내부 기포 수 측정하고, 레이저 포인트로 내부 공극 측정하였다. 이외에도 잔류 응력과 FT-IR 분석을 통해 리멜팅 이후 석영유리의 OH 함량에 대한 물성을 평가하고자 한다.

P1-G6-4 Effect of the SiO_2top Cover Layer on the Electro-thermal Characteristics of the F-doped SnO_2 thin Film Made by the Spray Pyrolysis Deposition Method

분무 열분해 증착 방법으로 만들어진 F가 도핑된 SnO_2 박막의 전열특성에 대한 SiO_2 덮개층의 영향

이정욱[1]*, 이성민[1], 류종훈[1], 류도형[1], 김보민[2], 하정민[2], 박성환[2]
[1]서울과학기술대학교
[2](주)솔라세라믹

FTO (fluorine doped tin oxide) 박막은 발열유리의 저항체, 염료형태양전지의 전극, OLED의 전극, Low-E 유리의 적외선 차단코팅으로 널리 활용되고 있다. 본 연구에서는 F가 도핑된 SnO_2박막을 제조하고 그 위에 다시 졸-겔 코팅법으로 SiO_2덮개층을 형성하여 FTO 박막의 발열 특성거동에 미치는 SiO_2 덮개층(top cover layer)의 영향을 연구하였다. FTO 박막에 전극을 소부하여 전압을 인가하면 발열체로써의 성질을 가지게 되는데, FTO박막의 특성별로 시편을 선정해 기본시편, 열처리(annealing) 된 시편, SiO2덮개층을 적용한 시편으로 나누어 각 시편의 물성과 전열특성을 분석해 보았다. 전극을 소부하여 전압을 인가하였을 때 박막의 면저항에 따라서 서로 다른 거동을 나타낸다. 전기가열에 의하여 온도가 상승함에 따라 대기 중의 산소와 접촉하여 전류의 거동이 바뀌는 곳을 확인 할 수 있었는데, 이로 인하여 박막표면의 열화가 발생하며 여러 가지 결함들이 형성되는 것을 확인하였고, 이에 주목하여 열처리를 통해 강제 산화시킨 시편과 차단코팅을 통해 발열체와 산소를 차단한 시편들을 비교하였다. 열처리는 500°C에서 진행되었으며, 차단막은 산소에 의한 박막의 물성 변화와 박막의 열화를 방지하기 위해 SiO_2를 발열체 위에 증착 하여 각 시편 별 전열특성을 비교하였다.

P1-G6-5 Relationship among Fluorine Concentration, Band Gap and Work Function of Fluorine Doped Tin Oxide Thin Films

불소 도핑양에 따른 산화주석 박막의 광학적/전기적 특성

류종훈[1]*, 이정욱[1], 이성민[1], 이인섭[1], 김보민[2], 박성환[2], 류도형[1]
[1]서울과학기술대학교
[2](주)솔라세라믹

In this work, relationships among fluorine concentration, band gap and work function of fluorine doped tin oxide (FTO) films fabricated using nano aerosol spray pyrolysis deposition (SPD) were investigated. $SnCl_4 5H_2O$ and NH_4F were mixed at predetermined ratio with water and kept under stirring for more than 12 hours to get clear solutions. The deposition of tin oxide film was executed in SPD machine (nano SPD TX-500, Solarcermic Co.) equipped with a rotating susceptor that is made of aluminum or carbon. The carrier gas of the ultrasonically generated mist were compressed airs or dried air. Since the deposition rate of tin oxide films were dependent on the F-doping, the deposition time was adjusted to finally obtain the same thickness of FTO films. The thickness of all films were kept nearly the same in order to separate the effect of fluorine doping level. To know the effect of the film thickness on the performance of FTO film, 2 mol% FTO solution were selected as a representative solutions for the film depositions with different thickness, for which the deposition temperature were between 400 ~ 500°C. FTO films were studied using ellipsometer, FE-SEM, x-ray diffraction (XRD), x-ray photoelectron spectroscopy (XPS), secondary ion mass spectrometry (SIMS), ultraviolet photoelectron spectroscopy (UPS), electrical and optical measurements. Optical bandgap of FTO thin films with different doping level and different thickness were calculated on the basis of tauc plot method. Work function was obtained by UPS. There is no fluorine signals in XPS data, but fluorine peaks have been shown in data of SIMS. Samples with F/Sn ratios 1, 2, 3, 4 and 5 have shown differences in opto-electric characteristics.

P1-G6-6 Fabrication of Transparent $Y_3Al_5O_{12}$:Ce^{3+} Phosphor in Glass for Remote Phosphor LED

LED용 리모트 형광체를 위한 $Y_3Al_5O_{12}$:Ce^{3+} 형광체를 포함한 유리 제작

주정식*, 이주현, 장형일, 박성준, 양현경
부경대학교

Currently, the organic epoxy resin or silicone for phosphors used in high-power white light-emitting diode (WLED)s are likely to change their color from yellow when they are the accumulated heat emitted from the chip. This raises several issues in WLED practical application, including degradation of luminous efficacy shift of chromaticity, and finally reduction of long-term reliability. Glasses dispersed phosphors were prepared by two steps; the first is melting of glasses for matrices and the second is remelting the glass cullets mixed with phosphors at low temperature. The tellurite glasses TeO_2–ZnO–B_2O_3 were prepared by melting mixtures of raw materials in alumina crucibles at 1000°C for 20 min using the combinatorial melting system. The melts were quenched on a steel plate. The glasses were crushed and the cullets with the size below 100 μm were collected and were mixed with commercial $Y_3Al_5O_{12}$:Ce^{3+} (YAG:Ce). The concentration of the YAG:Ce was varied from 1 to 10 mass% depending on the weight of the glass matrices. In this study we obtained YAG:Ce PiG, photoluminescence (PL) was measured by visible spectrometer which also calculated the CIE coordinates and CCTs. The PiG's were irradiated by blue light with a wavelength of 460 nm light source. Time resolved fluorescence spectrometer recorded time evolution of emission spectra. A field emission scanning electron microscope was used to examine the composition and morphology of the sintered disks.

P1-G6-7 Synthesis of Transparent Ceramic Derived from Preceramic Polymers

프리세라믹 폴리머를 이용한 투명 세라믹의 제조

서영준*, 조성환, 김형순
인하대학교

Polysilazanes have been widely researched for advanced ceramics such as SiCN, SiN, and SiC. In spite of their advantages, there has been problems in obtaining transparent crack-free bulk ceramics due to gas evolution during pyrolysis. In this study, we have fabricated bulk silazane networks pyrolyzed at low temperature (< 400°C) and then their optical and mechanical properties were measured. Organopolysilazane was mixed with vinyl terminated tricyclosilazane in the ratios of 1 : 1, 2 : 1, and 4 : 1. The mixed silazane precursors were cured at 120°C and then post-cured at 400°C. Athree-point bending test was performed by a universal testing machine. The fracture surfaces were observed by a scanning electron microscopy. The transmittance of the glassy silazane networks was also examined with a UV-visible spectrometry. The flexural strength of the glassy silazane networks was higher in order of 4 : 1, 2 : 1, and 1 : 1 because the excess vinyl groups led to the insufficient plastic deformation of the glassy silazane networks. The glassy silazane networks showed high transmittance up to 82%. The optical and mechanical properties of the glassy silazane networks depend on the vinyl groups in crosslinking agent. The transparent glassy bulk silazane networks can be obtained by pyrolysis at low temperature and control of the crosslinking agent.

P1-G7-1 Fabrication of Digital Printer System for Printing of Viscous Ceramic Slurry on the Tiles

세라믹 타일 프린팅용 고점성 디지털 프린터 시스템 제조

이동헌[1]*, 김태우[1], 강태원[2], 최원식[3], 이기성[1]
[1]국민대학교
[2]강원대학교
[3]주식회사 크레딕스

본 연구에서는 잉크젯 프린트 기술과 잉크젯 프린팅 장치 제조 기술을 바탕으로 세라믹 타일 프린팅에 적용 가능한 고점성 디지털 프린터 시스템을 제조하였다. 기존에는 타일에 원하는 무늬와 색상을 프린트하기 위해 실크스크린을 이용하는 출력을 수행하였는데, 여기에는 필름출력과 조판, 칼라조색, strike-off 공정 등 많은 시간이 소요되었다. 반면에 고점성 디지털프린터 시스템은 고점성의 세라믹 슬러리를 타일 위에 바로 분사하여 프린팅함으로써 생산라인이 축소, 단순화될 수 있다는 장점이 있다. 본 시스템 제작을 위해 첫째, PC용 제어 software알고리즘을 개발하고 기구제작, 축 변형 알고리즘을 구현하였으며, 둘째, 디바이스 드라이버, 응용 프로그램 등 윈도우용 기반 PC제어를 위한 소프트웨어를 개발하였다. 셋째, CPU용 소프트웨어 개발, FPG용 소프트웨어를 개발하는 등 장비제어용 소프트웨어를 개발하였으며 마지막으로 A/D모듈제작, 모터제어 모듈, FPGA 모듈제작 등 장비제어용 하드웨어를 개발하였다. 그 결과 20 - 50 cps범위의 점성 슬러리를 사용, 150 × 150 mm의 평판타일에 20 m^2/h의 속도로 성공적으로 프린팅을 구현하는 시스템을 제작할 수 있었다.

P1-G7-2 A Study on Chloride Ion""s Penetration of Magnesium Phosphate Cement

Magnesium Phosphate계 시멘트의 염화물 이온 침투 특성에 관한 연구

박동철[1]*, 이건철[2]
[1]대진대학교
[2]한국교통대학교

인산 마그네슘 시멘트(Magnesium Phosphate Cement, MPC)는 화학 결합형(chemically bonded ceramics)으로 불리는 신건설재료용 결합재로서, 초속경, 고강도 및 고부착력 등의 우수한 물리적 특성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 해양환경이나 제설제 등의 염화물 환경하에서의 내구성능을 평가하기 위하여 수행하였으며, 사용재료는 Magnesium potassium phosphate계 시멘트(상용품)와 비교평가를 위하여 CSA(Calcium Sulpho-Aluminate)계 초속경 시멘트이고, 시멘트에 의한 정확한 염화물 침투 저항특성을 파악하기 위하여 콘크리트를 배합하여 제작하였다. 제작한 MPC계 콘크리트 및 CSA계 콘크리트는 양생온도 20 ± 2°C, 상대습도 60 ± 5%의 양생조건에서 2시간, 4시간, 1일, 7일 재령에서의 압축강도, 부착강도 및 길이변화율(재령7일까지) 등의 기본 물리적 특성을 측정하였다. 또한 염화물 침투 저항 특성은 NT Build 492 시험법에 의하여 전위차를 이용한 전기화학적 촉진 시험을 수행하였다. 기본 물리적 특성 시험결과, CSA계 초속경 콘크리트의 압축강도는 20.1 MPa (2시간), 28.5 MPa (4시간), 40.5 MPa (1일) 및 47.2 MPa (7일) 인 반면에 MPC계 초속경 콘크리트는 34.2 MPa (2시간), 43.2 MPa (4시간), 55.2 MPa (1일) 및 63.2 MPa (7일)로서 매우 우수한 특성을 나타내었으며, 부착강도 시험결과에 있어서도 CSA계 초속경 콘크리트의 경우는 최하 0.32 MPa (2시간)에서 최대 0.75 MPa (7일) 인 반면에 MPC계 초속경 콘크리트는 최하 1.60MPa(2시간)에서 최대 2.54MPa(7일)의 높은값을 나타내었다. 재령 7일 이후에 염화물 침투 저항성 시험결과, CSA계 초속경 콘크리트는 2, 050 ~ 3, 300 coulomb, MPC계 초속경 콘크리트는 300 coulomb 이하의 매우 낮은 값을 나타내었다.

P1-G7-3 Effect of Inorganic Additive Contents on the Thermal Properties of Al_2O_3-SiC-C System Refractories.

무기강화제의 첨가량에 따른 Al2O3-SiC-C계 내화물의 열적 특성

김태관[1, 2]*, 박주석[1], 김경훈[1], 김경자[1], 김형순[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]인하대학교

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 사용 하고 있으나 종래의 용선운반 역할만을 할 때에 비해 용선예비처리과정에서 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 스폴링저항성을 향상시키기 위하여 Al_2O_3-SiC-C계 내화물에 무기강화제를 첨가하는 연구가 많이 진행되고 있으며 본 연구에서는 Al_2O_3-SiC-C계 Castable 내화물의 내산화성 및 내침식성을 향상시키기 위하여 ZrO_2, B4C, 스피넬 등의 무기강화제를 첨가하고 첨가량에 따른 열적특성(내침식성, 스폴링저항성)과 기계적특성(3점 꺾임강도, 압축강도을 확인하였다.

P1-G7-4 Characterization of Paper Sludge Ash for Cement Admixture

시멘트 혼합재용으로서의 제지슬러지 애시의 특성 평가

송태용*, 김세윤
경남대학교

우리나라에서는 연간 160만 톤 정도의 제지 슬러지가 발생되어 그의 약 20～30%가 재활용 되고 있으나 내년부터는 해양투기가 금지되면서 제지 슬러지는 재활용의 필요성이 매우 큰 산업부산물로 부상하게 되었다. 이에 따라 제지 슬러지의 소각과정에서 비산재 혹은 바닥재로서 발생하는 무기계 부산물인 제지 애쉬를 시멘트 혼합재로 활용하고자하는 연구도 시도되게 되었으나 아직은 구체적인 물성이나 활용상의 특성 및 부가가치가 높은 활용법이 확립되어 있지 않은 상태이다. 본 연구에서는 시멘트 혼합재로서의 재활용을 전제로 한 관점에서 제지 애시류의 일반적인 성상과 화학조성, 광물조성, 입자특성과 같은 물리화학적 성질 및 화학적 활성 등의 특성을 평가하여 이의 재활용 연구에 필요한 기초자료를 얻고자 하였다.

P1-G7-5 An Experimental Study on the Early Strength of Ternary Blended Cement Concrete

3성분계 혼합 시멘트 콘크리트의 초기강도에 관한 실험적 연구

양완희[1]*, 이정우[1], 황지순[1], 정석만[1], 이세현[2]
[1](주)인트켐
[2]한국건설기술연구원

시멘트산업은 많은 이산화탄소를 배출하는 산업으로 이산화탄소 저감을 위해 새로운 대처방안이 지속적으로 요구되고 있다. 이에 따라 이산화탄소의 발생량을 줄이고 부존자원에 대한 고갈문제를 해결하기 위해 산업부산물인 플라이애쉬와 고로슬래그를 콘크리트용 자원으로 재활용하고 있으나, 이러한 산업부산물을 다량 활용할 경우 초기강도 저하 현상으로 대체량을 증가하는데 한계가 있다. 이에 따라 본 연구는 보통포틀랜드 시멘트와 고로슬래그 미분말, 플라이애쉬를 혼합한 3성분계 혼합시멘트에 Alkali-Sulfate계 조강제를 사용하여 콘크리트(24 MPa급, 30MPa급)의 유동성 및 강도특성을 확인하고자 하였다. 그 결과 Alkali-Sulfate계 조강제를 사용한 혼합시멘트의 슬럼프와 공기량은 Plain과 유사하였고, 재령 3일 압축강도는 Plain보다 성능이 향상되었으며, 28일 압축강도는 Plain과 유사한 것으로 확인되었다.

P1-G7-6 Starting Powder and Inorganic Precursor for Preparing Ceramic Mold with High Mechanical Properties

출발 입자 및 무기 전구체 코팅공정을 통한 주형 몰드의 기계적 특성 향상

조근호*, 김은희, 정연길
창원대학교

본 연구에서는 사형 주조공정과 정밀 주조공정의 융합화를 위한 고온형 몰드 개발에 있어 몰드의 기계적 특성을 향상 시키기 위해 출발 입자와 무기 전구체의 조성 조합비가 파괴 강도에 미치는 영향을 고찰하였다. 출발 입자로 내열성 및 고온 강도를 향상시키기 위하여 실리카와 알루미나로 구성된 비드 (bead)와 실리카 조성의 인공사를 사용하였으며, 무기 전구체로 (inorganic precursor) 실리카 전구체인 tetraethyl orthosilicate (TEOS)와 산화나트륨 전구체인 sodium methoxide (NaOMe)를 각각 사용하였다. 출발 입자들은 무기 전구체 용액에 의해 균일한 코팅을 형성하게 되며, 열처리 시 유리질을 형성하여 결합력을 발현하게 된다. 몰드 시험편은 습식공정과 건식공정으로 제작하였다. 습식공정에서는 출발 입자와 유기 바인더 (polyvinly alcohol, PVA)로 성형한 시험편을 혼합 무기 전구체 용액에 침지하여 제작하였으며, 건식공정에서는 입자 표면을 무기 전구체 용액으로 코팅 한 후 PVA와 혼합하여 제작하였다. 시험편은 80°C에서 1시간 건조한 후, 1000°C에서 1시간 열처리 하여 유리질 형성을 유도하였다. 만능시험기(UTM)을 통해 파괴 강도를 측정한 결과, 유기 바인더 (PVA)의 분자량 제어를 통해 향상되는 것을 확인 할 수 있었으며, 최적 유기 바인더 함량은 공정에 상관없이 2.34 wt%임을 알 수 있었다. 건식공정은 습식공정에 비해 상대적으로 높은 유리화 효율을 나타내었으며, 비드를 사용한 시험편의 경우 인공사로 제작된 시험편 보다 높은 파괴 강도 값을 나타내었으며, 비드와 인공사를 혼합한 시험편의 경우도 비드 시험편과 유사한 특성을 나타내었다. 본 연구를 통해 출발물질의 형상, 유기 바인더의 첨가량, 무기 전구체의 분자구조 및 조성비를 최적화 시킬 수 있었다.

P1-G8-1 Crystallization behavior of Amorphous $LaAlO_3$ at an Interface with $SrTiO_3$ under Electron Beam Irradiation

전자빔 조사에 의한 비정질 $LaAlO_3$의 결정화 거동 관찰

이광엽[1]*, 김진연[2], 문선영[1], 백승협[3], 김도향[1], 장혜정[3]
[1]연세대학교
[2]서울대학교
[3]한국과학기술연구원

$LaAlO_3/SrTiO_3$ (LAO/STO) interface exhibits various unique physical properties such as superconductivity, magnetic effect and high electron mobility. Most of all electrical conductive interface, 2-dimensional electron gas (2DEG), between two insulating oxide has attracted many researchers' attention. More interestingly, the conductive interface forms even in the amorphous(a)-LAO/STO interface as well as the crystalline(c)-LAO/STO when it contains more oxygen vacancy. In this study, the effect of conductivity of the interface on the electron-beam induced crystallization of a-LAO was investigated. Positioned electron beam within a critical distance from the interface caused epitaxial crystallization of the a-LAO on the STO substrate and its kinetics depended on the conductivity of the a-LAO/STO interface. The origin of the crystallization was confirmed to be enhanced defect mobility and thus rearrangement of unstable bonds, not the temperature rise. All heterostructures were grown on TiO_2-terminated STO substrates by pulsed laser deposition (PLD) in an oxygen atmosphere. The observation of the crystallization behavior under electron-beam irradiation was performed in a Cs-corrected scanning transmission electron microscope (STEM, Titan S80-300; FEI) operated at 300 kV.

P1-G8-2 Enhanced Catalytic Behaver of Ni Alloy in Steam Methane Reforming

니켈 합금이 메탄 분해 반응에 미치는 촉매 효과

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 methan dissociation, which causes to deteriorate cell performance of SOFC. 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, CHO, CO on Ni(111) and Ni3M(111) (M = Rh or Ru) surface was traced by calculating adsorption and activation energies in each dissociation step. 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 and the reaction of CO gas generation while the activation energy of the dissociation of CH is not changed. For the partional density of state, the d-band center of alloying Ni by Ru is closer to the fermi level than the pure Ni. This indicates that Ru alloying into Ni is an effective way to enhance the dissociation of methane and reduce the carbon deposition.

P1-G8-3 Applicability of Special Quasi-random Structure Models in Thermodynamic Calculations using Semi-empirical Debyeegrüneisen Theory

Debye, special quasi-random structure를 이용한 열역학 계산

김지웅*, 강일모
한국지질자원연구원

In theoretical calculations, expressing the random distribution of atoms in a certain crystal structure is still challenging. The special quasi-random structure (SQS) model is effective for depicting such random distributions. The SQS model has not been applied to semi-empirical thermodynamic calculations; however, DebyeeGrüneisen theory (DGT), a semi-empirical method, was used here for that purpose. The model reliability was obtained by comparing supercell models of various sizes. The results for chemical bonds, pair correlation, and elastic properties demonstrated the reliability of the SQS models. Thermodynamic calculations using density functional perturbation theory (DFPT) and DGT assessed the applicability of the SQS models. DGT and DFPT led to similar variations of the mixing and formation energies. This study provides guidelines for theoretical assessments to obtain the reliable SQS models and to calculate the thermodynamic properties of numerous materials with a random atomic distribution.

P1-G8-4 Mixed-Ionic-Electronic Conduction in Methylammonium Lead Iodide ($CH_3NH_3PbI_3$) Perovskite Crystals

메틸암모늄납요오드화물 페로브스카이트 결정에서의 혼합이온전자전도

Dang Thanh*, 신의철, 이종숙
전남대학교

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 this work single crystals of hybrid perovskites were grown in solution at 60° for several days. Electrical characterization of hybrid perovskite crystal was carried out by impedance spectroscopy for the first time over a wide temperature and frequency range upon heating and cooling cycles. A discontinuity in the dielectric constant was observed at the temperature related to the phase transition from orthorhombic to tetragonal and two resistance contributions appear to change with temperature. With Ag electrode blocking ionic carriers the DC conductivity may represents represent the electronic conductivity. From the bulk and DC conductivity,ionic conductivity can be estimated. The results show that the ionic conductivity estimated as such exhibits a better Arrhenius behavior. The bulk conductivity shows a higher activation energy but the behavior becomes non-Arrhenius as the bulk conductivity curve merges with DC electronic conductivity curve. It is suggested that the behavior can be explained by the mixed-ionic-electronic conduction in MAPbI3. Understanding the electrical properties of the perovskite crystals will give insights into the high efficiency and poor stability of perovskite solar cells. Further characterization will be performed

P1-G8-5 Measured Polarization Hysteresis and Strains of Ferroelectric Ceramics at Various Electric Field Loading Rates

다양한 전계인가율에서 강유전 세라믹의 이력선도 계측과 변형률 거동 예측

지대원*, 김상주
서울시립대학교

A poled lead zirconate titanate (PZT) rectangular parallelepiped specimen was subjected to through-thickness electric fields at five loading rates. From the measured polarization hysteresis responses, the so-called reference remnant polarization and strains were calculated. Using the calculated reference remnant polarization hysteresis loops, the effects of loading rates were discussed; using the calculated reference remnant strains, strain butterfly loops were calculated and compared with observations.

P1-G8-6 Luminescent Characteristics of $M_2SiO_4:Eu^{2+}$ (M = Ca, Sr, Ba) Phosphor for White LEDs by a High Energy Ball Milling Method

고에너지 볼밀링를 이용한 백색 LED용 $M_2SiO_4:Eu^{2+}$ 형광체의 형광 특성 분석

이주현*, 홍우태, 장형일, 오주현, 양현경
부경대학교

The silicate system is a useful luminescent host material with a stable crystal structure and high thermal stability as such, many studies on phosphors with silicate as a host have been conducted and numerous practical applications have been developed. The Eu^{2+} ions show broad emission bands ranging from UV to red spectral region arising from interconfigurational $4f^65d^1$ – $4f^7$ allowed transition. This is strongly dependent on the crystal fields of the host lattices since 5d orbitals are more sensitive to the ligand field. Accordingly, the Eu^{2+} becomes a very useful activator in phosphors for applications in displays, lamps and luminescent paintings. In this study, we prepared Eu^{2+} doped M_2SiO_4 (M=Ca, Sr, Ba) phosphors. At first, $M_{2(1-x)}SiO_4:Eu^{2+}{}_x$ (x = 0.05) precursor powder was prepared by taking stoichiometric molar ratio. $M_2SiO_4:Eu^{2+}$ phosphor powders were synthesized by using the high energy ball milling method, and then the powder was annealed at 1200~1500°C. The crystal phase of phosphors characterized by X-ray powder diffraction (XRD) using a Philips X'pert/MPD diffraction system with Cu-Kα radiation (λ = 1.54056 Å). The PL and PLE spectra of the prepared phosphors were recorded on a PTI (Photo technology Interational) fluorimeter using a Xe-acr lamp with a power of 60 W and the lifetimes were measured with Xe-flash lamp (25 W).

P1-G9-1 Fabrication and Properties of High Strength Zirconia Ceramic Blades

고강도 내마모성 지르코니아 세라믹 블레이드의 제조

박승복*, 이은정, 황해진
인하대학교

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 화학적 및 열적으로 안정하기 때문에 블레이드(blade)로 사용 시 스테인리스스틸 소재에 비하여 사용 중 녹이 슬거나 날이 무뎌지지 않는 장점을 가지고 있다. 또한 지르코니아 세라믹 블레이드의 경우 금속 소재의 50배 이상의 절삭력을 가지고 있다고 알려져 있다. 본 연구에서는 POS(point of sales) 프린터용 영수증 커터(cutter)로 지르코니아 세라믹 블레이드를 적용하기 위하여 상용의 TZP 분말로부터 고인성 고강도 지르코니아 세라믹 블레이드를 제조하였다. 세라믹 압축성형과 소성 공정의 제어를 통하여 고강도의 지르코니아 세라믹 블레이드를 제조하고자 하였으며 다양한 공정조건에서 제조한 지르코니아 세라믹스의 꺾임강도, 파괴인성, 내구성 등을 평가하였다.

P1-G9-2 Phase Transformation and Surface Properties of Zirconia Ceramics by Hydroxyapatite Powder Bed Sintering

Hydroxyapatite 분위기 소결에 의한 지르코니아 상변화에 따른 표면 특성변화

정재훈[1]*, 최민근[1], 박준길[1], 임지호[1], 공영민[2], 정대용[1]
[1]인하대학교
[2]울산대학교

지르코니아는 세라믹 중에서도 우수한 경도를 가지며, 온도 변화에 따라 단사정, 정방정, 입방정으로 상변화를 보인다. 일반적으로 지르코니아 세라믹은 우수한 경도를 가지고 있으나 취성파괴에 약한 단점을 가지고 있다. 정방정상 지르코니아는 외부 충격에 의해 단사정으로 변화하며, 이때 외부 기계적인 에너지를 상변화 에너지로 변환시킴으로써 취성에 강한 특성을 나타낸다. 본 연구에서는 단사정상 지르코니아를 이용하여 벌크를 제조하고, 표면 취성 특성을 향상시키기 위하여 Hydroxyapatite를 이용하여 단사정상 지르코니아 벌크 표면을 정방정상으로 변화시켰다. 지르코니아 분말을 일축 가압하여 펠렛 형태로 제조하였으며, Hydroxyapatite 분말 분위기 하에서 1400°C에서 열처리 하여 상전이 현상과 표면 경도의 변화를 확인 하였다. 열처리 시간이 증가함에 따라 표면층의 상이 입방정으로 변화하는 것을 X선 회절 패턴 분석을 통해 확인할 수 있었다. 각 시편의 경도는 비커스 경도계를 이용해 측정하였으며, 열처리 시간이 증가할수록 경도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

P1-G9-3 The Effect of Particle Size Distribution on the Optical Properties of Cenosphere

세노스피어(cenosphere)의 입도 분포에 따른 광학적 특성 평가

이원준[1]*, 황해진[1], 김진호[2], 황광택[2], 한규성[2]
[1]인하대학교
[2]한국세라믹기술원

세노스피어(cenosphere)는 석탄 화력발전소에서 발생되는 플라이애시(fly ash)의 구성요소이며, 다양한 입도분포를 가지는 구상의 중공체(hollow sphere)로 절연성, 경량성, 방음성 등의 특징을 가진다. 이러한 장점들로 인하여 단열재, 다공성세라믹 소재, 단열 페인트, 경량 충진재, 다공성 유·무기 복합체 등에 적용되고 있다. 플라이애시(fly ash)는 석탄 화력발전소의 미분탄 연소 보일러에서 연소 후 전기집진장치에서 포집된 미립자로써 현재 산업부산물로 분류되며, 환경오염방지와 산업부산물의 재활용이라는 측면에서 플라이애시의 이용방안에 대한 관심이 고조되고 있다. 현재 세노스피어를 경량 혼화재로 이용되고 있으나, 적용한계로 인해 대부분 매립되거나 버려지고 있는 실정이다. 일반적으로 세노스피어는 비교적 어두운 명도로 인해 페인트 및 단열 외장재 등 백색도를 요구하는 제품에 적용하기에는 어려움이 있다. 화력발전소에서 석탄 연소 시 발생되는 미연소탄분과 내부에 고용되어 있는 산화철이 세노스피어의 발색에 영향을 미치는 것으로 보고된바 있다. 본 연구에서는 다양한 입도를 가지는 세노스피어를 이용하여 건식 분급 과정을 이용하여 입도를 분리하였고, 제어된 입자 크기에 따른 화학조성 및 미연소탄분이 광학적 특성에 미치는 영향을 확인하였다.

P1-G9-4 Formation of Surface Layer with High Hardness of Zirconia Ceramicsby Tricalcium Phosphate Powder Bed Sintering

Tricalcium Phosphate 분위기 소결을 통한 지르코니아 표면상 변화

정재훈[1]*, 임지호[1], 최민근[1], 정대용[1], 공영민[2]
[1]인하대학교
[2]울산대학교

지르코니아는 세라믹은 첨가제의 양에 따라 다양한 결정상이 나타나며, 기계적 특성 또한 다양하게 변한다. Yittria가 3 mol% 첨가된 지르코니아는 상온에서 정방정 상을 지니며, 취성파괴에 대한 저항성이 우수하여 그 쓰임새가 다양하다. 본 연구는 정방정 상 지르코니아 표면의 물리적 특성을 강화하는데 초점을 두었다. 인성이 우수한 3mol% yittria stabilized zirconia(3-YSZ)를 이용하여 펠렛 형태로 제작하였으며, TCP 분말로 덮은 후 1400°C에서 다양한 시간으로 열처리하여 표면 특성을 강화하였다. β-TCP는 1200°C에서 CaO로 열분해되며, CaO는 표면으로 확산해 상변화를 초래한다. 확산된 CaO의 영향을 받은 3-YSZ 결정립은 다른 입자들에 비해 더 큰 것을 주사전자현미경 사진을 통해 확인 할 수 있었다. 또한 CaO에 의해 지르코니아 세라믹 표면에 형성된 결정상의 변화를 X선 회절 패턴 분석을 통해 확인 할 수 있었다. 다양한 열처리 조건에 따른 표면의 경도 변화를 비커스 경도계(Hardness Testing Machine, HM-124) 데이터를 통해서 확인할 수 있었다.

P1-G9-5 Synthesis and Sintering Behavior of Cordierite P repared Using Natural Minerals

천연광물을 활용한 코디어라이트 합성 및 소결거동

정숙인*, 김남일, 이상진
국립목포대학교

Cordierite is an expected material for application to light-weight and high thermal resistant porcelain. However, the application has not been completed because of the difficult sinterability of cordierite. In this study, the synthesis and sintering behavior for the low expansion ceramic cordierite, made by using natural minerals, are examined. The precursor slurry was made by using the following mixture of materials: talc, alternative material for MgO and Al_2O_3, and clay, alternative material for SiO_2 and Al_2O_3, with a further addition of Al_2O_3. The green bodies were formed by slip-casting process and sintered at 1240°C, 1270°C and 1300°C, with a resulting main crystal phase of cordierite. The increase of heating temperature did not have any significant influence over the crystal phase. The porosity of the samples tended to be inversely proportionate with the increase in heat treatment temperature. All samples sintered at 1300°C showed low thermal expansion coefficient of 2.7×10^{-6}/°C with a high relative density of above 95%.

P1-G9-6 Characterization and Mechanical properties of Decomposition by Oxidation of the Ceramic Precursor

산화반응에 의한 세라믹 전구체의 분해 및 기계적 특성평가

김보랑[1]*, 양성구[1], 이주성[2], 채지훈[3], 강종봉[1]
[1]경남대학교
[2](주)쎄노텍
[3]경북하이브리드부품연구원

세라믹 분말 제조방법에는 고상반응법, 액상반응법, 기상반응법으로 나뉘어진다. 고상반응법에 의하여 제조된 분말은 순도가 낮고 조성이 불균일하며 입자형상이 불규칙적이고 입도분포가 넓은 문제점을 가지고 있다. 이를 해결하기 위하여 액상반응법과 기상반응법으로 제조된 분말은 입자의 형상 및 크기제어는 용이하지만 그중 기상반응법은 액상반응법에 비하여 원가가 높고 대량생산이 불가능하기 때문에 현재 널리 응용되지 못하고 있다. 액상반응법은 고상반응법에 비하여 입자크기도 작으며, 좁은 분포도를 나타내며 물리·화학적 물성을 향상시킨다. 특히, 금속염, 옥시염화물과 금속수화물 등의 원료용액으로부터 공침법, 가수분해법, 중화반응 등의 침전 또는 겔화 공정에 의하여 전구체를 제조할 수 있다. 본 연구에서는 세리아 전구체($Ce_2(CO_3)_3$)와 지르코니아 전구체($ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$)를 출발원료로 사용하여 산화반응 조건변화에 따른 입자변화가 16Ce-TZP세라믹스의 기계적 특성에 미치는 영향에 대하여 관찰하였다.

P1-G9-7 Synthesis of Spherical SiO_2 Powders by Ultrasonic Pyrolysis Process

초음파 분무열분해 방법을 이용한 구형 SiO_2 분말 합성

이지현[1]*, 한규성[2], 황해진[1], 김진호[2], 황광택[2]
[1]인하대학교
[2]한국세라믹기술원

In this study, we present the synthesized of spherical typed-silicon oxide (SiO_2) powders by a single-step ultrasonic pyrolysis (UPS) from aqueous silica precursor solution without any organic additives or post annealing process. The effects of different solution surface tension on particle size were investigated. Scanning electron microscopy (SEM) and particle size analyzer (PSA) confirmed that the particle size and shape of UPS-SiO_2 powders are 2.00 um (D50) and spheres with extremely smooth surface appearance. Also, the size distribution of spherical SiO_2 powders has found very low polydispersity.

P1-G9-8 Characterization of AlN Thick Films Deposited by Aerosol Deposition Method on Graphite Substrate

에어로졸 증착법에 의해 그라파이트 기판에 증착된 AlN 후막의 특성

정준기*, 김성진, 박상엽
강릉원주대학교

The AlN thick films on the graphite were deposited by using the Aerosol Deposition (AD). The AD method is based on impact-loading solidification due to the impact of ultrafine ceramic particles with surface. No additional heating for solidification of ceramic powder was required. We have researched on the AlN thick films deposited under optimal conditions for the application of heat sinking plane. Submicron AlN particles are accelerated by N_2 gas flow in the nozzle up to velocity of 200 ~ 400 m/s, and then impacted on substrate, to form a dense, uniform and hard ceramic coating at room temperature. The results of fabrications, microstructure and thermal conductivity of AlN deposited on graphite are presented.

P1-G9-9 Corrosion Behavior of h-BN/ceramic Composite by Basic Slag

염기성 slag에 의한 h-BN/ceramic 복합체의 침식 거동 연구

소성민[1]*, 박주석[1], 김경훈[1], 도환수[1], 김경자[1], 안종필[1], 김형순[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]인하대학교

Hexagonal boron nitride (h-BN)는 graphite와 유사한 결정 구조를 가지는 소재로 내열성 및 열충격 저항성이 우수하며 화학적으로 안정한 특성을 가지고 있다. 이러한 특성으로 인해 h-BN은 철강 및 비철금속 산업에서 내화물로 사용되고 있다. 특히 h-BN/ceramic 복합체는 slag에 대한 내침식성과 spalling 저항성이 우수하여 철강의 연속주조용 내화물에 응용되고 있으며, Graphite 계열의 특수 내화물을 보완하거나 대체할 수 있는 소재이다. 하지만 BN 복합체의 slag에 의한 침식 특성 및 거동에 대한 연구는 미미한 상황이어서 이에 대한 연구가 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 철강제조 공정에서 사용하는 염기성 slag 조건에서 h-BN/ceramic 복합체의 침식 거동을 연구하였다. 실험은 고온에서 기계적 화학적으로 안정한 산화물 및 비산화물 소재에 BN을 0~20 wt% 첨가한 복합체를 제조한 후 철강제조 공정과 유사한 1600°C 온도에서 slag와 반응시켜 진행 하였으며, FE-SEM/EDS를 이용하여 복합체의 침식거동을 연구하였다.

P1-SA3-1 Highly photoluminescent InP Colloidal Quantum Dots Obtained by Electrostatic Stabilization.

정전기적인 안정화를 통한 높은 InP 양자점 발광효율

Anush Mnoyan[1]*, Artavazd Kirakosyana[1], 김현기[1], 송태영[1], 장호성[2], 전덕영[1]
[1]KAIST
[2]한국과학기술연구원

For the first time electrostatically stabilized InP quantum dots (QDs) are demonstrated to show high luminescence efficiency of 16 % without long alkyl chain coordinating ligands on its surface. Such state of QDs is achieved by UV-etching them in the presence of fluoric and sulfuric acids. Here, fluoric acid plays a critical role in relieving the acidity of solution to prevent a destruction of the QDs, and in selectively etching of non-radiative sites during the ligand-exchange process. After removing of alkyl ligands by H_2SO_4 and HF etching process, InP QDs become electrostatically stabilized by SO_4^{2-} ions with some DMF ligands. In addition, surface phosphorous dangling bonds are removed, resulting in enhancement of luminescence efficiency.

P1-SA3-2 Photoluminescence Enhancement of $ZnS:Mn^{2+}$ Nanoparticles by Silica Coating

Silica 코팅에 의한 $ZnS:Mn^{2+}$나노입자의 광 특성 향상

박인용*
한밭대학교

습식 화학적 합성법을 이용하여 나노미터 크기의 $ZnS:Mn^{2+}$ 형광체를 제조하여 여러가지 물성을 측정하였다. 형광체 분말의 합성법 및 첨가제의 방법을 달리하여 제조하였고, TEOS (teraethyl orthosilicate) 용액을 사용하여 sol-gel법으로 형광체 분말을 silica로 코팅하여 합성법에 따른 효과를 비교·검토하였다. 얻어진 분말들은 XRD, SEM, PL, PLE 등으로 분석하였다. capping agent 또는 무기입자의 분산제로도 사용되고 있는 PVP로 입자표면에 흡착시킴으로써 PL 발광강도에 미치는 영향을 조사하였고, citric acid의 첨가효과도 함께 비교하였다. 표면코팅을 위해서는 TEOS를 부분가수분해법을 이용하여 나노입자 표면에 균일하게 코팅하여 PL 발광강도를 향상시키고자 하였다. 첨가제를 사용한 경우가 발광특성의 향상을 나타내었고, silica 코팅이 PL 특성의 현저한 향상을 나타내어 이들이 발광특성에 미치는 영향을 확인할 수 있었다.

P1-SA3-3 Study on Improvement of Light Extraction from Green CdSe@ZnS/ZnS Quantum Dot Light-emitting Diode using Microlens Films

microlens 필름을 이용한 CdSe@ZnS/ZnS 양자점 발광다이오드로부터의 빛 추출에 관한 연구

최단비[1]*, 오지혜[1], 이기헌[2], 양희선[2], 도영락[1]
[1]국민대학교
[2]홍익대학교

This study introduce green emitting quantum dot light-emitting didoes (QLEDs) using gradient-thick shelling CdSe@ZnS/ZnS quantum dots (QDs). The green emitting CdSe@ZnS/ZnS QDs show narrow full-width at half-maximum (FWHM) of 21 nm and high quantum yield (76%) with dominant wavelength of 522 nm. To enhance the efficiency and viewing angle of the green QLEDs, we compare green QLEDs with and without hemi-spherical 2-dimentional (2D) arrayed microlens. The microlens-attached QLEDs reached a current efficiency (CE), external quantum efficiency (EQE), and luminescence values show 31.3 cd/A, 7.9%, and 99, 350 cd/m^2, respectively. The results (CE, EQE, and luminescence) show 1.47, 1.41, and 1.57 times higher than those of the QLEDs without microlens, respectively. Also, the viewing angle area of the microlens-attached QLEDs shows broader than that of the QLEDs without microlens due to diffracted effect and different geometrical optics of the microlens. We characterized the QDs with a Xe lamp equipped photoluminescent (PL) spectrometer (Darsa, PSI TRADINGS Co., Ltd.) and UV-visible spectrometer (S-3100, Sinco Co., Ltd.). The optical properties of the green QLEDs were measured with a spectroradiometer (CS-2000, Konica-Minolta) and a spectrophotometer (Darsapro-5000, PSI TRADING Co., Ltd.) in an integrated sphere.

P1-SA3-4 Realization of wide color gamut LCD backlight white LED using freestanding red/green bilayered phosphor film and an InGaN blue LED.

적색/녹색 형광체 이중층 필름과 InGaN 청색 발광다이오드를 이용한 넓은 색 영역의 LCD 백라이트 백색 발광다이오드의 구현에 대한 연구.

고민지*, 오지혜, 강희준, 윤희창, 유희연, 도영락
국민대학교

In this study, we synthesized narrow-band emitting red $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ (KSF) and green $SrGa_2S_4:Eu^{2+}$ (SGS) phosphors and fabricated red and green free standing phosphor films for wide color gamut liquid crystal display (LCD) backlight system. The flexible free standing phosphor films were fabricated by coating silicon binder and phosphor mixture on water-soluble polymer coated glass substrate. After then, the phosphor films were delaminated with water by dissolving the water-soluble polymer interlayer. The free standing red/green bilayered phosphor film was simply put on the InGaN blue LED to realize white LED. The white LED using free standing red/green bilayered phosphor film and InGaN blue LED shows the luminous efficacy of 105 lm/W (at 60 mA) and the red, green and blue color filtered color gamut of 86.4% relative to the NTSC color space in the CIE 1931 standard system with 8, 330 K correlated color temperature.

P1-SA3-5 Synthesis of the nEw Melilite Structured Solid-solution Blue Phosphor for UV LED

Solid-solution을이용한신규 melilite 구조의 UV LED용 blue 형광체합성

김하준*, 김윤화, 임원빈
전남대학교

LED 조명은 에너지절감과 친환경적인 소재로 각광받고 있으며, 자연광과 유사한 스펙트럼을 구현하기 위하여 꾸준하게 연구되어 왔다. 그중 UV LED 기반백색 LED는 350 nm이후부터 700 nm까지 넓은 범위스펙트럼을 구현할 수 있고, 높은 색연색지수를 구현할 수 있다는 장점이 있어, 많은 연구개발이 되고있다. 이러한 장점을 가진 백색LED를 제작하기 위해서는 near-UV에서 넓은 여기파장을 가지는 청색형광체 개발이 필요하다. 따라서, 본연구에서는 solid-solution을 이용하여 파장조절이 용이한 melilite구조의 청색형광체를 합성하여 개발하였다. 합성된 신규청색형광체는 200 nm에서 400 nm까지 넓은 영역의 흡수가 일어나고, 420 nm에서 최대흡수치가 나타났다. 또한, 470 nm에서 505 nm까지의 넓은영역의 발광파장을 보였다. 최적화된 형광체는 X-ray diffraction과 Rietveld refinement를 이용한 구조적 특성분석을 하였으며, Photoluminescence, thermal quenching, decay time과quantum efficiency를 이용하여광학적특성분석을하였다. 최종적으로최적화된청색형광체와상용녹색과적색형광체와함께백색LED를제작하여개발된형광체의상용가능성을확인하였다.

P1-SA3-6 Tunable Emission of $Ca_4F_2Si_2O_7$:Ce^{3+} Phosphor for white LED Lighting

백색 LED 조명을 위한 Ce^{3+}가 도핑된 $Ca_4F_2Si_2O_7$ 형광체의 tunable emission

PAULRAJ*, 임원빈
전남대학교

$Ca_4F_2Si_2O_7$:Ce^{3+}, a single-phase multicolor emitting phosphor, were designed for solid-state lighting applications. $Ca_4F_2Si_2O_7$:Ce^{3+} exhibit narrow blue emission with emission maxima of 420 nm at λ_{exe} = 315 nm, while the emission shifts to broad white emission with a shift in emission maxima to 475 nm when excited at 370 nm. A change in the excitation band were also observed under λ_{emi} = 475 nm which extends to visible region.This wavelength dependent emission/excitation is a clear feature of the presence of multiple emission sites in the $Ca_4F_2Si_2O_7$ host. Tunable emission bands originated from Ce^{3+} ions occupying four different crystallographic calcium sites in the $Ca_4F_2Si_2O_7$ host. The fabricated white LED under InGaN LED chip (λ_{max} = 370 nm) exhibited higher CRI of 97 without the inclusion of other additive phosphors and CIE coordinates with (0.29, 0.35) closely resembling an ideal white LED and looks promising for white LED lighting applications.

P1-SA3-8 Optical Properties of Multi-phosphor Layer Color Conversion Lens for Warm White LED

따뜻한 백색 LED용 복층 형광체 색 변환 렌즈의 광 특성

김병호*, 이미재, 황종희, 임태영, 김진호, 전대우
한국세라믹기술원

Recently, white LED chips, especially, warm white LED chips have been intensively investigated due to their outstanding optical properties, long life durability and low power consumption. Most warm white LED chips are a combination of blue light LED and green/red phosphor. In this study, we fabricated high quality color conversion lens with green phosphor (LUAG, $Lu_3Al_5O_{12}$:Ce^{3+}), red phosphor (SCASN, (Sr, Ca)$AlSiN_3$:Eu^{2+}) and thermally stable glass frit. We regulated coating sequence of phosphors, contents of components and their heat treatment temperature. Particularly, different coating sequence results in different optical properties owing to the overlapped absorption and luminescence spectra. We evaluated correlated color temperature (CCT), color rendering index (CRI) and luminescence efficacy of the resultant color conversion lens.

P1-SA3-9 $Lu_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ Solid-solution Phosphors for Cost Reduction and Their Enhanced Efficiency

원가 절감을 위한 solid-solution $Lu_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ 형광체 합성 및 광특성 개선

김윤화*, 임원빈, 김보영
전남대학교

청색 LED와 황색 형광체를 혼합하는 방식을 기본으로 백색 LED 구현을 위해 사용되는 황색 $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$형광체는 원천특허의 문제로 yttrium 자리를 lutetium으로 치환한 황색 $Lu_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$(LuAG:Ce^{3+}) 형광체가 대체되어 사용되고 있다. LuAG:Ce^{3+}형광체는 cerium 양을 조절하여 녹색부터 황색까지 파장 조절이 가능하다는 장점이 있지만 lutetium과 cerium의 높은 단가 문제로 백색 LED 원가 상승에 영향을 미친다는 단점이 있다. 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위하여 solid-solution을 이용하여 lutetium 양을 줄이면서 파장 조절이 용이한 형광체를 연구 개발하였다. 또한 최적화된 고용체 형광체 조성에 이온 사이즈 변화를 통한 구조적 변화를 주어 기존 상용 LuAG:Ce^{3+}형광체보다 더 높은 광학적 특성을 갖는 형광체를 개발하였다. X-ray diffraction을 이용한 Rietveld refinement 분석을 하여 구조적 특성을 분석하였으며, photoluminescence, decay time, thermal quenching 그리고 quantum yield 측정을 통하여 광학적 특성을 분석하였다. 최종적으로 최적화된 형광체와 상용 (Sr, Ca)$AlSiN_3:Eu^{2+}$형광체와 함께 청색 LED에 적용하여 개발된 형광체의 상용 가능성을 확인하였다.

P1-SA3-10 Blue Upconversion Emitting Fluoride Nanophosphos

상향변환 청색 발광 불화물계 나노형광체

홍아라[1]*, 이광렬[2], 장호성[1]
[1]한국과학기술연구원
[2]고려대학교

란탄족이 도핑된 상향변환 나노형광체는 multi-photon process를 통하여 저 에너지 근적외선 대역의 빛을 흡수하여 고 에너지 가시광선 및 자외선 빛으로 발산 할 수 있다. 상향변환 나노형광체는 높은 광안정성, 긴 수명 수명 시간 그리고 비독성 등의 독특한 특성을 가지고 있다. 최근 100 nm 이하의 크기를 가지는 나노형광체를 성공적으로 합성하면서 투명디스플레이, 광촉매 그리고 바이오 이미징 등에 적용하는 연구가 보고되고 있다. 특히, 강한 발광 특성을 가지며 10 nm 이하의 크기를 가지는 상향변환 나노형광체는 바이오 어플리케이션에 적용하기에 매우 적합하다. 본 연구에서는 균일한 크기와 모양을 가지는 청색 발광 불화물계 상향변환 나노형광체를 합성하고, 20 nm 이하의 크기를 나타내도록 합성 조건을 최적화 하였다. 또한 합성된 상향변환 나노형광체의 결정구조, 크기와 모양 및 광 특성을 조사하기 위해서 XRD, TEM. PL 분석을 수행하였다.

P1-SA3-11 Photoluminescence Properties and Energy Transfer in Color-Tunable Garnet Phosphor for High Quality LED Lighting

Garnet 구조의 새로운 color-tunable 형광체와 근자외선 LED를 이용한 고품질 백색 LED 구현

김보영*, 김윤화, 임원빈
전남대학교

고효율, 저전력의 장점을 가진 LED는 현재 기존의 조명을 대체하기 위해서 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 최근에는 고연색지수를 갖는 백색 조명을 위하여, 녹색에서 적색까지 발광이 가능한 근자외선 LED용 형광체가 요구되고 있다.따라서 본 연구는 activator로 사용된 Ce^{3+}, Tb^{3+}, Pr^{3+}사이의 energy transfer를 이용하여 녹색에서 적색까지 전환가능하며, 반치폭이 좁은 것을 특징으로 하는 새로운 garnet 구조의 형광체를 개발하였다. 최적화된 형광체의 synchrotron X-ray diffraction을 이용한 Rietveld refinement 분석을 하여 구조적 특성을 분석하였으며, photoluminescence, quantum yield 그리고 thermal quenching을 통하여 광학적 특성을 분석하였다. 그리고 fluorescence lifetime과 electric multipolar interaction을 통해Energy transfer를 확인하였다. 최종적으로 최적화된 형광체를 백색LED로 제작하여 상용 가능성을 확인하였다.

P1-SA3-12 Photoluminescence Characteristics of $Lu_{2.94-w}Al_5O_{12}$:0.06Ce^{3+}, wPr^{3+} Phosphors Prepared by Sol-gel Process

졸겔법을 이용하여 제조한 $Lu_{2.94-w}Al_5O_{12}$:0.06Ce^{3+}, wPr^{3+}형광체의 발광 특성

김현민*, D. A. Hakeem, 차재성, 박경순
세종대학교

졸겔법을 이용하여 $Lu_{2.94-w}Al_5O_{12}$:0.06Ce^{3+}, wPr^{3+}형광체 분말을 합성한 후, 합성한 분말을 1400 °C에서 4시간 동안 소둔하여 $Lu_{2.94-w}Al_5O_{12}$:0.06Ce^{3+}, wPr^{3+}형광체 분말을 제조하였다. 제조한 $Lu_{2.94-w}Al_5O_{12}$:0.06Ce^{3+}, wPr^{3+}형광체의 결정 구조, 미세 구조, 및 발광 특성은 XRD, FE-SEM, 및 PL을 이용하여 각각 분석하였다. 모든 $Lu_{2.94-w}Al_5O_{12}$:0.06Ce^{3+}, wPr^{3+}형광체는 입방정계 결정구조를 갖는 단일상으로 존재하였다. $Lu_{2.94-w}Al_5O_{12}$:0.06Ce^{3+}, wPr^{3+}형광체 분말의 크기는 Pr^{3+}이온의 첨가량에 영향을 받지 않았다. 515 nm 파장에서 얻은 $Lu_{2.94-w}Al_5O_{12}$:0.06Ce^{3+}, wPr^{3+}형광체의 여기는 Ce^{3+}이온의 흡수 전이에 의해 일어났으며, Pr^{3+}이온의 첨가량이 증가할수록 여기 강도는 감소하였다. 또한 450 nm 파장에서 얻은 $Lu_{2.94-w}Al_5O_{12}$:0.06Ce^{3+}, wPr^{3+}형광체의 발광 스펙트럼은, Ce^{3+}이온에 의한 황녹색(515 nm) 발광과 Pr^{3+}이온에 의한 적색(610 및 637 nm) 발광으로 구성되어 있었다.

P1-SA3-13 Combinatorial Screening of Eu^{2+} and Ce^{3+}-doped Ae-sc-si-o-n (Ae= Mg, Ca, Sr, Ba) System And Discovery of A Novel Phosphor For Pc-wled

Eu^{2+}와 Ce^{3+} 도핑된 AE-Sc-Si-O-N (AE= Mg, Ca, Sr, Ba)계 조합에서 찾은 pc-WLED 새로운 형광체 발견

김현민*, Satendra Pal Singh, 김민석, 손기선
세종대학교

There has been increasing demand for the novel phosphors which can substitute YAG phosphors utilized in phosphor converted white light emitting diodes (pc-WLED). In recent years scandium based rare earth doped silicates has been found to be a potential candidate for pc-WLED due to their favorable luminescent properties and a weak thermal quenching of luminescence.$Ca_3Sc_2Si_3O_{12}$:Ce^{3+} phosphor , for example, having strong emission of green light under blue light when incorporated with blue LED chips along with $CaAlSiN_3$:Eu^{2+} red phosphor have an excellent CRI value of 92 which was much higher than the YAG phosphor (CRI < 80). The Sc-based silicates phosphors, however, are very less investigated. In the present study a solid state combinatorial chemistry approach has been adopted for the synthesis and search of a novel phosphor in Eu^{2+} and Ce^{3+}-doped compositions comprising of AE-Sc-Si-O-N (AE= Mg, Ca, Sr, Ba) for the application in pc-WLEDs. The discovered phosphor was novel in the sense that no study has been carried out on such system and the XRD pattern do not matches with any of the available crystallographic information data base. Ce^{3+} doped Mg-Sc-Si-O-N phosphor was found to shows an acceptable blue color for direct observation under UV lamp while Eu^{2+} doped Mg-Sc-Si-O-N phosphor show negligibly small emission. Photoluminescence study carried out an excitation of 360 nm for Ce^{3+}-doping samples shows a peak in the emission curve around 468nm which lie in the blue region of the electromagnetic spectrum.

P1-SA3-14 The Composite Structure and Two-peak-emission Behavior of $Ca_{1.5}Ba_{0.5}Si_5O_3N_6$:$Eu^{2+}$phosphor

$Ca_{1.5}Ba_{0.5}Si_5O_3N_6$:$Eu^{2+}$ 형광체의 복합 구조와 발광

김민석*, 김현민, 손기선
세종대학교

$Ca_{1.5}Ba_{0.5}Si_5O_3N_6$:$Eu^{2+}$ phosphor with a monoclinic lattice in the *C*m space group has been recently discovered and found to exhibit a composite structure of $CaSi_2O_2N_2$-like structure and $BaSi_6N_8$-like structure. The luminescent property of the $Ca_{1.5}Ba_{0.5}Si_5O_3N_6$:$Eu^{2+}$phosphor could be suitable for light emitting diode (LED) applications since it exhibited a promising yellow(or amber) emission peaking around 570 ~ 590 nm at 450 ~ 460 nm excitations. The present investigation dealt with the two-peak emission behavior at higher energy excitations below 400 nm, one peak is located in the blue color range and the other in the yellow color range. It is crucial to activate the yellow emission and deactivate the blue emission to realize a useful yellow phosphor for use in LEDs. To achieve this, the two peak emission of the $Ca_{1.5}Ba_{0.5}Si_5O_3N_6$:$Eu^{2+}$phosphor, which originates from the two different activator sites in the composite host structure, was examined in terms of continuous wave (CW) and time resolved (TR) photoluminescence along with precise structural and compositional analyses. In addition, the energy transfer between the two activator sites was examined in detail.

P1-SA3-15 Up-conversion Luminescence Properties of Hexagonal $NaLnF_4$ (Ln=Yb, Y, Tm)

서효진*, Dang Thi Hang, Han Cheng, Cuili Chen, Vu Thi Quynh, Jing Wang, Peiqing Cai, Lin Qin
부경대학교

Seven samples of fluoride compound $NaY_{1-x}Yb_xF_4$which had different content of Yb (x=0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1, respectively) and doped a constant amount of Tm^{3+} at 0.5 percent for each of them were successfully prepared by a facile hydrothermal method at 220°C in 20 hours. These samples then were analyzed through XRD, SEM and luminescence properties. While the XRD results indicate the phase transformation, SEM measurement was proposed to verify the existence of morphology's changes from $NaYF_4$ to $NaYbF_4$. Under 980nm excitation, upconversion emission phenomenon of Yb^{3+} and Tm^{3+} with different Yb^{3+}concentrations was investigated in details. At the end of this study, we present a relationship between excited power energy of source laser and luminescence intensity.

P1-SA3-16 Photoluminescence Properties of Eu^{3+}-Doped $Gd_{10}V_2O_{20}$ Vanadates

서효진*, Han Cheng, Cuili Chen, Dang Thi Hang, Vu Thi Quynh, Jing Wang, Peiqing Cai, Lin Qin
부경대학교

Undoped and Eu^{3+}-doped $Gd_{10(1-x)}Eu_xV_2O_{20}$ with various Eu^{3+} concentrations of x = 0, 0.0001, 0.01, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, and 1.0 were synthesized via the sol-gel reaction. The formation of a single phase compound was verified through the X-ray diffraction studies. The photoluminescence (PL) and PL excitation (PLE) spectra, PL decay curves were investigated. Here, $Gd_{10}V_2O_{20}$ was selected as a host to accommodate luminescence centers of Eu^{3+} mainly due to the optical center of distorted VO_4 tetrahedron which will strongly enhanced the emission of Eu^{3+} via an energy transfers from the VO_4^{3-} to Eu^{3+}. This inefficient energy transfer will be further understood by the emission spectra and decay curves. Meanwhile, the intensities of Eu^{3+} emissions was increased when the Eu^{3+} concentration was increased from x = 0 to x = 0.3 and then decreased above x = 0.3 due to concentration quenching. These results indicate a promising approach for finding new vanadate phosphor materials that exhibit intense lunminescence.

P1-SA3-17 Morphology Control and Up-conversion Luminescence Properties of Y_2WO_6: Yb/Er Phosphors with Different Yb/Er Ratios

서효진*, Cuili Chen, Han Cheng, Dang Thi Hang, Vu Thi Quynh, Jing Wang, Peiqing Cai, Lin Qin
부경대학교

Different Yb^{3+}/Er^{3+} ratios co-doped Y_2WO_6 up-conversion phosphors were synthesized via hydrothermal method, After which the materials were heat-treated at the temperature of 650°Cand 1200°C. Effect of heat-treatment schedules, pH value, and surfactant SDBS (sodium dodecyl benzene sulfonate) on crystallization behavior and microstructure were analyzed by X-Ray diffraction (XRD), scan electron microscopy (SEM) and transmission electron microscope (TEM). The up-conversion emission characteristics of different Yb^{3+}/Er^{3+} ratios co-doped Y_2WO_6 were investigated under 980 nm NIR laser excitation. As a result, Y_2WO_6: Yb/Er nanophosphors were obtained at 200°C for 24 h in the near-neutral environment with the influence of morphology modification reagent SDBS. The precursor particle presented microspheres with diameter of 1.0 μm. Furthermore we further reported the relationship between morphology and luminescent performance.

P1-SA3-18 Efficient Energy Transfer and Bright Red Luminescence in Eu^{3+}-doped $LaNbV_2O_9$

서효진*, Lin Qin, Peiqing Cai, Cuili Chen, Han Cheng, Dang Thi Hang, Vu Thi Quynh, Jing Wang
부경대학교

In general, the red-emitting materials can be obtained by 4*f*–4*f* transition of Eu^{3+} ions doped in a host material assigned to the $^5D_0 \rightarrow {}^7F_J$ (J = 0, 1, 2, 3, 4) transitions. $LaNbV_2O_9$:Eu^{3+} phosphor was selected as a host to accommodate luminescence centers of Eu^{3+} due to two advantages: the emission of Eu^{3+} will be enhanced via an energy transfers from the excited NbO_6^{7-} and VO_4^{3-} to Eu^{3+}. The mechanism of this energy transfer is well-known as the subject of some investigations. Also, high doping concentrations of Eu^{3+} could be achieved in this host. In this work, Eu^{3+}-doped $LaNbV_2O_9$were prepared by solid state method and investigated by XRD, SEM and photoluminescence measurements. It can be seen clearly that the excitation spectrum consists of a broad intense band from 200 to 350 nm due to NbO_6^{7-} and VO_4^{3-} ions, fitting well with the UV or near-UV night excited W-LED. However, no emission from the NbO_6^{7-} and VO_4^{3-} group is observed with the excitation of 312 nm, suggesting that the energy transfer from NbO_6^{7-} and VO_4^{3-} to Eu^{3+} is quite efficient. Meanwhile, the efficient excitation energy transfer from NbO_6^{7-} and VO_4^{3-} to Eu^{3+} will be verified by the luminescence decay curves and lifetimes of the Eu^{3+} in the host.

P1-SA3-19 Combustion Synthesis and Photoluminescence Properties of a Novel Eu^{3+}Doped $Sr_3La_2(BO_3)_4$ Phosphors

서효진*, Peiqing Cai, Lin Qin, Cuili Chen, Han Cheng, Dang Thi Hang, Vu Thi Quynh, Jing Wang
부경대학교

Eu^{3+} doped $Sr_3La_{2(1-x)}(BO_3)_4$ phosphors have been synthesized by a one-step combustion method with calcinations treatment in air for the first time, The XRD analysis confirmed the formation of the solid solution between $Sr_3La_2(BO_3)_4$ and $Sr_3Eu_2(BO_3)_4$. The photoluminescence excitation and emission spectra and decay property were investigated. The phosphors can be efficiently excited by the near UV light and exhibit a red luminescence. The photoluminescence spectra showed that the samples had intense and prevailing red emission at 612 nm belonging to the $^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ electric dipole transition. The Eu concentration plays a significantly affect to the luminescence properties. In addition, the thermal stability of phosphor was also investigated, the results showed the emission intensity of Eu^{3+}-activated phosphors decreased with increased temperature and the emission wavelengths showed no shift with increased temperature.

P1-SA3-20 Preparation and Photoluminescent Properties of Ca_2PO_4Cl Activated by Divalent Europium

Ca_2PO_4Cl:Eu^{2+}계 청색 형광체의 제조 및 광특성

박인용*
한밭대학교

Divalent europium-activated Ca_2PO_4Cl phosphor powders were prepared by a chemical synthetic method followed by heat treatment in reduced atmosphere for the first time, and the crystal structures, morphologies and photoluminescence properties of the powders were investigated by x-ray powder diffraction, scanning electron microscope and spectrometer. The effect of Ca/P mole ratio at the starting materials on the final products was evaluated. Optical properties of the prepared Ca_2PO_4Cl:Eu^{2+} powders were compared with that of commercially available blue phosphor powder, (Ca, Ba, Sr)10$(PO_4)_6Cl_2$:Eu^{2+}. The optimized synthesis condition obtained in this study was Ca/P mole ratio of 2.0. The peak wavelength was blue-shifted with an increase in Ca/P mole ratio at around 450 nm. The present phosphor materials had higher photoluminescence intensity and better color purity than the commercial blue phosphor powders. The result of excitation spectrum measurement indicated that the excitation efficiency of the synthesized powders was higher for the long-wavelength UV region than that of the commercial phosphor. It was thus concluded that the samples prepared in this study can be successfully applied for the light-emitting devices such as LED excited with long-wavelength UV light sources.

P1-SA3-21 Stability Improvement of Cu-in-s Quantum Dots Enabled by the Formation of Al_2O_3 Overlayer

Al_2O_3 overlayer 형성을 통한 Cu-In-S 양자점의 안정성 향상

김종훈*, 이기헌, 조정호, 한창열, 양희선
홍익대학교

Most of fluorescent semiconductor quantum dots (QDs) suffer from the photo-induced surface oxidation and consequent fluorescence deterioration. To address this issue, I-III-VI type Cu-In-S (CIS) QDs are subjected to the consecutive double shelling procedure for the first ZnS intermediate shell and the second Al-incorporated ZnS outer shell. To verify the efficacy of the outer shell on QD stability, two comparative QDs of single-shelled CIS/ZnS *versus* double-shelled CIS/ZnS/ZnS:Al are tested under the degradable conditions of UV-irradiation and heating. As a result, CIS/ZnS/ZnS:Al QDs are found to be much superior in fluorescence stability to CIS/ZnS ones. This can be attributed partially to the presence of thicker shell in CIS/ZnS/ZnS:Al and primarily to the self-passivation based on the oxidation of Al species inside outer ZnS to Al_2O_3 phase.

P1-SA3-22 Fabrication of White Light-emitting Device Based on Highly Efficient, Broadband-fluorescent Single Cu-Ga-S Quantum Dot

고효율 광폭 발광의 단일 Cu-Ga-S 양자점 기반 백색 발광 다이오드 소자 제작

조대연*, 김종훈, 장은표, 양희선
홍익대학교

Unprecedented synthesis of highly efficient, white-emitting I-III-VI type Cu-Ga-S (CGS) quantum dots (QDs) is reported. These QDs possess not only a sufficient wide spectral coverage of blue-to-red but an excellent photoluminescent (PL) quantum yield as high as 75%. Such a white PL supposedly originates from the spectral balance from two defect state-related radiative carrier recombinations. For an effort to fabricate white lighting device, CGS QDs are integrated as color-converters with a near-UV light-emitting diode (LED). The resulting QD-LED successfully generates white emission with the figure of merits of color rendering index of 82-84, correlated color temperature of 5527-5919K, and luminous efficacies of 11-21 lm/W, depending on a forward currents of 10-100 mA.

P1-SA3-23 Optimizing Chromaticity of Phosphor-in-Glass by Considering Phosphor Characteristics

형광체 특성을 고려한 Phosphor-in-Glass의 색도 최적화

김선일*, 이호용, 김형순
인하대학교

Due to the easiness of achieving the desired color point, by mixing different ratios of various phosphors, Phosphor-in-Glass (PIG) has attracted attention as an encapsulant for high-power LEDs. However, the effect of viscous behavior of PIG based on the phosphor characteristics, such as specific surface area and density, on its optical properties has rarely been considered. SiO_2-B_2O_3-ZnO-Li_2O glass and five types of phosphors with different shapes, YAG, Oxynitride, Silicate, CASN and LUAG, were prepared. The specific surface area and density were measured via BET method and pycnometer, respectively, and an integrated sphere and scanning electron microscope was used to examine the luminous properties and pore behavior, respectively. We have confirmed that the specific surface area of phosphor, due to a difference in the surface wettability and shear resistance, has a strong influence on the viscosity, wetting angle and shrinkage which in turn affects the color coordination of PIGs. The relationship between the phosphor characteristics and viscous behavior of the PIG should be considered to achieve the target chromaticity of LEDs.

P1-SA3-24 Improving Luminous Efficacy of Phosphor-in-Glass via Microstructure Modification

미세구조 조정을 통한 Phosphor-in-Glass 효율 개선

이호용*, 김선일, 김형순
인하대학교

For its superior thermal and chemical resistance, phosphor-in-glass (PIG) is one of the major candidates to replace resin LED encapsulants. There have been previous studies to enhance the efficacy of PIGs, but there has been little researches concerning the effect of phosphor size or mixing differently sized phosphors on the luminous properties of PIGs. In this research, the mixing ratio and content of YAG:Ce^{3+} phosphors with two different sizes with glass frit of B_2O_3-ZnO-SiO_2 system was controlled as a mean to analyze the effect of the change in phosphor size distribution and content. The luminous properties were measured with an integrating sphere and UV-spectrometer, while the microstructure was measured by observing the pellet cross section via SEM. The luminous properties show different trends for differing contents, which was caused by a difference in microstructures, such as the pore and phosphor distribution. This research signifies that the phosphor contents and size distribution can influence the optical properties of the PIG, which contributes towards enhancing the luminous efficacy.

P1-SA3-25 Thick Film Typed Phosphor-in-Glass for Color Turnable White LED

색조절이 가능한 백색 LED용 후막형 Phosphor-in-glass

남윤희[1]*, 임원빈[2], 허종[3], 정운진[1]
[1]공주대학교
[2]전남대학교
[3]포항공과대학교

최근 상용화된 백색 LED에서 사용하는 형광체 담지용 유기 바인더는 고출력, 장시간 사용시 열화되어 고출력, 장수명 백색 LED 구현이 어려웠다. 이 유기 바인더를 SiO_2-B_2O_3-RO(R=Ba, Zn)계 유리 분말로 대체하여 열적으로 안정하며 화학적 내구성이 우수한 PiG가 개발되어 문제점을 보완하였다. 그러나, 750°C의 높은 소성 온도로 인해 적색 형광체를 사용할 수 없으며, 기존의 PiG는 분말을 소성한 bulk 형태의 제품으로 사용상의 제약이 따르는 단점이 있다. 이를 위해 본 연구에서는 다양한 응용이 가능한 동시에 후가공 공정이 필요치 않은 후막 형태의 PiG를 제조하여, 색조절이 가능한 백색 LED 구현을 시도하였다. 저온 소성이 가능한 SiO_2-P_1O_5-B_2O_3-RO계 유리 분말을 사용하여 yellow 형광체인 $Y_3Al_5O_{12}$:Ce^{3+}(YAG)와 red 형광체인 $CaAlSiN_3$:Eu^{2+}(CASN)을 각각 혼합하고 스크린 프린팅 법으로 상용 slide glass 기판 위에 PiG를 구현하였다. 후막제조 공정 확보를 위한 vehicle 함량 및 소성 조건 제어를 시도하였으며, 유리 분말과 yellow 형광체의 혼합비율에 따른 색좌표 변화를 측정하였다. YAG와 CASN의 혼합비 변화를 통해 색조절이 가능한 백색 LED 구현을 시도하였다.

포스터발표 II

2015년 11월 6일 (금)

P2-G2-1 Microstructral Evolution and Proton Conductivity of NiO doped-BZY[Ba($Zr_{0.8}Y_{0.2}$)O_3] Ceramics

수소이온연료전지에 사용되는 NiO가 첨가된 BZY[Ba($Zr_{0.8}Y_{0.2}$)O_3] 전해질 재료의 소결거동 및 전기적 특성

유영우*, 이호창, 이정아, 허영우, 이준형, 김정주
경북대학교

고온영역의(>700°C) 연료전지(SOFC, MCFC)와 저온영역의(<300°C) 연료전지(PEMFC, PAFC, SAFC)은 이미 활발하게 연구되고 있고, 이 사이의 온도영역인 300 ~ 600°C에서도 쓰일 수 있는 수소이온연료전지(PCFCs)도 새롭게 연구가 활발히 진행 중이다. BZY[Ba($Zr_{0.8}Y_{0.2}$)O_3]는 수소이온연료전지의 전해질로 주로 이용되고 있는 재료이다. BZY 보다 전도성이 좋은 전해질로서 $BaCeO_3$이 있지만, 수소이온연료전지가 주로 사용되어지는 중·저온(300 ~ 600°C)영역의, CO_2, H_2O 분위기에서 화학적으로 안정하지 못해, 화학적으로 안정한 BZY가 주로 대체되어 연구되고 있다. 하지만, BZY는 난소결성 물질로, 고온에서 장시간동안 소결하더라도 치밀도가 낮아지는 경향이 있다. 따라서 지속적으로 소결온도와 소결시간을 줄이는 연구가 활발히 진행되고 있으며, 또 NiO, CuO, 그리고 ZnO와 같은 전이금속산화물을 소결조제로 첨가하여 소결온도 및 소결시간이 줄어드는 경향의 보고가 많다. 본 실험에서는 BZY에 NiO를 소결조제로 첨가하여 소결 거동을 관찰했다. NiO를 첨가하는 것은 BZY의 치밀화를 높이는데 효과적임을 FE-SEM을 통해 확인 할 수 있었다. FE-SEM을 통한 미세구조 관찰 중, 소결 후 시료의 표면에 NiO가 석출되어지는 현상을 볼 수 있었다. 시료 내부와 표면을 XRD를 통해 분석한 결과, 내부는 BZY와 BYN[BaY_2NiO_5] 관찰되었으며, 표면에는 BZY, Y_2O_3, NiO과 관찰되었으며, 시료 표면과 내부가 균일하지 않은 현상을 관찰했다. 전기적 특성은 Impedance 방법을 통해 측정하였다. 측정조건은 3% H_2O를 가지는 혼합가스(5% H_2+ N_2) 분위기에서 측정하였다.

P2-G2-2 Fe-N-codoped Graphene Nanoplatelets decorated Carbon Nanofibers as Highly Efficient Electrocatalysts for Oxygen Reduction Reaction

철 (Fe), 질소 (N)가 이중 도핑된 그래핀 나노 플레이트가 포함된 탄소 나노섬유 복합체 의 산소 환원 반응 촉매로의 응용

김창민*, 주용완, 백종범, 김건태
UNIST

Since metal air batteries are promising candidate for efficient energy storage, the discovery of inexpensive and effective carbon based oxygen reduction catalysts have become one of the most notable topics. Recently, heteroatom-embedded carbons, such as nitorgen (N) and iron (Fe) doped carbon-based materials, have been considered as an alternative to Pt-based catalysts toward ORR. Herein, we designed carbon nanofiber (CNF) decorated with Fe-N-codoped graphene nanoplatelets (Fe@NGnP) *via* a simple method of electrospinning for a synthesis of CNF-type catalysts having high catalytic properties toward ORR. This new approach for the synthesis of Fe@NGnP-decorated CNF enables a synthetic control of morphology and Fe- and N- functionality for ORR catalysts. Benefiting from the unique morphological features, Fe@NGnP-decorated CNF possesses substantially improved activity towards ORR, a remarkable cell performance and high stability for hybrid lithium-air batteries.

P2-G2-3 Diagnosis of SOFC Performance and Degradation Using Segmented Cathode

분할 cathode 를 이용한 SOFC 성능편차 및 열화 진단 기술 개발

배선영*, 임형태, 김영진
창원대학교

SOFC의 출력 증대를 위해서는 고적층(전압증대)과 대면적화(전류증대)와 같은 대면적 스택 기술이 필요하다. 하지만 스택 구조 문제로 in-plane 내 접촉 불균일과 연료/수증기의 주입/배출의 불균형 문제가 발생 할 수 있으며, 이러한 대면적 스택 레벨에서는 소규모 단전지 레벨에서 나타나지 않는 전압 손실 및 내구성 저하가 추가적으로 발생할 수 있다. 본 연구에서는 in-plane 내 성능 편차를 in-situ 분석하기 위해 cathode 분할 기술을 적용 하였다. In-plane 내 성능편차를 확인하기 위해서 cathode를 3부분 (좌-중-우)으로 분할하고 각 영역에 추가적인 전압-전류 wire를 부착하여 출력 및 임피던스 측정을 3부분으로 구분하여 실시하였다. 실험결과 연료의 주입이 상대적으로 불리한 부분(좌우 가장자리)이 중앙 부분보다 낮은 성능을 나타내었으며, 임피던스 분석 결과 gas transport 와 관련된 저항의 차이로 인한 것으로 확인되었다. 이와 같이 전압 측정을 국부적으로 세분화 하는 in-situ 분석 기술을 스택레벨 까지 적용한다면, 스택 제품의 성능/열화 문제점을 정확히 진단하고 대응하여 신뢰성 향상에 크게 도움이 될 것으로 기대된다.

P2-G2-4 Comprehensive Analysis of Carbon Formation on Ni-YSZand Ni-GDC Cermet Anode for Solid Oxide Fuel Cells

고체산화물 연료전지용 Ni-YSZ와 Ni-GDC 음극의 포괄적인 탄소 형태분석

마너스*, 박재우, 이상훈
전북대학교

Solid oxide fuel cells (SOFCs) are high temperature electrochemical conversion devices that oxidize the chemical fuel to produce electricity. Because of its fuel flexibility, high efficiency, and negligible pollutant, the SOFC is regarded as one of the most promising solutions for environment benign future power generation technology. One of the key issues concerning to the state-of-the-artanode such as Ni-YSZ is the degradation and poor durability with humidified hydrocarbon fuel. In this regards, the formation of various carbonson Ni-based cermet anode during the steam reforming process with low steam concertation has beenstudied. The carbon formation in the Ni-YSZ and Ni-GDC anodes was investigated by EDXA and FE-SEM. The quantitative and qualitative analysis of carbon formation were analysed by Raman spectroscopy. Finally, the effect of steam concentration on the formation of crystalline and amorphous carbon has been studied in details.

P2-G2-5 Fabrication and Electrochemical Properties of $La_{0.2}$ $Sr_{0.8}TiO_3$-based Nanocomposite Anodes for Solid Oxide Fuel Cells

SOFC용 $La_{0.2}$ $Sr_{0.8}TiO_3$ 나노복합 연료극 제조 및 전기화학적 특성 분석

이민진*, 황해진
인하대학교

La-doped $SrTiO_3$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 La-doped $SrTiO_3$의 촉매활성을 향상시키기 위하여 infiltration법을 이용하여 $La_{0.2}Sr_{0.8}TiO_3$에 Ni-GDC를 나노복합화한 SOFC용 연료극을 제조하고자 하였다. Ni-GDC를 infiltration한 $La_{0.2}Sr_{0.8}TiO_3$연료극의 최적 조건을 찾고자 연료극 미세구조 변화와 infiltration wt%양에 따른 cell의 출력 특성 그리고 분극저항을 측정하였다. $La_{0.2}Sr_{0.8}TiO_3$연료극에 Ni-GDC를 infiltration하면 연료극 분극저항이 0.04 $\Omega\cdot cm^2$(800°C)로 현저히 줄었으며, infiltration wt%양을 10~30%로 증가함에 따라 연료극의 분극저항이 점차적으로 줄어드는 경향을 확인하였다. 또한 기공형성제의 첨가량에 따라 연료극 미세구조의 변화로 cell의 전기화학적 특성변화를 확인 하였다.

P2-G2-6 Development SOFC Electrolyte Coating Process Using YSZ Solution

솔루션 공정을 이용한 SOFC 전해질 코팅 공정 개발

이건호*, 강주현, 배중면
KAIST

고체산화물 연료전지(Solid Oxide Fuel Cell)은 화학에너지로부터 전기를 직접 이용할 수 있는 고효율 친환경 에너지로 각광받고 있다. SOFC는 다공층의 전극과 치밀층의 전해질이 이종으로 구성되어 있다. 현재 SOFC의 치밀한 전해질을 다공층 위에 형성하기 위해 소결공정을이용하여 제작하고 있다. 하지만 이종층의 소결 과정 시 발생하는 수축률 차이에 의하여 단전지가 휘어지거나 깨지는 심각한 결점이 발생하게 된다. 또한 다공층 위에 도포하기 위하여 고 점도의 슬러리 혹은 페이스트를 사용해야 하며 그 결과 일정 수준 이하의 두께는 제작하기 어려운 한계가 존재한다. 때문에, 본 연구에서는 이종층 소결 시 발생하는 결점을 억제하기 위하여 소결이 끝난 다공성의 연료극 위에 솔루션 코팅 공정으로 전해질을 도포하고자 한다. 열처리후 전해질의 미세구조 분석을 통해 치밀층을 확인하였으며, 이후 솔루션 코팅 공정으로 제작한 SOFC 단전지를 이용하여 EIS 및 IVP 분석을 하였다. IVP 분석결과 750도에서 OCV 1.09 V의 매우 치밀한 전해질 층이 형성되었음을 확인하였고, 성능 또한 750도에서 450 mW/cm^2, 800도에서 720 mW/cm^{2}를 출력함을 확인 하였다.

P2-G2-7 Fabrication and Performance of Ce-promoted Ni/Al_2O_3 Methane Steam Reforming Catalysts

조촉매 Ce을 첨가한 Ni/Al_2O_3 메탄 수증기 개질 촉매 제조 및 내구성 평가

임예솔[1]*, 방완근[2], 황해진[1]
[1]인하대학교
[2](주) 코씰

석유자원 고갈과 지구온난화현상이 진행됨에 따라 대체 에너지원 개발에 대한 관심이 증가하고 있다. 천연가스는 매장량이 풍부하기에, 수소에너지로 전환하여 연료전지 등에 사용하기 위한 개질촉매 연구가 진행되고 있다. 메탄의 개질촉매는 전이금속 (Ni, Co, Cu)을 사용하여 제조하며, 귀금속계 촉매 (Ru, Pd, Pt)를 사용했을 때 보다 저렴하며 효율도 좋지만 탄소침적 및 내구성이 떨어진다는 단점이 있다. 본 연구에서는 Ni계 개질촉매의 내구성을 향상시키기 위해 Ni/Al_2O_3 촉매에 조촉매 Ce를 첨가하였다. Ni과 조촉매 Ce는 metal nitrate 수용액으로부터 Infiltration법으로 제조하였으며, Ce의 첨가 효과 및 함량에 따른 영향을 비교하기 위해 Micro Gas chromatography로 특성평가를 진행하였다. 그 결과 반응 온도별로 수증기 개질반응의 메탄 Conversion과 수소 Selectivity 계산을 통해 촉매를 평가하였다. 또한 $Ni\text{-}Ce/Al_2O_3$ 촉매의 내구성을 확인하기 위해 장기안정성을 측정하였고, XRD와 SEM을 통해 탄소침적 여부를 확인하였다. 미세구조와 촉매의 분포 형상은 TEM, EDS을 이용하여 분석하였다.

P2-G2-8 Electrochemical Properties of $Ni\text{-}Ce_{0.8-x}Sm_{0.2}Ti_xO_{2-\delta}$ Anode in Methane-fuel

메탄연료에서의 $Ni\text{-}Ce_{0.8-x}Sm_{0.2}Ti_xO_{2-\delta}$음극의 전기화학적 특성

한빙*, 김복희, 김복희
전북대학교

본 연구에서는 hydrocarbon 연료에서의 Ti 촉매 특성을 조사하고자 CeO_2에 Sm 및 Ti를 doping하는 $Ni\text{-}Ce_{0.8-x}Sm_{0.2}Ti_xO_{2-\delta}$ (x = 0.00 - 0.09, 이하 Ni-STDC라 한다.)를 음극 조성으로 선정하였다. 이를 음극 지지체로하는 코인형단전지를 제작하고 메탄을 연료로 전기화학적성능 및 성능안정성을 평가하였으며 최적의 Ti doping 양을 확립하였다. CIP를 사용하여 합성한 NiO-STDC 분말을 1 ton/cm^{2}의 압력을 가하여 디스크로 성형하고 하소한 뒤, 그 위에 spin-coating법으로 전해질 SDC 후막을 코팅하고 1400°C에서 4시간 co-firing하였다. Co-firing한 디스크의 전해질 SDC 층 위에 양극 LSCF를 후막으로 코팅하고 950°C에서 소성하여 NiO–STDC/SDC /LSCF 구조의 코인형단전지를 제작하였다. 제작한 단전지를 cell tester에 장착하고 연료 극에 수소와 메탄을, electric loader를 통하여 50 mA의 전류를 흘려주면서 IV, R_p, R_{ohm}등의 전기화학적 특성을 평가하였다. Ti의 함유량이 증가할수록 단전지의 분극저항이 감소하였고, 그에 따라 전기화학적 성능도 증가하였다. 메탄을 연료로 하여 측정한 단전지의 MPD는 Ti함량이 x = 0.07일 때 가장 높은 659 mW /cm^{-2}의 MPD를 보였고 장기 성능 안정성 평가에서도 30시간 이상 초기 성능의 98%를 유지하는 우수한 안정성을 보였다. 이는 음극 조성에 도입한 Ti가 Ce^{4+}의 환원을 용이하게하여 메탄이 분해하여 생성한 카본을 산화시킴으로써 Ni에의 카본증착을 억제시켰기 때문이라 판단된다.

P2-G2-9 Defect Structure and Mass/Charge Transport Properties of $La_{0.1}Sr_{0.9}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{2.5+\delta}$

$La_{0.1}Sr_{0.9}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{2.5+\delta}$물질계의 결함구조와 물질/전하 나름 특성연구

임하니*, 임대광, 이태룡, 송선주
전남대학교

SOFC의 양극소재로서 전자 전도성과 이온전도성이 우수한 페롭스카이트 산화물이 주목 받고 있다. 특히 $La_{0.1}Sr_{0.9}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{2.5+\delta}$ (LSCF1982) 산화물은 높은 전자/이온 전도성을 갖고 있으며 표면 촉매 반응이 우수하여 SOFC 양극소재로 각광받고 있다. 하지만 소재 성능의 우수성에도 불구하고 LSCF1982의 나름특성 및 결함구조에 관한 연구는 미비한 실정이다. 일반적으로 결함구조 분석의 시작은 주 결함종을 결정하는 것에서부터 시작한다. LSCF1982의 경우 대부분의 연구자들이 전자결함종으로 정공을 고려하고 있는 반면, 이온 결함종은 산소 빈자리로 간주하고 있다. 즉 La 자리에 치환된 Sr이 전자받게 역할을 하여 정공 및 산소빈자리 이온과 전하보상을 하는 것으로 알려져 있다. 하지만 산소 빈자리 이온이 주 결함종이라고 하고 결함구조를 예측 할 경우 몇가지 문제가 발생한다. 이는 LSCF1982의 부정비량과 이온 전도특성 결과에서 확인 할 수 있는데 산소분압이 감소할수록 산소부정비량과 이온 전도도가 감소하는 경향을 보인다. 이때 주 결함종이 산소 빈자리 라고 가정 할 경우 산소분압이 감소함에 따라 산소빈자리의 농도가 증가하므로 산소 부정비량이 감소한다고 예측 할 수 있으나 실제 결과는 주결함종의 농도가 증가하였음에도 불구하고 이온전도도가 감소하여 주결함이 산소빈자리라는 가정과 대비된다. 하지만 주결함종을 산소빈자리가 아닌 산소 사잇자리이온이라고 가정하고 결함 구조를 해석한 경우 이런 현상에 대하여 설명이 가능하다. 본 연구에서는 LSCF1982의 결함화학분석을 주결함종이 산소 사잇자리 이온이었을 때 주결함종의 농도와 전자/이온 전도 특성을 예측하고자 한다.

P2-G2-10 Study of Mass Relaxation at Water Uptake for $BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3-\delta}$ Proton Conductor

프로톤 전도체 $BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3-\delta}$의 수화/탈수화 반응에 따른 질량변화 연구

임대광*, 임하니, 김지혜, 송선주
전남대학교

중/저온형 프로톤 전도성 연료전지의 연구가 최근 각광 받음에 따라 프로톤 전도체에 관한 수화 및 탈수화 반응에 대한 연구가 주목 받고 있다. 기존에는 H_2O의 화학 확산에 의해서 프로톤 전도가 발생한다고 여겨졌으나, 근래 들어 서울대 Yoo 그룹에서 수소와 산소의 분리된 화학확산에 의해서 프로톤과 산소빈자리의 ambipolar diffustion이 발생하며, 이를 Two-fold relaxation으로 보고한바 있다. 따라서 이러한 이론에 근거하여 본 연구에서는 Thermogravimetric 및 Two-fold relaxation 분석을 결합하여 $BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3-\delta}$물질에 대한 프로톤 전도체의 수화/탈수화 반응에 대한 체계적 연구를 수행하고자 한다. 실험은 다양한 수증기 분압($-3.0 \leq \log pO_2 \leq -1.6$) 및 온도($700^oC \leq Temp. \leq 1000^oC$) 조건에서 TGA 측정 및 감쇄 곡선 특성 평가를 수행하였으며, 각각 측정 조건에 맞는 시편을 제작하여 측정하였다. 계산된 화학확산계수 값이 두 측정 시스템에서 일치하는 양상을 보임에 따라 두 실험은 서로 상호 보완적인 관계로서 충분한 신뢰도를 가지는 것으로 확인하였다. 또한 이러한 실험을 통하여, 수화반응에 따른 프로톤의 용해도 및 각 결함종들의 농도를 계산하였다.

P2-G2-11 Evaluation of IT-SOFC Performance by Infiltration Method

Infiltration기법을 이용한 중저온 SOFC 성능 평가

홍재운*, 임하니, 최현석, 송선주
전남대학교

3세대 연료전지으로 불리는 고체산화물 연료전지(SOFC)는 고체산화물을 전해질로 사용하는 연료전지로써 산소 또는 수소이온을 투과시킬 수 있으며, 모든 구성요소가 고체로 이루어져 있기 때문에 다른 연료전지에 비해 구조가 간단하다. 또한, 수소연료 이외에 외부 개질을 통한 탄화 수소계 연료를 사용할 수 있다는 장점을 가지고 있다. SOFC는 공기극에서 산소의 환원 반응에 의해 생성된 산소 이온이 전해질을 통해 연료극으로 이동하여, 연료극에 공급된 수소와 반응함으로써 물을 생성하게 되고, 이 때 연료극에서 생성된 전자가 외부회로를 따라 전류를 발생시킨다. 전극에서 산화환원반응이 이루어지는 장소가 전극과 전해질 그리고 가스가 만나는 Three-phase boundary(TPB)에서 반응이 일어나며 TPB면적은 SOFC의 성능을 결정하는데 아주 중요한 역할을 한다. 일반적으로 성능을 향상시키는 방법으로 TPB를 확대하는 방법을 이용하고 있으며 이러한 TPB를 증가시켜주는 공정으로 infiltration법, composition전극 등이 있다. 따라서, 본 연구에서는 비교적 저가공정이고 나노입자 형상을 만들 수 있는 infiltration기법을 사용하여 성능향상을 시키고자 하였다. 단전지 셀은 tape casting법으로 두께가 300 μm인 NiO-GDC 지지체위에 slurry coating 기법으로 약 40 μm의 두께의 NiO-GDC AFL과 전해질로서 GDC를 10 μm 코팅하여 소결하였고, 수소 분위기에서 NiO를 환원시켜 porous한 지지체를 얻었다. 그 후 GDC 나노 입자를 infiltration기법으로 Ni-GDC에 생성시켰다. Cathode는 LSM-ESB를 사용하였다. 이렇게 만들어진 셀은 500~600°C 온도에서 산소분압 또는 수소분압을 변화시켜가며 단전지 성능과 분극저항을 측정하여 TPB면적효과를 확인하였다.

P2-G2-12 Optimization of Nickel Electroless Plating Pretreatment Process for Solid Oxide Fuel Cell Anode Fabrication

고체산화물 연료전지의 연료극 제작을 위한 니켈 무전해도금 전처리 공정 최적화

강주현*, 신호용, 이건호, 배중면
KAIST

본 연구의 최종목적은 YSZ로 구성된 micro-porous한 scaffold 지지체에 nickel을 무전해도금하여 고체산화물 연료전지 연료극용 Ni-YSZ 전극을 개발하는 것이다. 이를 위해서는 palladium nuclei를 YSZ 지지체 위에 고르게 분포하는 무전해도금 전처리 과정이 필요하다. 이는 sensitization 공정과 activation 공정으로 나뉘게 된다. 일반적인 무전해도금은 dense한 표면을 지니는 지지체 위에 적용되기에 전처리 공정에 큰 애로사항이 없지만, 본 연구에서 적용하고자 하는 지지체의 경우 수백 micro 두께의 지지체에 수 micro의 pore를 지니는 micro-porous scaffold 구조이기에 palladium을 지지체 위에 고르게 분포하기 어렵다. 때문에, 본 연구에서는 micro-porous scaffold 구조체에 무전해도금을 하기 위한 전처리 공정 최적화를 수행하였다.

P2-G2-13 Redox Behavior of Ni-YSZ Anode Materials for Solid Oxide Fuel Cells

고체산화물 연료전지용 Ni-YSZ 음극 소재의 Redox 거동

박재우*, 박윤태
전북대학교

The state-of-the-art anode material for solid oxide fuel cell (SOFCs) is nickel-yttria stabilized zirconia (Ni-YSZ) cermet. It has many advantages such as high catalytic activity for H2, methane reforming, stability and high electrical conductivity but exhibits various types of degradation such as sulfur poisoning, carbon deposition, and poor redox stability. In this study, the redox behavior of Ni-YSZ as an anode material has been investigated. Based on X-ray diffraction (XRD), both mean crystallite size and lattice strain of Ni were calculated by Scherrer's equation and Halder-Wagner method, respectively. The morphology of Ni was confirmed by scanning electron microscope (SEM). The degree of oxidation (D.O.O) of Ni was obtained by thermo-gravimetric analysis (TGA). The parabolic kinetic constant (Kp) of Ni was obtained from the combined data of D.O.O and specific surface area. The amount of volume change was measured using helium pycnometer.

P2-G2-14 Performance Comparison of Hydrogen and Internally Reformed Methane-Fueled Soild Oxide Fuel Cells

수소와 내부개질 된 메탄 연료에 따른 고체 산화물 연료전지의 성능비교

이현미*, 임형태, 김영진
창원대학교

Performance of solid oxide fuel cells (SOFCs), in comparison with that under hydrogen fuel, were investigated under direct internal reforming conditions. Anode supported cells were fabricated with an Ni+YSZ anode, YSZ electrolyte, and LSM+YSZ cathode for the present work. Measurements of I-V curves and impedance were conducted with S/C (steam to carbon) ratio of ~ 2 at 800°C. The outlet gas was analyzed using gas chromatography under open circuit condition; the methane conversion rate was calculated and found to be ~ 90% in the case of low flow rate of methane and steam. Power density values were comparable for both cases (hydrogen fuel and internal steam reforming of methane), and in the latter case the cell performance was improved, with a decrease in the flow rate of methane with steam, because of the higher conversion rate. The present work indicates that the short-term performance of SOFCs with conventional Ni+YSZ anodes, in comparison with that under hydrogen fuel, is acceptable under internal reforming condition with the optimized fuel flow rate and S/C ratio.

P2-G2-15 SOFC Ni-Anode Protection Using Electrolysis Mode during Thermal Cycling

열주기시 전기적 방법을 이용한 SOFC Ni-음극 보호기술 개발

김영진*, 임형태
창원대학교

The typical operating temperature of a solid oxide fuel cell (SOFC) is above 700 ^{o}C, and due to this high temperature, thermal cycling is carried out in a wide temperature range with an interruption in fuel supply. The conventional anode material of SOFCs, Ni+YSZ cermet, needs to be protected from Ni re-oxidation during thermal cycling for the prevention of performance degradation. A cover gas such as nitrogen with hydrogen mixture may be supplied for the anode during heating and cooling processes; however, this conventional method is not efficient in regard to fuel cell operation costs and system simplicity. In this study, the electrical method is employed to protect the SOFC anode during thermal cycling in electrolysis mode, which allows the cell voltage to be in the safe range (0.7 ~ 1 V) by electrochemically transporting oxygen from the anode to the cathode through the electrolyte. Planar type anode supported cells are thermal-cycled from room temperature to 750°C with (1) cover gas (nitrogen with hydrogen) and(2) in electrolysis mode using DC power supply without the cover gas, and then the electrochemical performances are compared. As a result, it was found that there is no change in power density and anode microstructure after the cycling in both cases, and this result indicates that the electrolysis method has an equivalent effect on the anode protection. Therefore, for system efficiency, the electrical method using electrolysis mode is preferred rather than the chemical method using cover gases.

P2-G2-16 Durability Study Intermediate Temperature-Solid Oxide Fuel Cells Under Various Electrical Load Conditions

다양한 전기적부하 조건에 대한 중저온 영역 고체 산화물 연료전지 내구성 연구

양자윤*
세종대학교

Solid oxide fuel cells (SOFCs) are promising electrochemical devices for power generations due to their several advantages including high efficiency, high power density, fuel flexibility, and environment-friendliness. In spite of these advantages, high production cost and limited durability are still major issues that blocks wide commercialization of SOFC systems for distributed power generations, emergency backup power packages, and uninterruptible power supply. Lately, in order to solve this technical issues, decreasing operation temperature of SOFCs to the intermediate temperature (IT) range has been attracted with the development of highly conductive electrolytes and electrodes at the IT. In this work, we study the durability of IT-SOFC under various electrical load conditions such as constant current, periodic load on-off, and irregular load change. After the durability testing, we try to find the main degradation mechanism of IT-SOFCs with various post-mortem analysis. As for a design for IT-SOFC, the Ni-cermet anode supported cells use with neodymium-doped ceria and double perovskite-structure based materials for the electrolyte and cathode, respectively.

P2-G2-17 Highly Electrochemical Performance of Ni-free Anode Materials for Intermediate Temperature-Solid Oxide Fuel Cells

중저온형 고체산화물 연료전지용 산화물계 음극재료의 전기화학적 특성 평가

조수연*
세종대학교

Solid oxide fuel cells (SOFCs) are very promising electrochemical device that directly convert from chemical energy to electrical energy. This is because SOFCs have many advantages, such as high conversion efficiency, and low environmental impact. In general, Ni-based cermets are frequently used as anode materials because they show high electrocatalytic activity in fuel oxidation and long-term stability under SOFC operating conditions. However, the conventional Ni-based anode of SOFCs exhibits the rapid performance degradation resulting from the carbon deposition under the supplying of hydrocarbon fuel. Moreover, Ni-based anode materials suffer volume instability upon redox cycling due to the volume expansion of the anode resulting from the oxidation of Ni to NiO. Recently, various ceramic anode materials with good sulfur tolerance and coking resistance have investigated in order to resolve these stability issues of Ni-based cermets. Among these, (La, Sr)(Cr, Mn)$O_{3-\delta}$ (LSCM) and (La, Sr)$TiO_{3-\delta}$ (LST) materials have been considered as successful candidates for alternative anodes of Ni-based cermets under direct utilization of hydrocarbon fuels. However, the electrocatalytic activity of these materials is still lower than that of the Ni-based anode because of its low ionic and electronic conductivity. Hence, in this work, various doping materials are consider to improve the electrocatalytic activity of LSCM or LST and thus resulting in improving the SOFC performance with high stability.

P2-G2-18 Application of Infiltration Method to Advanced Anode with Catalyst for Intermediate Temperature Solid Oxide Fuel Cells

중온 고체산화물 연료전지 애노드 및 촉매에 대한 함침법의 적용

김선아[1]*, 권오훈[1], 신지영[2], 김건태[1]
[1]UNIST
[2]동의대학교

Ni-free anodes have been investigated extensively to resolve the issue of Ni base anodes such as carbon coking and sulphur poisoning. Among them, a layered perovskite anode shows excellent performance at the SOFC operating condition with long term stability, using H_2 and hydrocarbon as the fuel. However anodes are still responsible for the large part of total energy loss, while cathodic loss was reduced significantly. To reduce the anodic loss, in this study, the anode nanoparticles were fabricated onto porous YSZ scaffold by infiltration method. The cell with the nanostructured anode presents area specific resistance (ASR) of ~ 0.1 Ω cm^2 at 700 ^oC with catalyst and peak power density of 0.732 W cm^{-2} at 700 ^oC.

P2-G2-19 Nanoporous Thin-film Nickel Anode for Low-Temperature Solid Oxide Fuel Cells

저온형고체산화물 연료전지를 위한 나노다공성 박막 니켈 수소극

지상훈*, 서한길, 서종수, 정우철
KAIST

Solid oxide fuel cell (SOFC) is being considered as a promising electricity generator due to its high energy conversion efficiency, high fuel flexibility, and pollutant-free exhaust. Furthermore, very thin ceramic electrolytes fabricated by thin-film deposition techniques significantly reduced the ohmic loss and the operating temperature of SOFCs, which offered a wide choice of materials and a high level of mobility. Nevertheless, because low-temperature SOFCs easily suffer from sluggish reaction kinetics at the electrode/electrolyte interfaces, highly catalytic materials such as platinum were widely used. In this study, nickel selected as the alternative of the platinum applies to the anode onto a ceramic substrate with well-arrayed nanopores. This nanoporous ceramic substrate thermo-mechanically stabilizes thin-film nickel electrode catalysts prepared by physical vapor deposition. The appropriate thickness of the nickel electrode catalyst is explored to perform the rapid current collection and the active mass transport. Thin-film SOFCs with a nickel electrode catalyst with a systematically chosen thickness are electrochemically evaluated at 500 degree Celsius, in which hydrogen gas and atmospheric air are supplied to the anode and the cathode, respectively.

P2-G2-20 Application of Digital Image Analysis for Quantifying the Microstructure of Solid Oxide Fuel Cells

배승묵[1]*, 황진하[2]
[1]군산대학교
[2]홍익대학교

Solid oxide fuel cells have been widely investigated due to the huge potential as next-generation renewable energy resources, due to fuel gas flexibility, no need for external power sources, and minimized pollution emissions. The integrated solid oxide fuel cell units depend critically on the dissimilar interfaces such as electrode/electrolyte interface, in addition to the constituent materials. The cathodes and anodes are composed of multiphase materials, such as electrolytes, electrodes (which are mixed-conducting or electronic) and pores. The distribution of the constituent components influences the SOFC cell performance. The detailed microstructure information incorporates the amount, size, and interconnectivity of the above three phases. Fortunately, the advent of field-emission scanning electron microscopy allows the high contrast among the electrodes, electrolytes, and pores using secondary electron and back-scattered electron modes. The high contrast electron images are subjected to image processing process in combination with the statistical stereography concepts. The statistical image analysis provides for the quantified information on the microstructure, i.e., volume fractions, size distributions, and interconnectivities. The current work demonstrates the applicability of the digital image analysis to the solid oxide fuel cells, in terms of the basic component and resultant unit cell. The advantages are exploited towards high-performance solid oxide fuel cells.

P2-G2-21 Improvement of Sintering Behavior of Cu-GDC Electrolyte for Intermediate Temperature Solid Oxide Fuel Cells

중저온형 고체산화물연료전지 용 Cu-GDC 전해질 소결 개선

최현종[1]*, 곽민준[2], 김선동[1], 나영흠[3], 서두원[1], 우상국[1]
[1]한국에너지기술연구원
[2]한국기술교육대학교
[3]고려대학교

고체산화물연료전지(SOFC)는 적은 면적에 높은 출력을 보이며 고온 운전에 따른 폐열 이용으로 높은 시스템 효율을 가지고 있다. SOFC의 상용화를 위하여 전지의 제작 비용 절감 및 저온 운전을 통한 시스템의 장기 수명 개선이 필요한 상황에서 ceria계 전해질을 적용한 중저온형 SOFC가 개발 되고 있으나 ceria 계 전해질은 1400°C 이상에서의 고온 소결 과정을 필요로 하여 전지의 제작 비용을 상승시키는 원인으로 지적되고 있다. 본 연구에서는 Cu-oxide를 소결 조제로 적용하여 Gd-doped ceria (GDC) 전해질 층의 저온 소결을 실시하고, 이를 통한 원가 절감 및 성능 개선을 실시하였다. 0.25 ~ 2 mol%의 Cu를 산화물 형태로 GDC 표면에 코팅하고 이를 1100 ~ 1400 ^{o}C의 산화 분위기에서 소결하여 각각에 대한 선수축률, SEM 미세구조, grain size 비교를 통하여 최적의 Cu-GDC 조성 및 소결 온도를 결정하였다. 중저온 영역에서 운전이 가능한 NiO-Fe_2O_3음극 지지체 및 NiO-GDC 기능층을 사용하고 앞서 결정된 Cu-GDC 전해질 또는 pure-GDC 전해질을 이용한 button cell을 제작하여 550 ~ 650°C 영역에서 단위전지 성능 비교 평가를 실시하였다.

P2-G2-22 Development of $La_{0.6}Sr_{0.4}Fe_{1-x}Sc_x$ Ceramic Interconnector for SOFCs

고체산화물연료전지 용 일체형 세라믹 연결재 기술 개발

곽민준[1]*, 나영흠[2], 최현종[3], 서두원[3], 우상국[3], 김선동[3]
[1]한국기술교육대학교
[2]고려대학교
[3]한국에너지기술연구원

고체산화물연료전지(SOFC) 스택의 효율 및 내구성 향상을 위해 구성요소 간 전기적 연결과 집전 및 전극 같의 차폐 역할을 동시에 수행하는 일체형 세라믹 연결재(interconnector) 연구가 진행되고 있다. 일반적으로 interconnector는 금속 재료 기반으로 개발되어 왔지만 고온/다습한 환경에서의 부식 문제 및 세라믹 소재와의 접속 문제 등으로 안정성을 저해하였다. 한편, 튜브형 SOFC에서는 interconnector로 Lanthanum strontium ferrite(LSF), Lanthanum strontium manganite 등의 소재가 적용 되었으나 고온 다습한 한원 분위기에서 상 및 미세구조가 불안정한 것으로 보고되었다. 본 연구에서는 세라믹 interconnector의 내구성 향상을 위하여 LSF에 Sc를 도핑한 $La_{0.6}Sr_{0.4}Fe_{1-x}Sc_x$를 페치니 공법을 이용하여 합성하였고 Sc 함량(0.01~0.3mole), 합성 혼합 용액의 pH 값(pH2~11), 혼합 분말의 열처리 온도(950~1200°C)와 유지시간(2~24시간) 제어를 통해 최적의 안정성을 보이는 조건을 확보하였다. 또한 합성 분말을 이용한 장기운전 실험 결과 50시간 이상의 상 및 미세구조 안정성을 확보하고 운전 시간에 따른 전기 저항 특성 변화를 연구하였다.

P2-G2-23 Intermediate Temperature Solid Oxide Fuel Cells Using NiO-Fe_2O_3 Anode Supports with GDC Electrolyte

NiO-Fe_2O_3를 이용한 중저온형 고체산화물연료전지 소재기술

나영흠[1]*, 곽민준[2], 최현종[3], 서두원[3], 우상국[3], 허주열[1], 김선동[3]
[1]고려대학교
[2]한국기술교육대학교
[3]한국에너지기술연구원

소결 공정을 이용한 Ni-Fe 기반 금속지지형 고체산화물연료전지 제조 시 Ceria 계 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 복합 다층 구조의 연료전지를 제작하기 위하여 NiO, Fe_2O_3의 세라믹 분말을 재료로 하는 음극지지체를 NiO:Fe_2O_3=9:1~1:9mol%의 조성을 갖도록 제작하고, 각 조성에 따른 강도, 수축률, 기공률 및 SEM 미세구조 변화를 비교하였다. NiO와 Fe_2O_3의 조성변화에 따른 Dip-coating 층의 계면 안정성 평가를 진행하여 가장 안정한 것으로 판단되는 9:1mol%의 지지체를 확보하였고, 지지체의 가소결 온도 변화에 따른 Dip-coating 층 형성 영향 확인 후 셀을 제작하였다. NiO-GDC AFL, GDC Electrolyte는 Dip-coating, LSCF-GDC CFL 및 LSCF Cathode는 Screen Printing 공법으로 제작하였다. 550~650°C의 온도에서 성능측정을 진행한 결과 650°C에서 OCV: 0.875V, Power density: 0.38W/cm^2 의 결과를 얻게 되었다.

P2-SA2-1 Oxygen Flow Effects on the Electrical and Optical Properties of Amorphous In-Zn-Sn-O Thin-Film Transis tors

비정질In-Zn-Sn-O박막트랜지스터의전기적광학적 특성 에산소 유량의효과

아니사드위레스타리[1]*, 이마스 노비야나[1], 이혜지[1], 구창영[1], 조광민[2], 허영우[2], 이희영[1]
[1]영남대학교
[2]경북대학교

In attempt to investigate the electrical and optical properties of amorphous In-Zn-Sn-O (a-IZTO) thin-film transistor (TFTs) at various oxygen flow, deposition was done by pulsed laser deposition method using 355 nm Nd:YAG laser. The indium content of the IZTO target was up to 30 at.% and the films grown at room temperature on n++ silicon substrate. The energy density irradiated onto the target surface was about 0.61 Jcm^{-2} and 10 Hz of repetition rate. X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscope (SEM) used to examine the structural, morphological features and thickness properties of IZTO films. The optical transmittance characteristics will be investigated by an UV visible spectroscopy. The electrical properties were measured by Hall Measurement and Four-Point Probe. The result of a-IZTO TFT characteristics will be discussed in detail.

P2-SA2-2 Characterization of Indium Zinc Tin Oxide (IZTO) Films Grown by Pulsed laser Deposition

PLD에 의해 성장 아연 박막 트랜지스터 인듐 주석 산화물 (IZTO)에 기초하여

이마스 노비야나[1]*, 이혜지[1], 아니사드위레스타리[1], 구창영[1], 조광민[2], 허영우[2], 이희영[1]
[1]영남대학교
[2]경북대학교

Thin film transistor based on indium zinc tin oxide wereprepared and deposited by pulsed laser deposition onto 200 nm heavily doped $n^{++}Si$ was grown by wet thermal oxidation process, to be used as a gate dielectric. The parameter ofdeposition which was done using 355 nm Nd:YAG laser with a repetition rate of 10 Hz. The deposition parameter were fixed at room temperature with vacuum chamber was evacuated at a base pressure of 6×10^{-6} Torr and working pressure was maintained at 2×10^{-3} Torr for each run. Titanium/gold source and drain contacts were depositedeither by e-beam evaporation through shadow mask. Thin films were also deposited onto glass substrate, in order to ascertain the optical properties using UV-Vis spectroscopy in visible region.The structural and morphological properties were examined by X-Ray diffraction (XRD) and scanning electron microscope (SEM). The electrical properties were measured by Hall Effect measurement and four-point probe. The correlation between various composition and thickness was discussed and connected with electrical properties.

P2-SA2-3 Carbon Nanotube Incorporated $BiFeO_3$ Thin Films for Enhanced Photoferroelectrics

CNT/$BiFeO_3$ 이종접합구조에서의 광전기적 특성 연구

황성문*, 김효선, 서영수, 최택집
세종대학교

Photoferroelectrics have been revisited with energy applications because of visible-light-absorbing ferroelectrics and anomalous photovoltaic effect, such as extremely large, above-bandgap voltages and polarization-induced charge-separation. $BiFeO_3$, having a relatively low bandgap (~2.7 eV) is a potential visible-light-absorbing ferroelectric and photovoltaic materials. However, it is still limited to further enhancing photovoltaic efficiency due to a low photocurrent. In this work, different types of single-walled carbon nanotubes, pristine, metallic and semiconducting are incorporated onto $BiFeO_3$ heterostructure to improve photocurrent. The photovoltaic performance was only improved in single-walled carbon nanotubes. We expect that CNT/$BiFeO_3$ heterostructure exhibits enhancement of photovoltaic effect arising from a wide range-light absorbtion and effective photogenerated charge carrier separation. The devices were synthesized by pulsed laser deposition and CNT sheet was put on $BiFeO_3$ layer. I-V characterization was measured for the two devices $BiFeO_3$ and CNT/$BiFeO_3$. The samples were poled at high voltage (~10V) and measure the current-voltage (I-V) characteristics with photovoltaic effect. Both devices are sensitive to the blue laser irradiation ~405 nm). Furthermore poling direction determining the direction of the induced photocurrent direction in $BiFeO_3$ film. We will discuss photovoltaic effect between $BiFeO_3$ and CNT/$BiFeO_3$ heterostructure.

P2-SA2-4 Photoelectrochemical Properties of Hybrid Photoelectrode Based on Ferroelectric and Two-dimensional Nanomaterials

윤철민*, 이희진, 최택집
세종대학교

Science of advanced materials was attracted by photoelectrochemical properties of light-driven water splitting at transition metal oxides in the last few decades. However, photoelectrochemical performance is usually limited by poor charge carrier separation due to spontaneous electric polarization leading to an increase in the effective field. In this study, we have fabricated two-dimensional materials, has stable band position for hydrogen evolution reaction (HER)/oxygen reduction reaction (ORR) and band gap (~2.7 eV) under partial visible light irradiation. The hybrid electrodes exhibited a stronger absorption of visible light and produced a higher photocurrent than that of single electrode. Therefore, our results provide useful information for developing highly efficient hybrid photoelectrodes for solar water splitting.

P2-SA2-5 The Effect of Annealing of Non – stoichiometric InZnSnO Thin Film for Organic Photovoltaic

유기태양전지에 응용 가능한 비화학양론적 IZTO박막의 열처리 효과

이혜지[1]*, 이마스 노비야나[1], 아니사드위레스타리[1], 구창영[1], 이정아[2], 김정주[2], 정영준[3], 이윤구[3], 이희영[1]
[1]영남대학교
[2]경북대학교
[3]DGIST

Organic photovoltaic (OPV) cell was fabricated using indium-saving indium zinc tin oxide (IZTO) thin films as a transparent electrode. The cell structure is “normal” type where IZTO film served as anode was first deposited onto glass substrate followed by subsequent deposition of hole transfer layer (HTL), blend polymer as active layer, electron transfer layer (ETL) and cathode layer. Non-stoichiometric ($In_{0.5}Zn_{0.25-x}Sn_{0.25+x}O_{1.5}$ and $In_{0.4}Zn_{0.3-x}Sn_{0.3+x}O_{1.5}$, where x = ±0.05) IZTO ceramic targets were prepared. IZTO thin film was deposited onto glass substrate using DC magnetron sputtering with pure argon atmosphere. Hole transfer layer and active layer were deposited using spin coating method at room temperature. Electron transfer layer and top electrode were deposited using thermal evaporation method on top structure. The structural, morphological, optical and electrical characterizations were observed by X-ray diffraction and field emission scanning electron microscope, UV-VIS spectrophotometer, four-point probe and Hall measurement, respectively. The efficiency of OPV cells was determined by using solar cell simulator.In this study, the effect of various composition of bottom electrode and the performance on OPV is discussed in detail.

P2-SA2-6 Effects of Tris (tert-pentoxy)silanol Purge Time on SiO_2 Thin-Film Growth Rate in Rapid Atomic Layer Deposition

고속원자층증착법을 이용한 실리콘 산화막 증착에서의 Tris(tert-pentoxy)silanol purge time의 영향

김준래*
서울대학교

Rapid Atomic Layer Deposition (RALD) SiO2박막은 Si 전구체로서 Tris(tert-pentoxy)silanol (TPS)와 Al 전구체로 잘 알려진 Trimethyl-aluminum (TMA)를 촉매로사용하고 있으며, TMA의 Catalytic effect와 TPS의 Self-limiting behavior 및 Cross-linking 반응에 의해 형성된다. 최근에 소개된 RALD 공정은 SiO_2박막의 증착속도를 기존의 Atomic Layer Deposition (ALD)에 비하여 약 100배 이상 (12 ~ 17 nm/cycle) 향상 시키면서 기존 원자층 단위로 증착이 이루어지는 ALD방법들이 보이던 현저히 낮은 증착속도 (0.05 ~ 0.2 nm/cycle)로 인한 양산성 측면에서의 한계점을 보완해 주고 있다. 그러나 RALD의 긴 공정시간 (TMA 2 sec / purge 30 sec / TPS 400 sec / purge 600 sec, 총 1032 sec) 때문에 Cycle 당 증착속도 (growth thickness per cycle, GPC)는 매우 높지만, 실제 시간당 증착속도 (0.98 nm/min)는 현저히 낮은 단점을 갖고 있다. 그러므로 본 연구에서는 RALD 공정에서 실제 시간당 증착속도를 높이기 위한 방법으로 RALD 공정시간 중 대부분을 구성하고 있는 TPS purge time을 줄여 RALD 공정을 최적화 하고, 이를 통해 실제 시간당 증착속도를 향상 시키고자 하였다. 또 실험 과정에서 보여진 TPS purge time 실험에서 보여진 기존의 ALD와는 다른 GPC 거동을 분석하여, 짧은 TPS purge time영역에서는 GPC가 점점 감소하다가 purge time이 증가하면서 Saturated GPC를 보이고, 극단적으로 길어진 TPS purge time 영역에서는 다시 GPC를 보이는 것을 표면의 Hydroxyl group의 감소로 인한 Cross-linking의 감소의 영향임을 실험적으로 나타내었으며, Purge gas (Ar)의 Flow rate을 증가시킴으로 인해 더 긴 TPS purge time의 효과를 갖음과 동시에 더 우수한 수준의 막질을 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

P2-SA2-7 Effects of Deposition Temperature on Electrical and Interfacial Characteristics of Alumina on GaSb

증착온도가 알루미나 증착 안티몬화 갈륨 기판의 계면과 전기적 특성에 미치는 효과

김성경*
서울대학교

최근 MOSFET에서 10 nm 이하의 로직공정을 위한 차세대 채널 물질로 III-V화합물 반도체가 주목받고 있다. 안티몬화 갈륨은 빠른 정공 이동도를 가지고 있어 pMOSFET소자로 적용할 수 있는 매력적인 물질이다. 하지만 이러한 빠른 정공 이동도에도 불고하고 갈륨과 안티모니가 만드는 산화물의 불안정성과 얇은 금속막을 형성하는 원소상태의 안티모니에 의해서 페르미 레벨 피닝 현상이나 전기용량-전압 그래프가 평평한 거동을 보인다. 이러한 현상을 극복하기 위해서는 표면 처리 방법에 대한 연구가 필연적이다. 안티몬화 갈륨은 반응성이 매우 높은 물질이기 때문에, 증착온도를 낮추어서 원소상태의 안티모니와 갈륨과 안티모니가 만드는 산화물의 생성 정도를 낮춤으로서 페르미 레벨 피닝 현상과 전기용량-전압 그래프가 평평한 거동을 완화할 수 있을 것으로 사려된다. 이 연구에서는 원자층 증착방법(ALD)에서의 증착 온도를 조절하여 전기용량-전압 그래프의 평평한 거동의 완화정도를 살펴보았다. 사용된 안티모니화 갈륨은 p 타입이고 운반자의 농도는 $1.0 \sim 2.0\ 10^{17}\ cm^{-3}$ 을 가진다. 안티모니화 갈륨은 아세톤, 에탄올 그리고 이소프로판에 각각 5분씩 담구어 졌고, 염화수소를 이용하여 표면 클리닝을 진행하였다. 이후 원자층 증착방법을 이용하여 알루미나를 10 nm 증착을 하였는데 사용된 소스는 TMA와 증류수이다. 금속게이트의 경우에는 PT 전극을 전자빔 증발기를 이용하여 증착을 하였다. 증착온도가 감소함에 따라 갈륨산화물이 감소하여 전기용량-전압 그래프가 개선되었음을 XPS를 이용하여 확인할 수 있었다.

P2-SA2-8 Characteristic of Ta_2O_5 Based RRAM Devices's Resistive Behavior Different for Bottom Electrode FTO, Pt

Ta_2O_5기반 RRAM 소자의 FTO, Pt 하부전극의 저항변화 특성

이도연*, 최병준, 백수정
서울과학기술대학교

최근 주목받고 있는 비휘발성 반도체 메모리소자 중 하나인 RRAM (Resistive Random Access Memory)은 전극/절연막/전극의 간단한 구조로 이루어져 있고, 빠른동작속도와 적층을 통한 고밀도 집적이 가능하다는 장점을 가지고 있다. RRAM의 동작 원리는 메모리 소자 양단에 전압을 걸어 주어 국부적으로 전류가 흐를 수 있는 전도성 필라멘트(conducting filament)를 생성한후, 반대 방향의 전압 혹은 높은 전류에 의한 필라멘트의 끊어짐과 이어짐으로 소자의 저항 상태를 고저항 상태와 저저항 상태로 조절할 수 있다. 본 연구에서는 하부전극을 F doped SnO_2(FTO)와 Pt전극으로 사용했을 때 동작 특성 차이를 비교 분석 했다. 본 연구에 쓰인 두 소자는 각각 ITO/Ta_2O_5/FTO/Glass , ITO/Ta_2O_5/Pt/SiO_2/Si 으로 이루어져 있다. FTO 전극과 Pt 하부 전극은 각각 유리 기판과 산화막이 형성된 실리콘 기판에 각각 열분무증착 방식과 e-beam evaporation 방식으로 제작되었다. Ta_2O_5은 플라즈마 강화 원자층 증착법으로 250°C의 조건에서 10 nm두께로 두 전극 위에 동시에 증착되었다. FTO, Pt전극으로 인한 전기적 특성 분석을 위해, 먼저 각 소자에 Positive, Negative 전압을 걸어 각각의 Forming 특성, Swiching performance를 분석하는 방법으로 실험하였다. 그결과 FTO전극의 경우, 비교적 낮은 포밍전압, 비선형적인 전류-전압 특성을 보였고, On/OFF를 위해 반대 극성의 전압을 걸어주어야하는 BRS(Bipolar Resistive Swiching)특성을 보인반면, Pt하부전극의 경우, FTO전극보다 높은 포밍 전압을 보였고, 선형적인 전류-전압 특성과 낮은 스위칭 전압 특성을 보였다. 특히 BRS특성과 함께, 한쪽 방향의 전압에서 ON/OFF가 모두 발생하는 URS(Unipolar Resistive Switching)가 간헐적으로 일어났다.

P2-SA2-9 Development of Semiconductor-type Gas Sensor Using tin Dioxide for Monitoring Atmospheric Environment

대기 모니터링용 SnO_2 반도체형 가스센서 개발

김대호*, 윤성유, 최병준
서울과학기술대학교

전 세계적으로 화학 관련 산업체에서 안전사고가 빈번하게 발생하고 있으며, 화학가스 누출 및 폭발로 인한 인명피해도 꾸준히 늘고 있어 가스센서에 대한 필요성도 증가하고 있는 추세이다. SnO_2는 산소결핍에 의한 비화학양론성으로 인하여 3.5 eV 이상의 밴드갭을 갖는 산화물 반도체로서 전기전도성, 가시광 투과율 등의 성질이 우수하여 유해한 가스 검출을 위한 센서나 OLED 같은 조명에도 이용되고 있다. 가스 선택성이 낮다는 단점이 있으나 다양한 첨가물을 넣어 가스 검출에 대한 선택성을 높이기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. SnO_2 증착법에는 CVD, PVD, 졸-겔법 등 여러방법이 있지만 우수한 Step coverage, Conformality를 보이며 수 nm 두께도 쉽고 균일하게 형성할 수 있는 ALD (Atomic Layer Deposition)를 이용하여 반응민감성을 높이고자 하였다. source로는 TDMA-Sn, H_2O가 사용된다. 우수한 SnO_2박막을 얻기 위하여 SnO_2 ALD의 Sn purge, pulse time, H_2O purge, pulse의 time sequence를 1-15-1-30(s)로 하였으며 이때의 SnO_2박막의 Growthrate는 0.48 Å/cycle (200°C) 이고, 또 UV-visible spectroscopy, X-ray diffractometer (XRD), X-ray fluorescence (XRF), Hall effect 측정장치를 이용하여 온도에 따른 SnO_2 박막의 구조적, 전기적 특성 변화를 분석하여 SnO_2 박막의 검출민감도에 끼치는 영향을 파악하려 한다. 그리고, SiO_2/Si 기판이나 FTO/Glass 기판에 Photomask를 통해 Pt 전극을 형성한 뒤 ALD로 그 위에 SnO_2 박막을 형성한 뒤, 수소 검출에 이용하고자 한다.

P2-SA2-10 NbN Films Prepared by Nitrogen Plasma Immersion Ion Implantation

질소 플라즈마 이온주입에 의한 NbN 박막의 제작

전신희*, 공영민
울산대학교

니오븀(Nb)은 높은 융점과 전기전도도, 좋은 내식성과 전성, 높은 경도와 다른 내화금속에 비해 상대적으로 낮은 밀도 등의 특성을 가지고 있다. 그러나 Nb는 400°C에서 산화되는 성질이 있어 고온에서 사용되는 코팅으로는 적합하지가 않다. 반면 NbN은 높은 경도와 융점, 좋은 내마모 특성 및 화학적 불활성, 낮은 전기 비저항과 밀도 등의 성질을 가지고 있다. 그리고 NbN의 산화는 대기중에서 대략 800°C에서 시작되기 때문에 400°C 에서 빠른 속도로 산화되는 순수한 Nb의 심각한 한계를 극복할 수 있다. 플라즈마 이온주입법(PIII, plasma immersion ion implantation)을 이용하면 NbN 박막을 편리하고도 효과적으로 형성시킬 수 있다. 본 연구에서는 펄스 DC 마그네트론 스퍼터링(pulsed DC magnetron sputtering)으로 AISI 316L 스테인리스강 위에 Nb 박막을 증착시킨 후 PIII로 박막 표면에 질소를 주입함으로써 NbN을 형성시켜 전기저항 특성과 내식성 향상을 시도하였다. 펄스 DC 마그네트론 스퍼터링에 의한 Nb 박막의 증착은 기판 주파수와 전압, 타겟 주파수를 각각 10 kHz와 800 V, 20 kHz로 설정하여 AISI 316L 스테인리스강 표면에 실시하였다. 이때 기판온도는 200°C로 일정하게 유지하였다. 이렇게 Nb 박막 증착 후 질소 이온주입한 NbN 박막의 전기저항과 내식성을 평가하였고, 이를 질소 이온주입하지 않은 Nb 박막과 비교하였다. 그리고 질소 이온주입 조건을 변화시켜 주입조건에 따른 NbN 박막의 특성변화도 관찰하였다. 질소 플라즈마 이온주입에 의해 Nb 박막이 NbN으로 변화되었음을 확인할 수 있었다. 이와 같이 형성된 NbN 박막은 Nb 박막과 비교하여 대등한 면간접촉저항(ICR, interfacial contact resistance)을 보이면서도 아주 우수한 내부식 거동, 특히 뛰어난 부동태 특성을 보이고 있다.

P2-SA2-11 TaNx Conduction Mechanism

반도체성 TaN_{1+x} 박막의 전기 전도 기구 분석

류성연*, 최병준
서울과학기술대학교

TaN은 고온 안정성이 우수하고 조직이 치밀하여 Cu같은 전극 물질의 diffusion barrier 물질로도 많이 사용된다. Ta_2N이나 TaN과 같이 Ta-rich한 조성에 비해, N-rich한 TaN_{1+x} 조성의 경우에는 전기 전도성이 낮아지고 Ta_3N_5와 같은 조성에서는 반도체 특성이 나타난다고 알려져 있다. 이러한 반도체 특성을 갖는 TaN1+x조성에서의 전기전도기구에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 Pt/TaN_{1+x}/Pt 구조를 갖는 반도체 접합 소자 내에서 전자가 어떻게 전도되는지 분석하였다. Shadow mask를 사용해 dog bone 형태의 Pt 하부 전극을 형성했다. 플라스마 강화 원자층 증착법을 이용해 300도에서 TaNx 박막을 5 nm와 18 nm의 두께로 증착했다. 이때 소스로는 TBTMET와 N2+H2 혼합가스를 사용했다. 다시 Shadow mask로 하부전극과 교차된 형태로 상부전극을 형성시켰다. 완성된 소자를 이용해 90 K부터 300 K까지의 전류-전압 이력을 측정하였고, 이를 가지고 여러 전도기구에 맞게 계산하여 가장 적합한 전도기구를 찾아보았다. 전도기구는 크게 Electrode-limited conduction mechanism과 Bulk-limited conduction mechanism으로 나뉘는데, Electrode-limited conduction mechanism 으로 Schottky Emission, Fowler-Nordheim Tunneling, Thermionic-field Emission을, Bulk-limited conduction mechanism으로는 Poole-Frenkel Emission, Space-charge-limited conduction을 적용해보았다. 결과적으로 Poole-Frenkel Emission이 가장 적합한 전도기구였다. Poole-Frenkel Emission은 각 온도 별로 일치하는 Barrier height (~ 0.4 eV)과 유전율 값(19 ~ 20)으로 fitting되었기 때문에 TaN_{1+x} 박막에서는 Poole-Frenkel Emission이 전도 기구로서 작동함을 알 수 있었다.

P2-SA6-1 Demystifying the Origin of Large Piezoelectric Effect in $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})$-$PbTiO_3$Single Crystals

$Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})$-$PbTiO_3$ 단결정의 거대 압전 특성에 대한 근본적 원인 분석

김황필[1]*, 조욱[1], 이호용[2]
[1]UNIST
[2]선문대학교

The outstanding piezoelectric properties of $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$-$PbTiO_3$ (PMN-PT) single crystals near morphotropic phase boundary (MPB) have been explained by 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. To this end, (100)- and (110)- orientated PMN-29PT single crystals at MPB were prepared by solid state single crystal growth (SSCG) technique. Since the polarization rotation should accompany a phase transition during the excursion of electric fields, both axial and radial strains and consequentvolume changes of PMN-29PT single crystals were examined to confirm the phase transition of polarization rotation. The result showed that no abnormal change in volume due to phase transformations was evident. Comparison with another PMN-29PT single crystals grown by a Bridgman technique, where a discontinuous volume change due to a phase transformation is evident, implies that PMN-PT single crystals owe their excellent piezoelectric properties not much to the polarization rotation. In this paper, we will present an alternative mechanism for the ultrahigh piezoelectric properties.

P2-SA6-2 Dielectric Properties of $Ba_{1-x}SrxTiO_3$ Film by Aerosol-deposition

상온분말분사법으로 제조된 Ba1-xSrxTiO$_3$필름의 유전 특성

양대열*
인하대학교

Barium strontium titanate ($Ba_{1-x}SrxTiO_3$) (BST) materials have received increased attention one of the most important materials for ferroelectric materials. the effect of Sr^{2+} substitution on the structure and dielectric behavior of $BaTiO_3$ is reported. The BST films were found to have relaxor-like properties and lower curie temperature than $BaTIO_3$ of 120°C. As the Sr^{2+} content increases, Curie temperature is lowered. The reason for adding the Sr^{2+} is that curie temperature lower to room temperature and we have high dielectric constant. Here, we fabricated BST films by aeroso-deposition (AD) on silicon wafer coated Pt. 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 BST films could have nano-sized grain and dense microstructure. BST films with nano-grain have relaxor-like dielectric behavior.

P2-SA6-3 Dielectric Properties of $Pb(In_{1/2}Nb_{1/2})O_3$-$Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$-$PbTiO_3$ Film by Aerosol Deposition for Energy Storage Applications

에너지 저장 소자로의 응용을 위한 PIN-PMN-PT의 유전 특성 평가

강수빈[1]*, 박준길[1], 이정근[1], 류정호[2], 최종진[2], 한병동[2], LinghangWang[3], 정대용[1]
[1]인하대학교
[2]재료연구소
[3]Xi'an Jiaotong University

$Pb(In_{1/2}Nb_{1/2})O_3$-$Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$-$PbTiO_3$ (PIMNT) thick films with nano-sized grains and a dense film structure were deposited by an aerosol-deposition (AD) method.Unlike bulk PIMNT crystals, the AD films showeda relatively narrow polarization-electric field hysteresis loop due to the nano-grain size effect. The post-annealed AD films had a large energy density resulting from the increasing dielectric constant and low charge/discharge efficiency due to the larger hysteresis.

P2-SA6-4 Dielectric Properties of Dy^{3+} Doped Strontium Barium Niobate (SBN) Thick Film with Nano-size Grains

나노 크기 결정립을 갖는 Dy 도핑된 SBN 후막의 유전 특성

강수빈[1]*, Thamil Selvi Velayutham[2], 이정근[1], 최종진[3], 류정호[3], 임윤수[4], 정대용[1]
[1]인하대학교
[2]University of Malaya
[3]재료연구소
[4]명지대학교

$Sr_xBa_{1-x}Nb_2O_6$ (SBN) is one of the lead-free ferroelectric solid solution between $BaNb_2O_6$ (BN) and $SrNb_2O_6$ (SN) with tetragonal tungsten bronze (TTB) structure $(A_1A_2)(B_1B_2)O_6$. With this compositional flexibility, it widely used for its excellent pyroelectric, piezoelectric, electro-optic properties in various field. Rare earth elements, Dy^{3+} is successfully doped into A_2 site thus enhancing the ferroelectricity than pure SBN. Capacitors with high dielectric permittivity (ε) is required for continuous development of the electronics industry. For the better capacitance, the large dielectric constant and broaden phase transition for temperature stability is required. Lattice distortion brought by Dy^{3+} making the domain reverse easily, thus breakdown voltage is low. To increase the breakdown voltage, ceramic should have high density and nano sized grains. The fine ceramic particles are crushed and formed the dense ceramic film through the aerosol-deposition (AD). The (sub-) micrometer-sized particles are crushed to nano size. This could be mechanically stable to resist a high electric field than bulk SBN. In this experiment, we deposited the Dy^{3+} doped $Sr_{0.5}Ba_{0.5}Nb_2O_6$ film with nano-grains and the dielectric property was characterized.

P2-SA6-5 Synthesis and Electromechanical of Li and Nb Co-doped BNT-BZ Ceramics

Synthesis and Electromechanical of Li and Nb Co-doped BNT-BZ Ceramics

후세인알리*, Adnan Maqbool, Rizwan Ahmed Malik, 이재홍, 송태권, 김원정, 김명호
창원대학교

In this work, lead-free $0.95[Bi_{0.5}Na_{(0.5-x)}Li_xTi_{(1-y)}Nb_yO_3]$–$0.05BaZO_3$ (BNLTN–BZ) ceramics(with x, y = 0–0.03) ceramics were synthesized by a conventional mixed oxide route. The influence of Li and Nb co-substitution on the structure and electromechanical properties of BNT–BZ ceramic was investigated. X-ray diffraction patterns revealed the formation of single phase perovskite structure in the studied composition range. However, with increasing amount of the Li and Nb co-substitution, the maximum dielectric constant decreased and the dielectric maximum temperature (T_m) shifted towards lower temperature. Polarization versus electric field curves show decrease in polarization as well as coercive field. However for composition with x, y = 0.01, a large field induced strain response (0.38%) with a normalized strain (S_{max}/E_{max} =542 pm/V) was = 542 pm/V was observed at an applied field of 7 kV/mm.

P2-SA6-6 Origin of the Temperature-dependent Dielectric Relaxations in Relaxor PLZT

Relaxor PLZT의 온도변화에 따른 Dielectric Relaxation의 발생요인분석

홍창효[1]*, Jiadong Zang[2], 한형수[1], 안창원[3], 조욱[1]
[1]UNIST
[2]Technische Universität Darmstadt
[3]울산대학교

The dielectric properties of $Pb_{0.92}La_{0.08}(Zr_{0.65}Ti_{0.35})_{0.98}O_3$ (PLZT 8/65/35) were investigated at various temperatures ranging from 0 to 140°C. 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. The plots can be deconvoluted into three distinct processes, namely, fast, 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-Fulture temperature (T_{VF}) of the intermediate process coincides with that of the entire dielectric signal of PLZT, which implies that the so-called dipolar glass property of relaxor is manifested by 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. 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.

P2-SA6-7 Hyper-magnetoelectric Response in Laser Annealed PZT Thick Film Grown on Magnetostrictive Amorphous Metal Substrate

류정호[1]*, Haribabu Palneedi[2], 최시영[1], 김종우[1], 강석중[2]
[1]재료연구소
[2]KAIST

Unprecedentedly strong magnetoelectric (ME) coupling corresponding to a hyper-ME coefficient on the order of ~ 3 V/cm·Oe in the off-resonance mode is demonstrated in a simple bilayer composite of Pb(Zr, Ti)O_3 (PZT)/ Metglas (FeBSi). A highly dense, 4 μm-thick PZT film is deposited on amorphous magnetostrictive Metglas foil by Granule Spray in Vacuum (GSV) process at room temperature, followed by its localized annealing with a continuous-wave 560 nm Ytterbium fiber laser radiation. This longer-wavelength laser radition is able to anneal the whole of thick PZT film layer without any deteriorative effects such as chemical reaction and/or atomic diffusion at the interface and crystallization of amorphous Metglas substrate. Greatly enhanced dielectric and ferroelectric properties of the annealed PZT are attributed to its better crystallinity and grain growth induced by laser irradiation. As a result, a superb ME voltage coefficient that is two orders of magnitude larger than previously reported output from PZT/Metglas film-composites is achieved. The present work addresses the problems involved in the fabrication of PZT/Metglas film-composites and opens up new possibilities in employing piezoelectric materials with low thermal budget substrates (suitable for integrated electronics) and designing laminate composites for ME based devices.

P2-SA6-8 Piezoelectric PMN-PZT Single Crystal Fiber Based Magneto-Mechano-Electric Generator

annapureddyvenkateswarlu[1]*, Haribabu Palneedi[2], Si-Young Choi[1], Jong-Woo Kim[1], Jungho Ryu[1]
[1]재료연구소
[2]KAIST

We are surrounded by magnetic noise with 50/60 Hz almost everywhere these days. Just because they are virtually indiscernible doesn't mean they cannot be used as a source of energy though. Herein, we have revealed a way to get an electric power using a novel magneto-mechano-electric (*MME*) generator out of a weak magnetic noise at a low frequency of 60 Hz. This device adopts an array of the [011]-oriented piezoelectric $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$–$PbZrTiO_3$ (PMN–PZT) single crystal fiberslaminated with Cu electroplated polyimide sheet on magnetostrictive Ni metal plate in the form of a magnetoelectric (*ME*) cantilever structure to transform tiny magnetic field to electric power. Due to the intrinsic properties of PMN-PT and Ni, a strong *ME* coupling have been observed even without the magnetic bias field. The variation in electrical properties (piezoelectric coefficient and dielectric loss) of the PMN-PT micro-fibers shows massive change in the output power density of the device. The observed optimum power density is about one to three orders of magnitude higher than that of the energy density from piezoelectric vibration or thermoelectric vibration or acoustic noise. This MME generator could open a new approach for manufacturing next-generation self-low-power consumption electronic devices using tiny magnetic noise from our living environment.

P2-SB2-1 Performance Improvement with a Gradient porosity in an Anode Functional Layer for Solid Oxide Fuel Cells

경사구조의 기공도 구배를 갖는 음극기능층을 통한 연료전지 성능향상 연구

이태준*, 이헌형, 이세욱, 신동욱
한양대학교

Anode microstructures have played a crucial role for increasing performance and long term stability in the solid oxide fuel cells (SOFCs). So, many studies about microstructure of anode functional layer (AFL) were conducted as to elemental distribution, thickness and porosity. However, most of researchers have been concerned with the changing composition distribution of AFL. Therefore, our group focused on an AFL with gradient porosity. Gradient porosity enhances the gas diffusion and decrease the concentration polarization inside the porous electrode. Furthermore, it enlarges triple phase boundary (TPB) at the interface between anode and electrolyte. In this study, our group fabricated singles cells by using the Electrostatic slurry spray deposition (ESSD). ESSD utilizes electrostatic spraying of slurries containing powders and organic additives for slurry stabilization and rheological control. We made three types of AFL slurry composed with different particle sized NiO powders. The microstructure of the AFL was examined by scanning electron microscope (SEM). To identify the exact porosity distribution ratio, we used the Image Analyzer. For comparison analysis, we prepared three single cells with none, conventional and gradient porosity AFL and conducted performance evaluation at temperatures of 600-800°C with humidified hydrogen (~3% H_2O) and air. Consequently, a single cell with a gradient porosity AFL had higher power density than other cells with none and conventional AFL.

P2-SB2-2 Performance Evaluation of BCZY Based Proton Conducting Fuel Cells with LSCF Infiltrated Cathode

Infiltrated LSCF 양극 제조를 통한 BCZY 기반의 프로톤 전도성 연료전지 성능 평가

이세욱*, 이헌형, 이태준, 신동욱
한양대학교

Proton-conducting fuel cell (PCFC) has attracted much attention thanks to its proper conductivity at intermediate operating temperatures. For PCFCs, many studies have been working on the development of cathode materials, as the cathode appears to be the main performance-limiting component especially when operated at low temperature ranges. Of the various cathode materials, $La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3-\delta}$ (LSCF) perovskite oxides are extensively studied and used as cathodes because they have a high electro-catalytic activity at intermediate temperatures. So, there have been previous studies to employ the LSCF as a cathode to PCFCs. However, they have reported that LSCF cathode has a significant problem because it is easily hampered by the high performance degradation which attributes to the inter-diffusion or solid state reaction between the cathode and electrolyte, strontium (Sr) segregation and the coarsening of microstructure. In this work, we attempt to evaluate LSCF-BCZY cathodes which are fabricated with nano-structured approach using the wet impregnation or infiltration method. This technique has long been known as effective microstructure optimization to increase the active reaction area for the cathode. Nevertheless, only a few literature reports have investigated the employment of infiltration technique to PCFCs. Therefore, our group examined the electrochemical properties and long term durability under operation for the single cells with LSCF-BCZY infiltrated cathodes.

P2-SB2-3 Tailoring Ni Based Cermet Anode by in situ Annealing for High Performance Solid Oxide Fuel Cells

In situ 어닐링을 통한 Ni 기반 음극 제작 및 고성능 고체 산화물 연료전지 개발

탄제완[1]*, 이대희[1], 김주선[2], 문주호[1]
[1]연세대학교
[2]한국과학기술연구원

The performance of solid oxide fuel cells (SOFCs) is directly related to the electrocatalytic activity of composite electrodes in which triple phase boundaries (TPBs) of metallic catalyst, oxygen ion conducting support, and gas should be three-dimensionally maximized. The distribution morphology of catalytic nanoparticle dispersed on external surfaces is of key importance for maximized TPBs. Herein in situ grown nickel nanoparticle onto the surface of fluorite oxide is demonstrated employing gadolium-nickel co-doped ceria ($Gd_{0.2-x}Ni_xCe_{0.8}O_{2-\delta}$, GNDC) by reductive annealing. GNDC powders were synthesized via a Pechini-type sol-gel process while maximum doping ratio of Ni into the cerium oxide was defined by X-ray diffraction. Subsequently, NiO-GNDC composite were screen printed on the both sides of yttrium-stabilized zirconia (YSZ) pellet to fabricate the symmetrical half cells. Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) showed that the polarization resistance was decreased when it was compared to conventional Ni-GDC anode. Ex situ microstructural analysis using scanning electron microscopy after the reductive annealing exhibited the exsolution of Ni nanoparticles on the fluorite phases. The influence of Ni contents in GNDC on polarization characteristics of anodes were examined by EIS under H_2/H_2O atmosphere. Finally, the addition of optimized GNDC into the anode functional layer (AFL) dramatically enhanced cell performance of anode-supported coin cells.

P2-SB3-1 Colloidal Synthesis of Metal Nanoparticles as a Catalyst for SOFC Electrode

콜로이달 솔루션 합성법으로 만든 고체산화물 연료전지 전극촉매

서종수*, 이시원, 정우철
KAIST

While low-temperature solid oxide fuel cells (< 700°C) have gained much attention, the sluggish rate of electrochemical reactions at electrodes has limited their development. Here, we suggest a new solution to facilitate the electrode kinetics by using post-encapsulated composite catalysts, in which individual metal nanoparticles are surrounded by gas-permeable oxide shells. This strategy enables to use highly active metal catalysts, while preventing them from thermal agglomeration. As a first step to achieve this goal, we synthesized Pt and Ni nanoparticles (< 10 nm) via colloidal solution synthetic routes. A cationic surfactant has been carefully chosen to make selective nucleation of oxide shells around metal particles. The influence of process parameters, such as type of a surfactant, reaction time and temperature on the shape and size of metal particles was investigated, leading to understand detailed particle growth mechanism.

P2-SB3-2 Impacts of Dopants on the Catalytic Activity of doped CeO_2 Nanoparticles Synthesized by EDTA-citrate Method

EDTA-citrate 방법으로 합성된 이산화세륨 나노입자의 촉매특성에 미치는 도펀트의 영향

유정도[1]*, 이시원[1], 김경학[2], 배민석[1], 배중면[1], 한정우[2], 정우철[1]
[1]KAIST
[2]서울시립대학교

Rare-earth doped CeO_2 (ceria) has attracted much attention in applications of chemical and electrochemical catalysisgiven its unusual surface redox chemistry in combination with high oxygen storage capacity. Over the past few decades, there have been many attempts to improve the reactivity of ceria by tailoring its nanoscale architecture. To date, however, only limited studies have been reported showing the influence of dopants on the catalytic activity toward CO oxidation over ceria and their conclusions are even controversial. Here, both undoped and doped ceria nanoparticles, with well-defined geometry in terms of particle size, shape and surface area, have been synthesized through precise control of accessible process parameters of EDTA-citrate complexing method. After examining the physical and chemical attributes using a broad range of analytical tools, such as TGA, XRD, TEM, BET and ICP-MS, the CO oxidation reactivity over the ceria particles has been measured in a fixed bed reactor with a gas mixture of 1% CO and 20% O_2 in Ar. These results, in combination with density functional theory simulations, enable to reveal the key descriptors for the CO oxidation reactivity and suggest the optimal choice of dopants for ceria-based catalysts.

P2-SB3-3 Characterization of Hydrogen Membrane Fuel Cell by Applied the Amorphous Ni-Zr

비정질 Ni-Zr 다층구조를 적용한 HMFC

홍성관[1]*, 정우용[1], 박성범[2], 박용일[1]
[1]금오공과대학교
[2]동국대학교

현재 사용되고 있는 PEMFC는 구동온도범위에서 수분을 이용한 이온 전도메커니즘과 술폰산기에 의한 hopping 전도메커니즘에 의해 매우 높은 이온 전도도를 가진다. 하지만 사용되는 전해질인 Nafion®이 100°C 이상의 온도에서는 내부 수분의 증발로 인해 이온 전도특성이 급격히 감소하고 열적 파괴가 발생하는 결함을 가지고 있다. 그에 비해 PAFC는 사용온도가 150-200°C 정도로 PEMFC에 비해 비교적 높은 온도에서 구동이 가능하다. 또한 Toyota Corp.에서 일반적으로 사용하는 PAFC와 PEMFC와는 다른 형태인 on-board reformer 형태의 HMFC가 보고된 바 있다. 이에 본 연구에서는 100°C 이상에서 구동 가능한 인산 전해질과 GPTS-MPTS 유무기 복합 전해질을 사용하여 HMFC를 구성하고자 한다. 친수화 처리된 PTFE filter에 Phosphoric Acid(99%, H_3PO_4)를 담지한 Phosphoric Acid 전해질 막 및 GPTS-MPTS을 사용한 유-무기 복합 전해질 막을 구성하고, Porous Ni plate기판 상부에 비정질 $Ni_{64}Zr_{36}$막과 BCC구조의 높은 수소투과특성을 가지는 V, Nb과 접목시킨 다층구조의 $Ni_{64}Zr_{36}$/Nb, V/$Ni_{64}Zr_{36}$ 형성시켜 기존의 Pd을 대체하고자 한다. 하부전극 및 촉매로 Carbon cloth (E-tek, Pt loading 0.2 mg/cm^2)를 상부전극으로 구성한 Ni-Zr based Hybrid HMFC를 제작하고 fuel cell tester로 OCV 및 I-V curve를 측정하여 전체적인 cell의 효율을 평가하고자 한다.

P2-SB3-4 High Performance of Intermediate Temperature Solid Oxide Electrolysis Cells Using Layered Perovskite Electrodes

이중층 페로브스카이트 전극을 사용한 높은 성능의 중온 고체 산화물 수전해

전아름[1]*, 정동휘[1], 신지영[2], 김건태[1]
[1]UNIST
[2]동의대학교

In recently years, there has been an increased focus on the development of hydrogen technology as an alternative energy source to fossil fuels. Solid oxide electrolysis cells (SOECs) are one of the promising technology for the efficient production of H_2 that can produce hydrogen at a fast chemical reaction rate with relatively low electrical energy because electrolysis at elevated temperatures is advantageous for both thermodynamic and kinetic reasons. Recent significant interest in steam electrolysis has been largely concerned with high electrolysis performance, enhanced durability and reduced degradation issues. In conventional SOECs used for steam electrolysis, the single cell consists of three parts: porous air side electrode, dense electrolyte and porous fuel side electrode. The Ni-Yttria-stabilized zirconia (YSZ) composite cermet is generally used as fuel side electrode. But, the Ni-YSZ cermet causes irreversible and critical degradation under high steam and low hydrogen partial pressures. In this work, to obtain high electrolysis performance and enhanced durability without degradation, we present the use of layered perovskite electrodes on both sides with dense $La_{0.9}Sr_{0.1}Ga_{0.8}Mg_{0.2}O_3$ (LSGM) electrolyte.

P2-SB3-5 Electrophoretically Deposited $LaNi_{0.6}Fe_{0.4}O_3$ Perovskite Coatings for SOFC Interconnects

전기영동법에 의한 고체산화물 연료전지 연결재용 $LaNi_{0.6}Fe_{0.4}O_3$ 페로브스카이트 코팅층 제조에 관한 연구

NURHADISUKMAWALUYO[1]*, 송락현[2], 이승복[2], 임탁형[2], 박석주[2], 이종원[2]
[1]과학기술연합대학원대학교
[2]한국에너지기술연구원

An interconnect is a key component of solid oxide fuel cell (SOFC) stacks, which electrically connects the unit cells and separates fuel from oxidant (air). To mitigate degradation in the electrical properties at high temperatures, protective layers, such as spinel- and perovskite-type metal oxides, are generally coated on metallic interconnects. In this study, perovskite oxide coatings based on $LaNi_{0.6}Fe_{0.4}O_3$ (LNF) were fabricated on metallic interconnects (Crofer 22 APU) using an electrophoretic deposition process. Nano-sized LNF powders with a narrow size distribution were first synthesized by using the Pechini method, and then, electrophoretic deposition was conducted with various parameters (solid content in a solution, applied voltage, deposition time, etc.) to produce oxide coatings with low porosity and controlled thicknesses on Crofer 22 APU substrates. Our experimental results demonstrated that the LNF-coated metallic interconnects showed area-specific resistances as low as 7.0–29.1 mΩ cm2 at 800 ^{o}C, depending on the deposition parameters used and that there was no significant increase of the resistance during long-term testing.

P2-SB3-6 Synthesis of Li_2TiO_3 Nano-powder for Tritium Breeder by Ion-exchange and Solid-state Reactio

이온교환법 및 고상반응법을 통한 삼중수소 증식재용 Li_2TiO_3나노분말 합성

민경미*, 박이현, 조승연
국가핵융합연구소

리튬을 포함하는 세라믹은 핵융합로용 삼중수소 증식재로 잘 알려져 있다. 그중에서도 Li_2TiO_3는 화학적으로 안정하며 고온에서의 특성이 뛰어나 유력한 후보재료로 꼽힌다. 증식재의 입자 내부에서 생성된 삼중수소의 용이한 방출을 위해 미세한 크기의 입자를 가져야 한다. 또한 사용 후 증식재의 재활용을 위해서 Al, Co 등과 같은 장주기 핵종이 불순물로 포함되지 않아야 한다. Li_2TiO_3는 고상반응과 솔-젤에 의한 방법을 통하여 가장 많이 개발되었으며 최근에는 수열합성이나 가수분해 같은 액상법에 의한 방법도 많이 연구되고 있다. 본 연구에서는 이온교환법과 고상반응법을 통하여 Li_2TiO_3를 합성하고 비교 분석하였다. 이온교환법은 LiCl과 Na_2TiO_3를 출발물질로 증류수 기반의 용매에서 Li_2TiO_3전구체를 합성하였고 하소 과정을 거쳐서 Li^+과 Na^+의 이온교환에 의해 Li_2TiO_3분말을 얻었다. 또한 고상반응법은 Li_2O와 TiO_2 (anatase, rutile) 를 이소프로필알코올에 넣고 습식혼합 후 하소하여 Li_2TiO_3 분말을 얻었다.다양한 몰비 및 열처리 조건에 따라 합성된 분말의 결정구조, 입자 형상 및 크기, 불순물은 X-선 회절분석(XRD), 전계방출 주사전자 현미경(FE-SEM), 유도결합 플라즈마(ICP-OES)를 이용하여 분석하였다.그 결과, 각 합성법 별로 적절한 합성조건을 설정하였으며 장주기 핵종이 유입되지 않으며 미세한 고결정 Li_2TiO_3분말의 합성법을 확립하였다

P2-SB3-7 Sintering-resistant $Pt@CeO_2$ Nano-particles for a Methane Oxidation Catalyst

메탄 산화 촉매용 소결저항성을 갖는 백금@이산화세륨 나노입자

이시원*, 정우철
KAIST

Supported metal nanoparticles have been widely studied due to their importance in the field of catalysis, such as automotive emission control, hydrocarbon reforming, and electrocatalytic reactions. However, the metal particles in a small size are usually apt to sinter and grow into bigger particles under high temperature conditions, leading to the severe loss of catalytic activities. To avoid this problem, there have been many attempts to develop thermally stable metal catalysts but they still remain unsatisfactory. In this contribution, we address these issues through the application of an encapsulated composite structure, in which individual metal nanoparticles are surrounded by gas-permeable and catalytically active oxide shells. This geometry, in combination with rationally selected materials (Pt-CeO_2), enables to achieve both excellent catalytic activity and sintering resistance. The Pt nanoparticles were synthesized with a surfactant (TTAB) as a protective agent and subsequently $Pt@CeO_2$ core-shell nanostructures were successfully fabricated by an oxide-precipitation method. The morphologies of the catalysts were characterized by transmission electron microscopy (TEM). Then, the thermal stability of the $Pt@CeO_2$ up to 1173K and the catalytic activity toward methane oxidation were investigated. The implication of these results for the sintering-resistant nanoparticle catalysts is discussed.

P2-SB3-8 Research on Triboelectric Property of SnO_2 Thin Film to Improve Triboelectric Generator (TEG) Efficiency

마찰대전소자 특성 향상을 위한 SnO_2 박막의 마찰특성 연구

이노호*, 최병준, 안효진, 구본율
서울과학기술대학교

Energy harvesting의 한 분야로서 마찰 대전소자(Triboelectric generator; TEG)가 각광을 받고 있다. 이에 따라 마찰 대전에 사용될 수 있는 물질들의 마찰 대전 특성의 파악이 중요하다. TEG에 사용되는 물질들은 주로 PDMS, PET, KAPTON, PTFE등의 고분자를 사용하지만 반도체 물질의 마찰 특성에 관한 연구는 그리 많이 진행되어 있지 않다. 본 연구에서는 반도체 특성을 가지는 SnO_2 박막의 마찰 특성에 관하여 실험하였다. SnO_2 박막은 Atomic layer deposition (ALD)을 이용해 Si 기판 위에 한 뒤 Al 테이프를 Si기판 뒤에 전극물질로 사용 했다. 반대편 마찰 물질로는 FTO (Fluorine doped tin oxide)를 증착한 Glass와 ITO (Indume tin oxide)가 코팅된 PET를 각각 사용했다. 실험은 PET/SnO_2-/Glass 중 2개의 시편을 선택해 한쪽 시편은 아랫면에 고정 한 뒤 다른 한 쪽 시편을 스테핑 모터로부터 나온 팔에 고정 시켜 실험장치를 구성했다. 스테핑 모터는 회전각도 45°로 0.134 m/s의 속도로 왕복운동을 해서 2개의 시편이 수직 접촉 형태로 마찰을 시도했다. TEG 특성 측정은 오실로스코프를 이용해서 출력 전압을 측정 하였다. 대전열(Triboelectric series)에서, SnO_2는 전자를 잃고 (+)가 되는 경향을 보였으며 PET가 가장 (–)가 잘 되는 성향을 나타내었다. 결과적으로대전열 SnO2 - Glass-PET 순서로 오른쪽으로 갈 수록 접촉 시 (–)가 되는 성향이 강했다. 이는 대전열의 왼쪽으로 갈수록 전자를 잃는 성향이 강해서 인 것으로 보인다. 또한 ALD를 이용해 SnO_2 두께를 조절 해 가며Glass와 PET와 마찰 시, 두께가 증가함에 따라서 출력전압이 증가하는 성향을 보였다. 이는 SnO_2 층이 어느 정도 두꺼워야 충분히 전자를 잘 내놓을 수 있기 때문인 것으로 보인다.

P2-SB3-9 The Effect of Sintering Temperature on Microstructure and Thermoelectric Properties of Cu_2SnSe_3 Bulk Materials

소결온도가 Cu_2SnSe_3의미세구조및열전특성에미치는 영향

SIYAR MUHAMMAD*, 조준영, 한장원, 남재현, 박찬
Seoul National University

Energy production in a green environment is the focus of modern world research, to meet the world energy demands without affecting environment. The thermoelectric research is increasingly getting importance in the world's green energy, as it can produce electrical power from waste heat. We studied the effect of temperature on Cu_2SnS_3 during SPS sintering. The goal of this work is to find the optimum sintering conditions to control the microstructure for efficient thermoelectric Cu_2SnSe_3 materials. Cu_2SnSe_3 samples was prepared by high energy ball milling, and sintered via SPS, at various temperatures. The XRD spectra collected in range of 10 to 90 degrees, 2- theta confirmed the Cu_2SnSe_3 structure was successfully formed. The structure and morphology of the bulk samples were analyzed and observed using XRD and SEM respectively. The effects of temperatures on the Seebeck coefficient, electrical resistivity, carrier concentration and thermal conductivity will be presented.

P2-SB3-10 Magnetic Properties of Ferromagnetic Amorphous Fe-Ni-B Alloy

비정질 상자성 Fe-Ni-B 합금의 자기적 특성

김종학*
한국기초과학지원연구원

Magnetic Refrigeration기술은 Vapor-compression Refrigeration기술에 비해 냉동기가 compact하고, 소음이 없으며, 친환경적이고 에너지소모가 적은 냉동기술로 최근 관심이 집중되어 연구가 활발히 진행되고 있다. 1881년 Warburg가 Fe에서 자기열량효과(Magnetic caloric effect)를 발견한 후 1976년 Brown에 의해 가돌륨 금속(Gd)을 자기냉매로 사용하여 상온에서도 자기냉동이 가능함을 보여주었다. 가돌륨(Gd)과 같은 희토류 금속은 가격이 너무 고가이고 큐리 온도가 상온부분의 좁은 영역에 국한되어 자기열량효과(Magnetocaloric effect)현상을 보이며 물에 녹아서 장기적인 안정성에 문제가 있어 이를 대체할 물질의 개발이 필요하게 되었다.본 연구는 제조가 용이하고 제조단가가 Gd계열에 비해 저렴하여 상업화가 가능한 Fe를 기본으로 하는 $Fe_{85-x}Ni_{3+x}B_{15}$ 조성에X를 0,3,6,9,12 mole%로 첨가량을 변화시켜 Arc melting으로 합금하고, 합금된 시료를 다시 Graphite Crucible과 Boron Nitride Crucible과 넣어 유도가열용융 후 54 m/sec로 고속 회전하는 20 cm 지름의 Cu-wheel에 Ar-gas로 분사, 급속 냉각시켜 만든 비정질 금속리본의 제조하여 Crucible의 변화에 따른 미세구조와 자기적 특성조사를 통하여 자기냉동 재료로의 사용 가능성을 조사 하였다.

P2-SB4-1 Investigation of Electro-oxidation of Urea Fuel Cell Using Composite Nickel Catalyst

요소 연료전지 적용을 위한 복합 니켈 촉매 개발

Padmini Basumatary*, kakati nitul, Jatindranath Maiti, 윤영수
가천대학교

Urea has the potential of being source of hydrogen production and fuel cell power generator. Fuel cell running on urea fuel is cheap as well as environmental friendly. However, for commercialization it is yet to reach the milestone of good efficiency and quick activity. These could be made possible with fast catalytic activity catalyst. Nickel catalyst is very prominent as it is economical and also highly reactive. In this report $Ni(OH)_2$ nano cubic structure is fabricated along with MWCNT and analysed by cyclic voltammetry (CV), chronoamperometry (CA) and electrochemical impedance spectroscopy (EIS) tests. Here, the results of nano cubic nickel catalyst delivered onset oxidation potential of 0.24 V (vs. Ag/AgCl) and the peak current density is higher compared to the commercial Ni/C catalyst. The catalyst was further investigated by different characterization such as XRD, FTIR, and Raman Spectroscopy. TEM and SEM were also performed for morphological analysis.

P2-SB4-2 Enhanced Photocatalytic Activity of TiO_2 Nanorods/ FTO Achieved by Deposition of Reduced Graphene Oxide

환원그래핀산화물을 이용한 고효율 TiO_2 나노로드/FTO 전극

김현*, Vivek, 양비룡
금오공과대학교

Utilizing solar energy as driving force its long term goal for scientists and engineers to produce Hydrogen from water as it is the ultimate solution for global energy and environmental issues. Splitting of water into the hydrogen and oxygen has many bottlenecks to overcome. One of the key point is charge transfer stage which lead the redox reaction of water. Reduced graphene oxide has been considered a new approach to improve the charge transfer rate without direct or indirect recombination. Titanium dioxide significantly considered to be a promising photo-catalyst for hydrogen production system because of its remarkable properties such as a high chemical stability in severe environments, a relatively low toxicity and a cost. Incorporating titanium dioxide with the graphene oxide not only have unique advantages in suppressing the charge recombination but also unpaired π electrons on graphene oxide that can bond with surface Ti atoms of the titanium dioxide to form Ti-O-C bonding and extend the light absorption range of the titanium dioxide. In this work, reduced graphene oxides were chemically synthesized and drop-casted on the FTO glass. The TiO_2 nanorods were prepared by hydrothermal method. The morphology of TiO_2 nanorods/reduced graphene oxide/FTO photo-anode were investigated by FE-SEM, TEM. Furthermore solar hydrogen evolution was performed in the PEC cells.

P2-SB4-3 Enhanced Photocatalytic Activity Achieved by RGO/CuO Photocathode

태양광촉매 RGO/CuO 광전극

김현*, Vivek, 양비룡
금오공과대학교

Hydrogen evolution via water splitting in the photo-electrochemical cells is a clean technology. Recently a few groups have been studied dual photo-electrode system which is consisted of the n-type semiconductor photo-anode for water oxidation reaction and the p-type semiconductor photocathode for water reduction reaction. This system is having several advantages such as a without external bias for effective operation, a reducing on-set potential, a selectivity of reaction, a replacing counter electrode instead of Pt metal can reduce a cost compared with formal system which is semiconductor/metal which is specifically Pt. The CuO can be used as a p-type semiconductor due to its narrow band gap. However, it shows highly self-oxidation reaction by photo-excited electrons due to its reducing standard potential is located within its band gap. Ultimately self-oxidation of CuO reduce a faradaic efficiency of system. In this work, we demonstrate fabrication and analysis of RGO as a passivation layer coated CuO nanosheets on FTO glass substrate as a p-type photo-electrode. Morphology and microstructural properties of the RGO/CuO electrode was investigated by FE-SEM, XRD and HRTEM analysis. Photo-electrochemical properties were characterized by measuring photocurrents responses under both white and visible light illumination. The effect of passivation layer were also examined.

P2-SB4-4 CoO Deposited TiO_2 Nanorod/FTO for Efficient Water Splitting

태양광 물 분해용 CoO/TiO_2 나노로드/FTO 전극

김현*, Vivek, 양비룡
금오공과대학교

Multi-junction photo-electrode for overall water splitting is always challenging on the basis of electronic and thermodynamic requirements. A tandem nanostructure consisting of n-type and p-type semiconductors for overall water splitting is always desirable without external bias. It is very well known that titanium dioxide (TiO_2) nanostructures reported to have high chemical stability, low cost, abundance as well as the favorable band edge alignment with water redox potentials which make them a potential candidate as photo-anodes for water oxidation which have been extensively studied. CoO systems are not much studied widely because of its less stability and difficulty in selective preparation. The micro-powder state of CoO has a band gap of 2.6 eV with valence band lying way below with a value of ~3.5 eV. When it's changed to nano-crystalline state, band gap position changes drastically, enabling it for overall water splitting. The p-type CoO nano-structures could be an efficient photocathode. So by coupling CoO with TiO_2 with specific nanostructures could be crucial for overall water splitting. In the present work, we will compare the photo-catalytic activity of CoO nano-structure with TiO_2 nanorods. The nanostructures were characterized by XRD, FE-SEM and HRTEM analysis. Photo-electrochemical properties were characterized by measuring photocurrents responses under both white and visible light illumination.

P2-SB4-5 Effects on DPF Extrusion Performance by Degree of Substitution of Cellulose Derivatives

셀룰로스 유도체의치환도가 DPF 압출성능에 미치는 영향

권봉진*, 김태헌, 김두호, 최낙운
삼성정밀화학

자동차 배기가스 규제를 목적으로유럽연합(EU)에서 시행하는 "EURO X"가 2013년 6번째로 개정되며, "EURO 6"가 공표되었다. "EURO 5"에 비해질소산화물(NO_X)은 대형상용차 2.0 g/kWh → 0.4g/kWh로 1/5, 승용차 역시 0.18 g/km → 0.08 g/km로 절반 이하 수준이 되었으며, PM(Particulate matter)은대형상용차에서 0.02g/kWh → 0.01 g/kWh로 허용치가 절반으로줄었다. 유럽뿐아니라 많은 국가가 "EURO X" 제도를 도입하고 있으며, 대한민국의 경우 "EURO 6"를 2015년 1월 대형상용차부터 2015년 9월 중소형차까지 도입한다. 자동차 배출가스에 대한 규제이니 만큼, 자동차의 주요 제조국이자 선진국인 미국, 유럽및 일본 등의 국가에서는 "EURO 6" 규제를 따라 새로운 기술개발이 절실히 필요한 시점이다. 디젤차량의 배기가스 배출구에서 PM을 포집해주는 DPF (Diesel Particulate Flters)같은 경우, Cell의 공극을 줄여 그 수를 많게 하고, 또한 Cell 벽 두께를 더 얇게 생산함으로서 PM 포집효율을 극대화하여 "EURO 6" 규제에 만족할 수 있는 신제품의 개발에 힘쓰고 있다. 본 논문은 DPF 생산 時 결합제 및 보습제의 용도로 사용가능한 셀룰로스 유도체 (Cellulose eater derivates)에 관련된 것으로서, 셀룰로스 유도체의 치환도가 DPF 베토의 압출에 미치는 영향성을 검토하고자 한다. 좀 더 구체적으로는, 셀룰로스 유도체와 SiC(Silicon Carbide)間의 결합력(Binding Capacity) 및 윤활성(Lubrication)에 미치는 영향을 실험, 검토하여, 최종적으로 셀룰로스 유도체의 치환도가 세라믹 압출 특성에 미치는 최적범위를 고찰하고자 한다.

P2-SB5-1 Enhancing Thermoelectric Properties of Topological Insulator Bi_2Se_3 Nanoflakes by Increasing Surface Area to Volume Ratio

위상부도체 Bi_2Se_3 나노플레이크의 열전 특성

유솜이*
연세대학교

The efficiency of thermoelectric material can be defined by dimensionless thermoelectric figure of merit, $ZT = S^2\sigma T/\kappa$, where S is Seebeck coefficient, σ is electrical conductivity, κ is thermal conductivity, and T is temperature. Nanostructuring thermoelectric materials is expected to increase ZT, which can arise from increment in power factor ($S^2\sigma$) through quantum size effect and from reduction in κ through the interface or boundary scattering of phonon. Among nanoscaled thermoelectric materials, topological insulator (TI) of Bi_2Se_3 has possibility to improve ZT. In this study, we investigate the thermoelectric properties of Bi_2Se_3 nanoflakes. The single crystal Bi_2Se_3 nanoflakes are mechanically exfoliated from bulk Bi_2Se_3 with nanoscale thickness. E-beam lithography is used to pattern electrodes on the top surface of Bi_2Se_3 nanoflake and to make porous structure to expand metallic surface states. Bi_2Se_3 nanoflake is etched for a short time to make clean surface and after the etching, electrodes are patterned by metal deposition and lift-off. The Ohmic contact was consequentially improved. We observe enhanced power factors of single crystal Bi_2Se_3 nanoflakes with porous structure. The improved thermoelectric properties of TI Bi_2Se_3 nanoflakes are discussed with respect to dependence on surface area to volume ratio in detail.

P2-SB5-2 Different Thermoelectric Properties of Higher Manganese Silicide ($MnSi_{1.75-\delta}$) Caused by the Degree of Lattice Orientation

격자 배열 정도에 의한 Higher Manganese Silicide ($MnSi_{1.75-\delta}$) 에서의 열전 성능 변화

이휘종*, 김관식, 이우영
연세대학교

This study intends to figure out the effect of the degree of crystal orientation of *p*-type higher manganese silicide (HMS), $MnSi_{1.75-\delta}$, on its thermoelectric properties. The non-doped HMS polycrystalline bulks were prepared by a solid state reaction combined with the spark plasma sintering (SSR-SPS) method. During the SSR process, the HMS bulks were fabricated at several conditions by giving variety to temperatures and times in order to make a difference in the degree of c-axis orientation. The Lotgering factor was calculated from bulk X-ray diffraction (XRD) results to evaluate the crystallographic orientation of the samples after being sintered at higher than 900°C in vacuum. To consider the effect of pressure direction, the Lotgering factors were measured in two directions for each sample: perpendicular and parallel to the sintering pressure. The samples with different Lotgering factors reveal a variation in thermal conductivity (κ) and electrical conductivity (σ) in the temperature range of 373-873K. In the results, the thermoelectric properties are enhanced in both thermal conductivity and electrical conductivity when it measured at c-axis orientation. According to the relationship between the Lotgering factor and thermoelectric properties in HMS, it is believed to be able to optimize fabrication condition of high performance HMS.

P2-SB5-3 Thermoelectric Properties of Magnesium Silicide Doped with Various Elements

다양한 원소 도핑에 따른 마그네슘 실리사이드의 열전 특성

김관식[1]*, 김정민[1], 이휘종[1], 김병욱[2], 곽진우[2], 여인웅[2], 이규형[3], 김성웅[4], 이우영[1]
[1]연세대학교
[2]현대자동차
[3]강원대학교
[4]성균관대학교

We investigated the thermoelectric properties of Mg_2Si polycrystalline bulks doped with various elements (e.g., B, Bi, Al, Sb, and In). The bulks were synthesized by using a solid state reaction method combined with the spark plasma sintering technique. The study aims to demonstrate a doping strategy for simultaneous manipulation of electronic and thermal transport properties by the formation of multiple point defects. We found that the addition at Mg sites stabilizes the doping on Bi sites and then phase formation behavior and electronic structures can be controlled. In their electronic and thermal transport properties, enhanced power factor and reduced lattice thermal conductivity were obtained. These were caused by an increase in the Seebeck coefficient benefiting from an enhancement of the density of states effective mass and intensified point-defect phonon scattering originating from the mass difference between the host Si atoms and Bi dopants, respectively. By these synergetic effects, a peak ZT of 1.02 was obtained in $Mg_{1.96}Al_{0.04}Si_{0.97}Bi_{0.03}$ at 873 K. It was demonstrated that both electronic and thermal transport properties of Mg_2Si-based thermoelectric materials could be controlled by a compositional tuning approach.

P2-SB5-4 Microstructure and Thermoelectric Properties of $Ca_{1-x}Sm_xMn_{1-y}W_yO_{3-\delta}$

$Ca_{1-x}Sm_xMn_{1-y}W_yO_{3-\delta}$의 미세구조 및 열전 특성

차재성*, J. W. Seo, D. A. Hakeem, 김현민, 박경순
세종대학교

$Ca_{1-x}Sm_xMn_{1-y}W_yO_{3-\delta}$($0.05 \le x \le 0.25$ and $0.05 \le y \le 0.2$) samples were prepared by the solid-state reaction technique. The partial substitution of Sm^{3+} for Ca^{2+} and of W^{6+} for Mn^{4+} significantly increased the electrical conductivity. The $Ca_{1-x}Sm_xMnO_{3-\delta}$ showed metallic behavior, $d\sigma/dT < 0$, whereas the $CaMn_{1-y}W_yO_{3-\delta}$showed semiconducting behavior, $d\sigma/dT > 0$. The sign of the Seebeck coefficient was negative over the entire temperature range for all samples, indicating n-type conduction. The absolute value of the Seebeck coefficient became greater with increasing temperature. At the same time, the absolute value of the Seebeck coefficient decreased with increases of the Sm^{3+} and W^{6+} contents, mainly due to an increased electron concentration. We improved the thermoelectric properties by substituting Sm^{3+} for Ca^{2+} and W^{6+} for Mn^{4+} in $CaMnO_3$.

P2-SB5-5 Preparation of Doped$Bi_2Te_{2.7}Se_{0.3}$ Polycrystals by a Spark Plasma Sintering Process

Spark plasma sintering (SPS)공정에의한n형 $Bi_2Te_{2.7}Se_{0.3}$나노구조체의 첨가제 연구

이유성[1]*, 최순목[1], 이규형[2], 이순일[3], 김일호[4], 서원선[3], 양승호[5], 박재성[5]
[1]한국기술교육대학교
[2]강원대학교
[3]한국세라믹기술원
[4]한국교통대학교
[5]희성금속

N형 Bi_2Te_3 열전반도체의 특성이 p형보다 열등한데, 특히 제조공정의 한계로 기계적강도가 약하고 batch 내물성 편차가 심하다. 본 연구에서는 단결정 제조공정을 한계를 극복하고자 나노 구조의 입자를 SPS를 이용해 소결하여 다결정의 n형 $Bi_2Te_{2.7}Se_{0.3}$벌크체 제조에 관한 연구를 수행하였다. 다양한 고온 용융공정을 통해 소재를 합성하였으며, 이후에 high energy ball-mill 기술과 SPS 소결법을 통하여 나노구조 소결체를 제조하였다. 다결정 소결체 내부 물성 편차의 주요원인으로 생각되는 점결함 (point defects, V_{Te}^{2-}, V_{Se}^{2-}) 들을 제어하고자 다양한 첨가제 연구를 병행하여, p형 물성에 버금가는 n형소재의 물성향상을 통해 상온열전모듈 기술개발에 기여하고자 하였다.

P2-SB5-6 The Thermoelectric Properties of Nanostructured Bulk Copper Selenide

나노구조의 벌크 Copper selenide의 열전특성

조준영*, 한장원, 신수영, 박찬
서울대학교

Thermoelectric (TE) materials, which can directly convert heat energy to electrical energy through the Seebeck effect, are expected to help save energy by utilizing waste heat from many sources. Thermoelectric efficiency is generally determined by the dimensionless thermoelectric figure of merit ; $zT = S^2T/\rho(k_L+k_C)$, where S is the Seebeck coefficient, ρ is the electrical resistivity, T is the absolute temperature, k_L is the lattice thermal conductivity and kc is the carrier thermal conductivity. Recently, $Cu_{2-x}Se$ was reported to be one promising candidate for the TE material with high efficiency, due to the "phonon-liquid electron-crystal" (PLEC) concept with a high charge carrier mobility and a low lattice thermal conductivity. The advantages of liquid-like copper ions include very strong phonon scattering as well as the additional reduction of specific heat due to the suppression of transverse phonon modes. In this study, to investigate the TE properties of nanostructured $Cu_{2-x}Se$, $Cu_{2-x}Se$ nanoparticle were prepared using mechanical-alloying. And then, spark plasma sintering was used to fabricate bulk nanostructured $Cu_{2-x}Se$. XRD analyses were used to identify the phases of the sintered samples, and the microstructure of each sample was observed by FE-SEM and EBDS. The Seebeck coefficients, electrical conductivities and thermal conductivities were measured and used to study the TE properties of nanostructured bulk $Cu_{2-x}Se$.

P2-SB5-7 Thermoelectric Transport Properties in TiO_2-MWCNT Nanocomposites

산화아연-탄소나노튜브 복합체의 열전수송특성

임영수[1]*, 서슬기[2], 남우현[3], 서원선[4], 조용수[5], 이정용[3]
[1]부경대학교
[2]에너지환경소재본부
[3]KAIST
[4]한국세라믹기술원
[5]연세대학교

We report charge transport and thermoelectric properties in TiO_2-MWCNT nanocomposites. The TiO_2-MWCNT nanocomposites were prepared by spark plasma sintering of TiO_2 nanoparticles (P25) and MWCNT mixed by using ball milling in DMF solution. Charge transport properties in the nanocomposites were governed by the percolation of MWCNT and also by the charge transfer at the junction via 3-dimensional variable hopping mechanism. The nanocomposites showed n-type Seebeck coefficients in all experimental conditions. Thermoelectric properties of the TiO_2-MWCNT were characterized up to 1050 K. Details in the charge transport and thermoelectric properties in the TiO_2-MWCNT nanocompositesare presented.

P2-SB5-8 Decoupling Effects of Ce on Thermoelectric Properties in $In_{0.2}Ce_xCo_4Sb_{12}$ ($0 \leq x \leq 0.2$) Skutterudites

Eun-Ji Meang[1,3]*, Soonil Lee[1], Won-seon Seo[1], Il-Ho Kim[2], Hae Jin Hwang[3]
[1]한국세라믹기술원
[2]한국교통대학교
[3]인하대학교

In this study, we investigated the thermoelectric properties of double-filled $In_{0.2}Ce_xCo_4Sb_{12}$ skutterudites to further understand the rattling effect and the role of Cerium (Ce). $In_{0.2}Ce_xCo_4Sb_{12}$ compounds were synthesized by using encapsulated induction melting method and then annealed for phase stability. The phase homogenization was followed by Spark Plasma Sintering (SPS) method. Through X-ray diffraction all $In_{0.2}Ce_xCo_4Sb_{12}$ ($0 \leq x \leq 0.2$) samples were nearly phase pure skutterudite structure with a very small amount of $CoSb_2$ phase. To better understand the effect of fillers, such as Indium (In) and Ce, the nonstoichiometry was determined through an Electron Probe Micro-Analysis (**EPMA).** We observed that with increasing Ce as a filler the carrier concentration increased, and thereby increased the electrical conductivity and lowered the absolute Seebeck coefficient. It is also found that Ce is more effective to increase the electrical conductivity with less negative influence on the Seebeck coefficient. With constant In content, the lattice thermal conductivity decreased with increasing Ce concentration, indicating phonon scattering by the rattling effect. Subsequently, an enhancement in the power factor and figure of merit (ZT) was observed, and thereby obtained a maximum value of ZT~1.30 for $In_{0.2}Ce_{0.125}Co_4Sb_{12}$ at 773 K. Collectively, it is anticipated that the Ce filler is good to enhance the decoupling effect on the thermoelectric properties.

P2-SB5-9 Investigation of New *p*-Type Oxide Thermoelectric $Li_{1-x}NbO_2$

Jamil Ur Rahman[1,2]*, Soonil Lee[1], Chang-Hyun Lim[1], Won-Seon Seo[1], Ali Hussain[2], Myong Ho Kim[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]창원대학교

We investigated the thermoelectric properties of a new *p*-type oxide thermoelectric material ($Li_{1-x}NbO_2$, with $x = 0$-0.8). The compositions were synthesized through solid state sintering method under reducing atmospheres. At low temperatures, a significant enhancement in the electrical conductivity was observed for up to $x = 0.2$ and then decreased. However, with increasing temperature the electrical conductivity showed a metallic behavior with a transition of the conduction mechanism. On the other hand, the Seebeck coefficient increased with increasing temperature. The increase in Seebeck coefficient led to an enhancement in the power factor of $Li_{1-x}NbO_2$. It was also found that the Seebeck coefficient decreased gradually with increasing Li vacancy concentration and showed *n*-type for x=0.6 and 0.8 at high temperatures attributing to Nb substitution into Li site. The thermal conductivity was substantially reduced with increasing temperature. The increase in Seebeck coefficient and decrease in thermal conductivity with increasing temperature resulted in an improvement in the figure of merit (ZT). These results suggest that the $Li_{1-x}NbO_2$ can be considered as a new promising candidate material for thermoelectric applications, especially for co-processing with *n*-type oxide thermoelectrics fabricated under low oxygen partial pressure conditions.

P2-SB5-10 Charge Transport Anisotropy in Highly Textured $Ca_3Co_4O_9$ Thermoelectric Ceramics

Chang-Hyun Lim[1,2]*, Soonil Lee[1], Soon-Mok Choi[3], Won-Seon Seo[1], Hyung-Ho Park[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]연세대학교
[3]한국기술교육대학교

The $Ca_3Co_4O_9$ ceramics were synthesized with $CaCO_3$ and Co_3O_4 powders by the solid state method and sintered by hot press method to investigate the anisotropic effect on thermoelectric properties, which were measured in three directions, such as in-plane, out-of-plane, and 45 degrees out-of-plane. The highly textured microstructures were confirmed by a scanning electron microscopy and the degree of orientation for the $Ca_3Co_4O_9$ ceramics was estimated by Lotgering factor. As a result, electrical conductivity and thermal conductivity were increased with decreasing the degree of measurement direction owing to the crystal anisotropy and/or grain boundary effects, and the temperature dependence showed a polaron hopping conduction at high temperature. It is also noted that Seebeck coefficient systematically changes with the measurement direction around 900 K, indicating presumably a trade-off between DOS effect and effective mass effect depending on temperature due to the layered structure of $Ca_3Co_4O_9$. For the figure of merit (ZT), the in-plane measurement showed the highest ZT value due to its high electrical conductivity.

P2-SB6-1 A Study on the Application Limestone Sludge to the Flue Gas Desulfurization Process

석회석 슬러지의 배연탈황 공정 적용에 관한 연구

서성관*, 주용식
한국세라믹기술원

배연탈황기술은 화력발전소에서 발생하는 SO_2가스를 제거하는데 효율적인 방법이다.배연탈황이란 흡수 (Absorption), 흡착 (Adsorption), 산화 (Oxidation)및 환원 (Reduction) 등의 원리를 이용해, 연소 후 배기가스 중에 포함되어 있는 SOx를 제거하는 기술을 말한다. 또한 배연탈황기술은 탈황제의 수분량에 따라 건식법과 습식법으로 나눌 수 있으며, 국내에서는 석회석 슬러리를 탈황제로 사용한 습식배연탈황 기술을 주로 사용하고 있다. 습식 배연탈황법의 기본적인 탈황반응은 석회석의 용해과정을 포함하고 있으며, 이는 용해된 석회석이 배기가스 중의 황성분과 반응하여 이수석고로 생성되는 반응이다. 하지만 천연광물인 석회석은 최근 들어 그 매장량에 한계를 드러내고 있는 실정이며, 석회석을 대체할 수 있는 탈황제 개발이 활발히 수행되고 있다. 따라서 본 연구에서는 화력발전소에 사용하고 있는 석회석의 사용량 저감 및 제철산업 부산물인 석회석 슬러지의 재사용을 위하여 석회석 슬러지의 탈황제 적용 가능성을 검토하고자 하였다. 석회석 슬러지의 탈황제 적용 가능성 검토방법으로는 석회석 슬러지의 입도 및 사용량에 따른 SO_2가스 제거 속도와 습식탈황 공정 부산물인 이수석고의 생성량을 비교·분석하였다.

P2-SB6-2 Fabrication of Ceramic UF Membrane on Ceramic Support Using Boehmite Sol for Water Treatment

베마이트 졸을 이용하여 세라믹 지지체에 수처리용 UF 막의 제조

박준홍[1]*, 황광택[1], 남산[2], 김진호[1], 한규성[1], 조우석[1]
[1]한국세라믹기술원
[2]고려대학교

현재 세계는 물 부족 현상이 심화되고, 수질 오염으로 인해 물 산업의 중요성이 부각되고 있다. 지구상의 물을 부피로 환산한 13억5, 700만 km3 중 담수는 3, 500만 km3 로 전체의 2.6%에 불과하며, 담수 중에서도 이용 가능한 지하수와 표층수의 양은 약 30.5% 수준에 머물고 있다. 또한 인구 증가와 산업화 등으로 물 수요가 급증하고 있는 점도 물 부족현상을 심화시키고 있는데 2025년에는 약 27억 명이 담수 부족에 직면하게 되며, 전세계 국가의 20% 가량이 심각한 물 부족 사태를 겪을 것으로 전망하고 있다. 이러한 물 부족 사태를 해결하기 위해 막 여과 공정을 사용하여 폐수/하수를 처리 할 수 있는데, 막 여과 공정은 농도차에 의해 분리하기에 에너지가 적게 들 뿐만 아니라 안정성이 우수하고 설치면적이 작으며, 원수의 수질조건에 구애받지 않고 막의 분리 기공보다 큰 물질의 확실한 제거와 장기간 사용이 가능하다는 장점이 있다. 본 연구에서는 공정 단축과 비용 절감을 위하여 지지체 자체를 MF 층으로 제조하고, 점도를 조절하여 중간층이 없이 단일의 UF층을 지지체 위에 직접 코팅하였다. 코팅 물질로 사용되는 sol은 boehmite powder를 사용하여 졸-겔법으로 합성하였다. XRD 및 SEM 분석을 통해 boehmite 상의 형성 여부를 확인하였고, dip-coating 조건을 조절함으로서 형성되는 UF 층의 두께변화를 SEM을 통해 분석하였다. 코팅 후 열처리 과정을 통해 기공크기를 조절하였으며, SEM과 Porosimeter를 통해 기공크기와 기공율을 분석하였다. 그리고 표준용액을 통해 UF막의 탁도 제거 효과와 flux를 측정하였다.

P2-SB6-3 Surface Modification of Ceramic Membranes for the Application toward Water Treatment

수처리 성능향상을 위한세라믹 분리막의 표면개질 기술

이종만*, 하장훈, 송인혁
재료연구소

Ceramic membranes have become of particular interest in water purification due to their excellent thermal, chemical and mechanical stability. To this end, the significant limitations in polymeric membranes could be successfully overcome by the application of ceramic membranes to many industrial processes. Higher hydrophilic property of ceramic membranes has been also speculated to contribute to lower membrane fouling compared to polymeric membranes. However, the serious membrane fouling by foulants in water seemed inevitable regardless of materials consisting of membranes. Surface modification of ceramic membranes would therefore be necessary to relieve the severe membrane fouling from various foulants in water, to prolong the membrane lifetime, and to improve filtration efficiency. In this presentation, we will talk about the requirement for surface modification of ceramic membranes and characterization of functionalized membranes. Importantly, the effect of coating materials on filtration performances will be discussed with respect to flux behavior during membrane filtration.

P2-SB7-1 SnO_2 Nano-rods on α-Fe_2O_3 Nano-barrles with Reduced Graphene Oxide as an Anode for Lithium Ion Battery

리튬 이온 전지 음극을 위한산화주석이 코팅된 산화철 나노튜브

이강수[1]*, 서푸른[2], 박세용[2], 윤영수[2]
[1]연세대학교
[2]가천대학교

리튬 이온 이차전지의 흑연 음극 활물질은 낮은 용량 (~374 mA h g^{-1})으로 발전하는 휴대 기기들의 요구사항을 충족시키지 못하고 있다. 최근, 이를 해결하기 위하여 metal oxide계열의 음극활물질의 연구가 활발히 이루어지고 있다. Metal oxide 중 Fe_2O_3와 SnO_2는 가격 경쟁력, 환경 친화적, 높은 이론용량 (Fe_2O_3: ~1007 mA h g^{-1}, SnO_2: 782 mA h g^{-1}) 특성을 가지고 있어 흑연계 음극을 대체할 유망한 음극재료이다. 하지만, Fe_2O_3와 SnO_2가 음극 활물질로 사용될 경우 높은 비가역 용량, 낮은 전기 전도도, 충-방전 과정 중의 부피팽창으로 인해 전지 성능이 급격히 감소된다. Fe_2O_3 nano-barrels표면에SnO_2를 성장 한 뒤 RGO에 분산시켜 다양한 구조별 전기화학 특성을 비교 분석하였다. Fe_2O_3 nano-particle보다 Fe_2O_3/SnO_2/RGO시편에서 rate와 cycle특성이 향상 되었는데, 이는 충-방전 중 발생하는 부피팽창을 RGO가 효과적으로 완화시켜 주었을 뿐만 아니라 전기 전도도를 개선 시켜준 것으로 분석된다.

P2-SB7-2 Study of Binder and Electrolyte Effects on Fe_2O_3 Anode Materials in Lithium-ion Batteries

리튬이온전지용 Fe_2O_3 음극재에서 바인더와 전해액 효과 분석

곽호영*, 김원식, 최종현, 홍성현
서울대학교

현재 상용화되어있는 리튬이온 전지의 음극재인 흑연은 재료가 갖는 낮은 이론 용량 때문에 고용량, 고출력 배터리 적용에 걸림돌이 되고 있다. 이를 대체하기 위한 재료로써 Fe_2O_3는 상용화된 흑연에 비해 2.5배 이상의 높은 이론용량을 가질 뿐 아니라 친환경적이고 낮은 가격 때문에 많은 주목을 받고 있다. 그러나 충·방전 과정 중 발생하는 Fe_2O_3의 부피팽창 문제는 활물질(Fe_2O_3)과 집전체와의 접착력을 떨어뜨리고 배터리 용량과 수명감소의 원인이 된다. 충·방전 과정 중 생성되는 solid electrolyte interface(SEI) layer는 활물질의 구조 유지 및 활물질과 집전체의 접착력에 영향을 끼친다는 연구가 보고된 바가 있다. 따라서 더욱 안정적인 cycle 특성과 고용량, 고출력의 배터리 구현에서 균일한 SEI layer를 형성시키는 것은 매우 중요하다. SEI layer의 형성은 바인더와 전해액에 따라 차이를 갖기 때문에 향상된 전기화학적 특성을 위해서 음극재에 최적화된 바인더와 전해액 선택이 필요하다. 본 연구에서는 Fe_2O_3음극재에 대해 4종류의 바인더(PVDF, CMC, PAA, CMC+PAA)와 3종류의 전해액($LIPF_4$ in EC:DEC:DMC = 1 : 1 : 1, $LiPF_4$ in EC:DEC:DMC + 2% VC additive, $LiPF_4$ in EC:DEC:DMC + 10% FEC additive)의 전기화학 특성을 각각 비교, 분석하였고, 이를 통해 최종적으로 Fe_2O_3음극재에 최적화된 바인더와 전해액을 제안하고자 한다.

P2-SB7-3 Yolk-shell $NiMoO_4$ Powders for Anode Material in Lithium Ion Batteries

$NiMoO_4$ 난황 구조체를 이용한 리튬 이온 배터리 음극 물질의 설계

정현묵*, 안지현, 박기대, 강윤찬, 이종흔
고려대학교

Nanocrystalline metal oxides with high specific surface areas have various advantages in rechargeable lithium ion batteries (LIB) owing to their cyclability, capacity and rapid charge–discharge kinetics. In this study, yolk-shell structured nickel molybdates ($NiMoO_4$) anode material for LIB were prepared by one-pot spray pyrolysis method. Yolk-shell structured $NiMoO_4$powders showed very high specific surface area (60.2m2g-1) and initial discharge and charge capacities at the current density of 1000 mAg-1 areas high as 1630 and 1250 mAhg-1, respectively. After 100 cycles, the cell using yolk-shell structured $NiMoO_4$anode was still capable of delivering 1170 mAhg-1. In contrast, the capacity of the cell prepared from dense $NiMoO_4$spheres significantly decreased. The enhancement of cycle performance was discussed in relation to the distinctive morphology of yolk-shell nanospheres.

P2-SC1-1 Spark Plasma Sintered Ultrafine Hydroxyapatite Bioceramics

통전 가압 소결(SPS)법에 의해 소결된초미세구조의 Hydorxyapatite

한영환*, 김석영
영남대학교

Hydroxyapatite (HA), chemical formula $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$, is the main inorganic component of bone and tooth minerals. HA can adhere directly to hard tissues, such as bone and teeth, as well as to soft tissues, such as skin and muscular tissues, without the formation of an intermediate layer. Despite the excellent biomedical properties, however, dense bulk HA ceramics are rarely used owing to their inferior mechanical properties of low strength and low impact resistance. To enhance the mechanical properties of dense HA ceramics, a microstructure consisting of fine grains and low residual pores is required after sintering. The presence of fine grains and low porosity in HA ceramics also improves the optical properties. Therefore, the preparation of transparent polycrystalline HA ceramics with man-sized grains is important for direct observations of the in vivo interactions with proteins and/or cells.

P2-SC2-1 Synthesis and Sintering of Nano-sized HfC-HfB_2- based Composite Powders for UHTC Applications

UHTC용 HfC-HfB2 기반의 복합체 나노 분말의 합성 및 소결

서상원*, 강신후, 한지선, 하대권
서울대학교

Nano-sized HfC-HfB_2 composite powders with different phase constitutions were synthesized via high energy milling and subsequent boro/carbo-thermal reduction of milled powder mixtures of HfO_2, B_2O_3 and graphite as raw materials. To demonstrate the effect of SiC as a sintering additive on the sintering behavior of HfC-HfB_2-based composite powders, HfC-HfB_2-SiC (3 Vol.%SiC) composite powders were prepared through the same route by adding Si powder to the raw materials. Such nano HfC-HfB_2-based composite powders rapidly were consolidated by spark plasma sintering technique. The consolidated composites were compared each other in terms of densification, microstructure, mechanical properties and oxidation resistance.

P2-SC2-2 Thermal Characteristics of Ceramic Sol Bonded Castable

Ceramic sol 결합 castable의 열간특성

최준원*, 정병욱, 고진석, 이석근
한국내화(주)

턴디쉬 영구장용 내화재료는 수명 향상을 목적으로 시멘트 함량을 감소하는 추세에 있으며, 7%~2%까지 감량된 LCC(Low-cement castable)가 주로 사용되고 있지만 시멘트 주요성분인 CaO는 열간특성을 저하시키므로 Ceramic sol 결합구조인 NCC(No-cement castable)가 개발되어 사용되고 있다. 본 연구에서 Silica sol를 결합재로 사용한 NCC를 제작하여 테스트를 실시하였다. 그 결과 주요 손상요인은 열간에서 팽창/수축으로 인한 열적 스폴링으로 판단되며 열간에서 안정성을 향상시키기 위해 Mullite를 적용하고 종류별 특성을 비교하였다. Silica sol의 경우 SiO_2=30%를 사용 하였으며 열간강도, 열간선변화율, 내스폴링성을 평가하였다. 스폴링 시험의 경우 가열 50분, 수냉 5분, 공냉 5분을 1회로 총 20회 실시 하였으며, 1, 5, 10회에서 압축강도를 측정하여 강도저하율을 계산하였다. 시험결과 고순도 Mullite 원료 적용과 열간팽창인자의 저감으로 열간에서 팽창/수축의 변폭이 약 15% 향상되었으며, 강도저하율 및 내스폴링성이 약 20% 정도 우수한 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 열간에서 안정적인 고순도 Mullite 원재료를 적용하여 매트릭스의 안정성이 향상된 것으로 판단되며 실로 적용 시 개선 효과가 기대된다.

P2-SC2-3 Optimization of Flow Behaviors of Carbon Suspension

카본 현탁액의 유동 특성 최적화

김영훈*, 박준영, 김우형, 고진석, 이석근
한국내화(주)

카본블랙이 분산된 현탁액은 잉크, 프린트 토너, 이형제, 화장품 등 광범위한 산업 분야에서 활용되고 있다. 해당 제품들의 물성을 최적화하기 위해서는 액상 매체에 카본블랙의 적절한 분산이 요구되지만 소수성이 강한 특성으로 인해 어려움이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 카본블랙의 표면을 개질하여 친수성을 부여하였으며, 이를 위해 분자량이 다른 나프탈렌계 분산제(A, B)를 적용하였다. 카본블랙 입자를 효과적으로 수분산 시키기 위하여, 분산제 첨가량을 달리하여 용해시킨 수용액에 카본블랙 입자를 투입하고 Plate를 이용하여 900 rpm의 속도에서 10분간 Pre-mixing 후, Planetary mill을 통해 300rpm 조건에서 20분간 분산시켜 현탁액을 제조하였으며, 분산성을 확인하기 위해 점도계와 Camscope를 활용하여 점도 및 건조 표면 특성을 비교 평가하였다. 점도 특성을 분석한 결과, 현탁액의 점도는 분산제 함량이 증가할수록 낮아지다가 일정 함량 이후 오히려 증가하였으며, 분산제 A는 함량이 6~10wt%, 분산제 B는 함량이 10~14wt%일 때 가장 낮은 점도를 나타내었다. 또한 건조 표면 특성 역시 동일한 첨가량 범위에서 Crack 발생이 최소가 되는 것으로 확인 되었다.

P2-SC2-4 Thermal Properties Improvement of the MgO Doped Alumina for Heat Storage Materials

알루미나 축열체의 열특성 향상

박준영*, 김우형, 고진석, 이석근
한국내화(주)

산업체에서 발생되는 폐열은 여러 지역에서 대량으로 존재함에도 불구하고 적절한 열공급처와 열수요처의 불균형 및 배관을 통한 열수송시의 막대한 비용의 소요, 이외에 폐열회수 이용에 대한 기술력 부족으로 인해 지금까지 상용화되지 못하고 있다. 그러나 산업의 발전으로 인해 에너지 절감이 요구되면서부터, 사용되지 않고 있는 중저온 폐열의 축열 및 열택배 기술에 대한 관심이 증가하고 있다. 본 연구에서는 폐열이 가장 많이 발생하는 산업인 제철소에서 발생하는 폐열은 약 350°C의 열원으로, 고체축열체를 사용한 효율적인 열원공급을 위해 각 축열재질의 XRF와 SEM, 열공급에 필요한 특성인 비열 및 열전도율을 분석하였고, 열택배 컨테이너의 부피에 따른 열효율을 확인하기 위하여 각 축열재질의 물성을 분석하였다. 또한 첨가제에 의한 열특성 변화를 관찰하여 열택배 기술에 필요한 열적 물성 증감효과를 확인하였다. 그 결과 축/방열 성능이 가장 우수한 축열재질은 Alumina질로 확인되었으며, 비열과 열전도율이 각각 0.26kcal/kg?^{o}C와 27W/m?K를 나타냈다. Alumina질 축열체의 보다 높은 물성을 향상시키기 위해 첨가되는 MgO는 Alumina 소결 중 입자성장의 성장속도를 감소시키고 결정의 이상성장을 억제시키는 효과를 발현하여 결정 내 기공형성의 감소를 촉진시키므로 기존 Alumina 축열체의 비열 및 열전도율보다 약 4% 향상된 특성을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

P2-SC2-5 The Improvement of Thermal Shock Resistance of SiC Containg Castable for Iron-making

제선용 비산화물계 castable의 열충격저항성 향상

김우형*, 박종근, 고진석, 이석근
한국내화(주)

Al_2O_3-SiC-C계 castable은 높은 강도, 내열 충격성, 내마모성 및 내식성으로 고로의 용선탕도와 슬래그탕도용 내화물로 사용되어져 왔다. 이 중 용선낙구 부위는 용선탕도의 끝 부위로 대기 중에 노출되어 있기 때문에 특히 우수한 강도 및 내스폴링성이 요구된다. 본 연구에서는 Al2O3-SiC-C계 용선낙구용 castable에서 발생하는 사용 중 crack 발생에 의한 수명저하를 최소화 시키고자 분산제를 변화시키고, 적정 입도를 찾고자 시험하였다. 최적 분산제 시험을 위해 인산계, 폴리에틸렌계, 나프탈렌계 3종의 분산제를 fume silica, carbon, calcined alumina, alumina cement 등 각각 원재료에 첨가하여 flowability를 측정하였다. flowability를 통하여 원료에서의 분산 특성을 판단하였으며, 제품 미분부에 각각의 분산제를 일정비율로 혼합하여 최적 분산제의 비율 및 양을 결정하였다. 또한 입도에 따른 스폴링 시험(1, 400°C × 1 h, 수냉 5 min, 공냉 5 min)을 진행하였다. 이를 통해 첨가 수분량을 감소시킬 수 있었으며, 압축강도 및 곡강도 및 내 스폴링성을 향상 시킬 수 있었다.

P2-SC3-1 Investigation of Geometry Factors in Measurement of Thermal Diffusivity of SiC Composite Tube

SiC 복합체 튜브의 열확산도 측정을 위한 형상 인자 연구

정연수*, 김대종, 이현근, 박지연, 김원주
한국원자력연구원

후쿠시마 사고 이후 설계기준사고 이상의 중대사고 상황에서도 안전성을 확보 할 수 있는 SiCf/SiC 복합체와 단미 SiC로 이루어진 경수로용 세라믹 핵연료 피복관에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 핵연료 피복관은 핵연료의 핵분열로 인해 발생하는 핵분열생성물의 냉각수로의 누출을 막아주고, 핵분열로 발생한 열을 효과적으로 냉각수로 전달하는 역할을 한다. 따라서 세라믹 핵연료 피복관의 열전도도 평가는 핵연료 피복관의 적용을 위한 필수 설계 요건이다. 그러나 복합체의 경우 이방성을 가지며, 형태에 따라 제조 방법이 다르기 때문에, 판형 등의 단순한 형태로부터 정확한 열전도도를 도출하기 힘들다. 또한 피복관의 경우 곡률반경이 5 mm 이하의 관형이기 때문에 열전도도 측정 방법에 많은 제약이 따른다. 본 연구에서는 널리 사용되는 레이저 섬광 방법(LFA)을 통해 SiC 복합체 피복관의 열확산도를 평가하고자 하였다. SiCf/SiC 복합체와 단미 SiC로 이루어진 복합체와 비슷한 열확산도를 가지는 304 스테인리스강을 이용하여, 곡률반경과 두께의 차이에 따른 열확산도 값 변화를 관찰하였으며, 이를 바탕으로 도출된 형상 인자로부터 SiC 복합체 관의 열확산도를 평가하였다.

P2-SC3-2 Effects of the Processing Parameters in the Chemical Vapor Deposition on Properties of Ta_xC_y Coating

Ta_xC_y 코팅의 특성에 미치는 화학기상증착 변수의 영향

정상민[1]*, 윤순길[2], 우창현[3], 이현근[1], 김원주[1], 박지연[1], 김대종[1]
[1]한국원자력연구원
[2]충남대학교
[3](주)티씨케이

초고온용세라믹스(Ultra-high temperature ceramics) 재료중에 하나인 탄화탄탈(TaC) 는 3600°C이상의 높은 융점과 뛰어난 내열성, 에칭가스에 대한 우수한 내반응성, 내열충격특성, 낮은 가스투과율 등의 특성으로 인하여 우주항공 소재로 연구 될 뿐만 아니라, SiC 에피용 서셉터, 사파이어 및 SiC 단결정 성장용 도가니의 코팅재로 적용이 가능하다. 본 연구에서는 우수한 고온특성을 가지는 고순도 TaC를 증착하기 위해 저압 화학기상증착 (low pressure chemical vapor deposition, LPCVD)를 이용하였다. $TaCl_5$와 C_3H_6를 원료물질로 사용하였으며, H_2/Ar 혼합 기체를 운반 및 희석 기체로 사용하였다. 분말 형태의 $TaCl_5$가 균일한 공급이 이루어지도록 스크류 형태의 분말 연속공급 장치를 적용하였으며, 공급 최적화를 통해 증착구간내 상변화를 최소화 하였다. 화학양론비를 가지는 TaC 증착을 위한 증착 변수시험을 수행하였으며, $TaCl_5/C_3H_6$의 분율, 증착온도, H_2/Ar 기체 분율, 원료공급방법에 따른 증착 특성의 변화를 분석하였다.

P2-SC3-3 Evaluation of Hoop Strength of CVI-processed SiC_f/SiC Composite Tube

화학기상침착법으로 제조된 SiC_f/SiC 복합체 튜브의 후프강도 평가

김선혜[1]*, 김대종[2], 김정현[1], 이현근[2], 김원주[2], 박지연[2]
[1]한밭대학교
[2]한국원자력연구원

화학기상법으로 제조된 SiCf/SiC 복합체는 SiC 장섬유 강화 복합체 중 초고온 강도가 탁월할 뿐만 아니라, 중성자 조사에 의한 기계적 물성 감소가 크지 않기 때문에 차세대 고효율 가스터빈 부품 원자력 노심 부품 등의 후보소재로 고려되고 있다. 본 연구에서는 다양한 화학기상침착(Chemical Vapor Infiltration, CVI) 조건에서 제조된 관형(tubular) SiCf/SiC 복합체의 후프 강도를 평가 하였다. 관형의 SiCf/SiC 복합체 튜브를 제조하기 위해, 흑연 멘드릴(mandrel)에 결정질 SiC 섬유인 Tyranno SA3를 필라멘트 와인딩법으로 권선하여 복합체 튜브 프리폼을 제작한 후, 열분해탄소 계면층을 화학기상증착법으로 증착하였다. 고밀도 SiC 기지상을 침착하기 위해 관형 복합체의 내부와 외부에 압력구배를 가질 수 있도록 하였으며, 권선의 구조를 고려하여 최적의 조건을 찾기 위한 연구가 수행되었다. 다양한 조건에서 제조된 관형 SiCf/SiC 복합체의 최적 조건을 도출하기 위해 C-ring 압축을 통한 후프강도를 평가 하였다.

P2-SC3-4 Obserbation of the Microstructure and the Distribution of Additive Elements in MnO-Al_2O_3 doped UO_2 Pellets

MnO-Al_2O_3 첨가 소결체에서 첨가 원소의 분포와 미세구조 관찰

오장수*, 양재호, 김건식, 김종헌, 김동주, 이영우, 구양현
한국원자력연구원

경수로용 핵연료를 개발하는데 있어 중요한 기술적인 문제점은 핵분열 기체 방출의 증대로 봉내압 증가에 의한 핵연료봉 파손 가능성과 핵연료-피복관의 상호작용(PCI : Pellet-Cladding Interaction)에 의한 파손 가능성이다. 큰 결정립 소결체는 핵분열 기체가 확산하는데 걸리는 시간이 증가하므로 핵분열 기체 방출을 줄일 수 있고 쉽게 변형될 수 있는 가소성을 가지고 있어서 기술적인 문제점을 해결 할 수 있다. 큰 결정립을 구현하는데 있어 여러 방법이 있지만 상용공정과의 양립성이 우수한 첨가제 혼합 방법이 주로 사용되고 있다. 한국원자력연구에서도 첨가제를 이용하여 큰 결정립을 가지는 PCI완화 소결체를 개발하고 있다. MnO-Al2O3 첨가 소결체는 큰 결정립 크기를 가지며 가소성이 우수한 소결체 중의 하나이다. 본 연구에서는 미세구조와 소결체내 첨가제의 분포를 관찰하여 둘 사이의 연관성을 파악하고자 하였다.

P2-SC3-5 Microstructure and Grain Growth of Stoichiometric ZrC after High Temperature Heat Treatment

화학양론비를 갖는 ZrC의 고온 열처리 후 미세구조와 결정립 성장 변화

고명진*, 이현근, 김대종, 김원주, 박지연, 조문성
한국원자력연구원

4세대 원자로인 초고온가스로에 탄화규소(SiC)층이 증착된 TRISO 피복입자를 사용 하는데, 고온에서 SiC의 상 변화, 핵분열 생성물과의 반응 등의 문제로 핵연료의 안전성에 문제점이 발생할 수 있다. 상대적으로 ZrC는 핵분열 생성물에 대한 부식 저항성이 우수하고, 초고온 환경에서의 ZrC상 안정성이 뛰어나, SiC의 대체 재료로 각광받고 있다. 그러나 ZrC의 경우 열역학적으로 ZrC1-X 또는 ZrC1-X+free C 이 생성되기 쉬운 물질로 이러한 경우, 중성자 조사 저항성, 핵분열 생성물의 담지 능력 등 핵연료로서 가져야 할 특징이 감소될 수 있다. ZrC TRISO 피복입자는 흑연분말과 함께 원통형 모양으로 1800°C 고온에서 열처리한 연료 컴팩트가 핵연료 봉에 장입되어 사용된다. 고온 열처리 과정에서 ZrC 피복층은 미세구조가 변하게 되고, 미세구조의 변화로 인하여 기계적, 중성자 조사 특성 등이 변할 수 있다. 또한, 화학양론비를 갖지 못하는 ZrC를 제조할 경우 ZrC의 결정립계 또는 결정립내에 유리탄소가 동시 증착 되기 쉬우며, 고온에서 결정립 성장의 거동에 영향을 미치게 된다. 따라서, 본 연구에서는 화학양론비를 가지는 ZrC TRISO 피복입자를 제조하기 위하여 Zr의 원료가스의 고갈을 막고자 추가적인 공급장치를 설치하여 ZrC TRISO를 제조 하였으며, 제조 후 ZrC의 화학양론비와 미세구조를 TEM 및 Raman을 이용해 탄소 석출물의 형성에 대하여 연구하였다. 또한 ZrC TRISO 피복입자를 1800°C에서 열처리 한 후 TEM 및 EBSD를 통해 결정립의 미세구조 및 크기를 분석하여 차이점을 연구 하였다.

P2-SC3-6 Ballooning Behavior of Cr Coated Zr Fuel Cladding at High Temperature and its Mechanical Characterization Study

Cr 코팅된 지르코늄 피복관의 고온 변형 시험 및 기계적 특성 평가 연구

박동준*, 김현길, 박정용, 정양일, 박정환, 구양현
한국원자력연구원

Accident tolerant fuel (ATF) cladding has been widely studied by several research groups after Fukushima nuclear reactor accident. Oxidation barrier layer coated Zr fuel cladding is one of the most promising candidate concepts owing to its easy process and lower cost for manufacturing and possibility of developing with short term study compared to other ATF concepts. We have successfully fabricated Cr coated ATF tube samples by using existing Zr fuel cladding for light water reactors (LWR). Coated layer on the surface of Zr tube sample was formed by cold spray coating process. In this study, integral loss-of-coolant accident (LOCA) tests simulating real conditions of fuel claddings during accident were conducted using Cr coated ATF cladding sample for a clear understanding of their behavior under accident conditions. Ballooning behavior and microstructural changes of ATF cladding during the LOCA scenarios were studied systematically and mechanical test results are also presented.

P2-SC3-7 Study on the Fabrication Process of SiCf /SiC Composite Metal Cladding by Radiation Beam

감마선을 이용한 SiCf/SiC 복합체 금속피복관의 제조 공정 연구

이동희[1]*, 박광헌[1], 박지연[2], 김원주[2], 김대종[2], 이현근[2]
[1]경희대학교
[2]한국원자력연구원

원자력발전소에서 사용되고 있는 핵연료피복관은 핵분열 생성물의 외부 유출을 방지하기 때문에 안전에 관련하여 매우 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 핵연료피복관은 일반적으로 zircaloy-4 합금이 사용되고 있으며, Zircaloy-4 합금은 매우 낮은 중성자 흡수 단면적을 가지며 부식저항성이 매우 우수하다. 그러나 후쿠시마 중대사고 이후, 연료봉의 안전성이 문제가 되면서 이러한 문제점을 개선하기 위해고온 기계적 특성 및 화학적 안정성이 우수한 SiC를 핵연료봉에 입히는 방법이 유력한 대안으로 고려되고 있다. 이러한 SiCf/SiC복합체를 제조하기 위해 고분자 함침 열분해법을 이용하였으며, 고분자 전구체로는 Polycarbosilane(PCS)을 사용하였다. PIP공정 중 경화공정(curing)은 낮은 수율의 SiC가 제조되는 것을 방지하기 때문에 SiC를 제조하는데 필수적이다. 따라서, 전구체를 이용한 SiC 제조 공정에서 전구체가 용융되어 형상이 변하는 것을 방지하고 열분해 공정 전 경화 공정을 통해 높은 수율의 SiC기질을 얻기 위해서 경화공정이 중요한 공정이 된다. 경화 공정을 수행하는 방법으로는 일반적으로 열산화 방법이 사용된다. 그러나 산소분위기에서 수행한 경화공정은 기질의 SiC에 다량의 산소가 용해되어 비정질의 Si-C-O 형태로 변화하게 만드는 문제점이 있다. 이를 해결하는 방법으로 불활성 분위기에서 경화시키는 방법이 필요하다. 최근에 전자빔이나 이온빔 또는 감마선을 이용하여 가교하여 경화시키는 방법이 등장하고 있다. 따라서 본 연구에서는 감마선을 사용하여 경화공정을 시도하였으며, 이를 열분해 경화와 비교하고, 아울러 복합체의 근간인 SiC fiber가 감마선 조사후 얼마나 기계적 특성이 변화되는지 분석하였다.

P2-SC3-8 High-temperature Oxidation Resistance of Cr and CrN Coatings Deposited by Arc Ion Plating

아크이온플레이팅을 제조된 Cr, CrN 내산화막의 고온부식거동

박정환*, 박동준, 정양일, 박정용, 김현길, 구양현
한국원자력연구원

Zr 합금은 정상 운전 조건에서 우수한 내산화성과 기계적 특성을 가지고 있기 때문에 경수로의 핵연료피복관으로 사용되고 있다. 그러나 Zr 합금은 고온 산화 시 동반하는 발열 반응과 고온 수증기 하에서 산화가 활발히 진행되어 수소를 발생시키며 고온에서의 낮은 기계적 강도와 수소 취성파괴와 같은 문제로 인하여 안전에 대한 의문점이 부각되고 있다. 특히, 후쿠시마 발전소 사고 이후 고온 내산화 저항성을 강화시킨 사고저항성 강화 핵연료피복관에 대한 연구가 주목 받고 있다.사고저항성 강화 피복관 개발 기술 중, 고온 내산화성이 우수한 물질을 핵연료피복관 표면에 코팅함으로써 사고저항성을 향상시키고자 하는 연구가 최근 활발히 진행되고 있다. 코팅기술 중아크 이온 플레이팅 (Arc Ion Plating)은 기존에 쓰이던 코팅방법에 비하여 높은 증착률과 우수한 밀착력을 가지는 코팅층을 합성할 수 있다. 또한, 높은 이온화률과 이 이온들의 높은 운동에너지에 의한 밀도가 탁월하며 복잡한 형상의 모재에도 표면 도포성과 균일성이 우수하여 현대의 코팅산업에 다양하게 활용되고 있다. 그러므로, 아크 이온 플레이팅 코팅기술의 장점을 분석하였을 때 피복관 내산화막 코팅을 위한 코팅기술로 적합하다고 판단된다. 이에 본 연구에서는 아크 이온 플레이팅 코팅법을 이용하여 내산화막 코팅 후보소재인 Cr 및 CrN 코팅막을 핵연료 피복관 표면에 증착한 후 1200°C 수증기분위기에서 고온산화 거동을 파악하여 사고저항성 강화 피복관 내산화코팅막 소재를 선정하고자 한다.

P2-SC3-9 Effect of Strain on Corrosion Rate of SiC under Simulated PWR Coditions

SiC 미세구조에 따른 경수로환경에서의 정상부식특성

박정환*, 김일현, 정양일, 박동준, 김현길, 박정용, 김원주
한국원자력연구원

후쿠시마 원자력발전소 사고 이후 중대사고에 대비한 핵연료 피복관의 사고 안정성 강화가 요구 되면서 피복관의 사고저항성 강화를 위한 피복관개발연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 현재 사용되고 있는 Zr 합금은 고온 산화 시 동반하는 발열반응과 고온 수증기 하에서 산화가 활발히 진행되어 수소를 발생시키며 고온에서의 낮은 기계적 강도와 수소취성파괴와 같은 문제로 인하여 안전에 대한 의문점이 부각되고 있다. 이에 Zr 합금보다 사고저항성이 우수한 재료로 피복관을 제조하여 사고저항성을 향상시키고자하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 사고저항성강화 피복관 재료 후보 중 SiC는 우수한 내식성 및 내마모성, 높은 열전도도 등으로 인해 차세대 피복관 재료로 많은 주목을 받고 있다. 뿐만 아니라 SiC는 낮은 중성자 흡수단면적을 가지기 때문에 정상운전상태에서도 경제적으로 유리할 것으로 생각되고 있다. 그러므로 현재 SiC 피복관을 상용화하기 위한 경수로 정상운전 조건하에서 SiC 의 부식거동에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 본 연구에서는 경수로환경에서의 SiC 정상부식거동을 확인하고 미세구조에 따른 잔류응력을 iso-inclination법으로 분석함으로써 정상부식과 잔류응력 간의 상관관계를 파악하고 부식 후 SiC 표면 분석을 통해 정상운전에서의 부식메커니즘을 분석하고자 한다.

P2-SC4-1 Structure and Mechanical Properties of Yttrium Oxide Coatings by Suspension Plasma Spraying

Suspension Plasma Spraying법을 이용한 Yttrium Oxide Coatings의 미세구조와 기계적 특성분석

김민숙[1]*, 김경자[1], 박주석[1], 김경훈[1], 도환수[1], 김세훈[1], 김형순[2]
[1]한국세라믹기술원
[2]인하대학교

Plasma spray coating법은 금속, 세라믹과 같은 원료를 반 용융 또는 용융 상태로 용사하는 코팅 법으로 빠른 속도로 후막제조가 가능한 방법이다. 기존의 thermal plasma spray coating의 경우에는 대략 30 ~ 200 μm 크기의 과립을 사용하기 때문에 고 융점의 세라믹 원료를 사용시 과립의 미 용융 등의 문제로 인하여 코팅 막 내부에 큰 기공이 존재하여 낮은 코팅 막 밀도, 모재와 부착력 저하, 층상 형태의 미세구조 등 다수의 결함이 발생하여 코팅 막의 특성이 저하되는 문제를 가지고 있다. 반면 suspension plasma spray coating은 과립 분말 대신 세라믹 분말을 액상 상태로 분산시켜 suspension 상태로 원료를 공급하여 고밀도의 코팅 막 제조와 나노크기의 미세구조 형성이 가능하기 때문에 매우 우수한 특성의 코팅 막 제조가 가능하기 때문에 고정밀/고품질의 세라믹 코팅 막을 필요로 하는 부품 제조에 활용이 가능하다. 본 연구에서는 Yttrium Oxide suspension을 이용하여 고밀도, 고품질의 코팅 막 제작 공정에 대하여 연구 하였고 각 공정조건 별 미세구조와 코팅특성을 분석하였다.

P2-SC4-2 Effect of Y_2O_3-Sc_2O_3 Sintering Additives on Microstructure and Thermal Conductivity of Silicon Nitride

Y_2O_3-Sc_2O_3 소결조제 첨가에 의한 질화규소의 미세구조 및 열전도도 제어

김진명*, 박영조, 고재용, 김하늘, 이재욱, 김해두
재료연구소

근래 전자 패키지의 소형화, 집적화, 대면적화에 의하여 단위면적당 발열량이 급증하면서 열에 의한 제품 수명 단축 및 품질 저하 문제가 이슈로 부각되고 있다. 특히 전기적 절연성과 고열전도성을 동시에 발현해야 하는 세라믹 기판 소재에서 기존에 활용되던 알루미나는 낮은 열전도도로 인해, 질화알루미늄은 취약한 기계적 특성으로 인해 점차 가혹해지는 디바이스 구동 조건 내 사용의 제약이 존재한다. 반면, 질화규소는 고인성-고강도를 겸비한 대표적인 구조 세라믹스이며 동시에 상온 단결정 열전도도가 180 W/mK 이상인 고열전도 소재로서 1990년대부터 고열전도도 기판 적용을 위한 연구가 진행되어 왔다. 대부분의 고열전도 질화규소 연구는 입성장에 의한 입계 면적 감소와 입자 내 산소량 저감에 의한 포논 산란 억제를 통해 고열전도도를 달성하고자 하였다. 본 연구에서는 Y_2O_3-Sc_2O_3의 소결 조제를 활용하여 미세구조 제어 및 유리상 결정화를 통해 열전도도를 향상시키고자 하였다. Y2O3-Sc_2O_3를 총 2 mol%에서 8 mol%까지 첨가량과 첨가비를 조절하며 소결을 수행하였다. Y_2O_3와 Sc_2O_3가 동일 몰비로 첨가될 경우 첨가량 증가에 의해 입성장이 촉진되었으며, 첨가량이 일정할 경우 몰비 변화에 따른 미세구조 차이는 크게 나타나지 않았다. 반면 열전도도는 첨가량과 첨가비 모두에 영향을 받았으며 1 mol% Y_2O_3 - 3 mol% Sc_2O_3 첨가 시 가장 우수한 열전도도를 달성하였다. TEM 분석을 통해 2Y5M 조성과 Y_2O_3-Sc_2O_3 조성의 삼중점 및 입계의 결정성을 분석하였다.

P2-SC4-1 Formation of ZTA Surface Layer in Al_2O_3 by ZrO_2 Liquid Infiltration

ZrO_2액상함침에 의한 Al_2O_3에서의 ZTA 표면층 형성

하정수*, 이태호, 윤진관, 김민아, 조기식, 김득진, 정구명, 권미연, 양현욱, 정희철
안동대학교

Al_2O_3는 탄성계수, 경도, 내식성, 내열성 등이 우수해 다양한 산업분야에서 사용되고 있다. Al_2O_3에 ZrO_2를 5 vol% 이상 첨가하여 복합재료를 만들면 입자성장 억제, 상변태 인화 효과로 인해 강도와 파괴인성이 향상됨이 잘 알려져 있다. ZrO_2를 분말 공정이 아닌 액상함침 공정으로 첨가할 경우 5 vol% 보다 작은 양으로도 입자성장을 억제할 수 있음이 보고된 바 있다. 본 연구는 Al_2O_3의 표면강화를 목적으로, 액상함침 공정을 이용하여 Al_2O_3표면층에만 제한적으로 ZrO_2성분을 침투시켜 국부적인 ZTA(ZrO_2 toughened Al_2O_3) 형성을 시도하였다. 함침공정 조건에 따른 ZrO_2 함량과 미세구조의 변화를 조사하였고, 결정상을 분석하였다.

P2-SC5-1 The Effect of Pore Structure on the Air Permeability of the Alumina-based Ceramics

다공성 알루미나 세라믹의 투과성에 관한 기공구조의 영향

김재[1, 2]*, 송인혁[2], 하장훈[2], 이종만[2]
[1]과학기술연합대학원대학교
[2]재료연구소

Recently, alumina-based ceramics are diversely applied in semi-conductor industry and display industry because of their high mechanical strength, high chemical resistance, and high thermal resistance. One of the most important properties of the alumina-based ceramics is the air permeability which is strongly affected by the pore characteristics. However, it is difficult to obtain an alumina-based ceramic which have high density and high air permeability simultaneously, because the density and air permeability are usually in a trade-off relationship. Therefore, in this study, we tailored the pore structure of the alumina-based ceramics by adjusting the mixing ratio of starting alumina particles which have different particle sizes. The pore characteristics of the specimens were studied using scanning electron micrography, mercury porosimetry, and capillary flow porosimetry.

P2-SC5-2 A Novel Approach in the Formation of CNT-porous Ceramic Composite by in situ CCVD Technique

in situ 촉매화학증착법을 이용한 탄소나노튜브 다공성 세라믹 복합체 제작

김익진[1]*, Sangram Mazumder[1], Naboneeta Sarkar[1], 박중규[1], 김석영[2]
[1]한서대학교
[2]영남대학교

A novel approach towards the formation of Carbon nanotubes-porous alumina-silica porous ceramic composite was done by the unification of three different reaction processes. Porous alumina-silica ceramics with micro-meter pores were formed using the direct foaming method. NaA zeolites were synthesized and coated simultaneously, within the porous ceramics by hydrothermal process and were subjected to ion exchange reaction for preparing the suitable catalyst material for Carbon nanotubes (CNTs) synthesis. CNTs were grown within the porous ceramics by the catalytic chemical vapour deposition (CCVD) process and the effect of growth time and temperature on the morphology, crystallinity and yield of CNTs were studied.

P2-SC5-3 ZrO_2-TiO_2 Porous Ceramics from Particle Stabilized Wet Foam by Colloidal Processing

콜로이드 프로세싱을 이용한 입자 안정화된 지르코니아-티타니아 다공성 세라믹

김익진[1]*, Subhasree Bhaskar[1], 박중규[1], 이기성[2], 한인섭[3]
[1]한서대학교
[2]국민대학교
[3]한국에너지기술연구원

This study reveals an approach for the production of micro porous ceramics consisting of TiO_2 and ZrO_2 fabricated by colloidal wet processing. ZrO_2 particles in the colloidal suspension was partially hydrophobized using propyl gallate as an amphiphile, with a suitable pH range of around 3.5 ~ 4.5. The different mole ratios of the TiO_2 suspension was added to the surface modified ZrO_2 suspension.A secondary suspension was prepared using following molar composition ZrO_2/TiO_2 and it was blended to the initial suspension in 30 vol.% to obtain the $ZrTiO_4$ composite in the sintered sample. Thermal conductivity, thermal expansion coefficient, and thermal hysteresis curves of the porous ceramic samples with pure $ZrTiO_4$ceramics were measured. The damage behaviour of the porous ceramics under constrained loading conditions were evaluated by Hertzian indentation method. Mechanical behaviour from compressive load vs. displacement curves is investigated.

P2-SC5-4 Study of Eco-friendly Electroless Ni Plated Ni-YSZ Core-shell

친환경적 무전해 Ni 코팅된 Ni-YSZ core-shell의 특성연구

이연승[1]*, 나사균[1], 이미재[2]
[1]한밭대학교
[2]한국세라믹기술원

가격이 싸고 고온의 환원 분위기에서 안정하며 열팽창 계수가 서로 비슷한 Ni-YSZ cermet을 탄화 수소계 연료에 사용하게 되면, 부 반응에 의해 탄소가 발생하게 되고, 연료극 표면에 발생된 탄소가 흡착된다. 이 흡착된 탄소는 전기화학반응이 일어나는 반응사이트의 수를 감소시켜 촉매의 활성을 감소시킬 수 있다. 이러한 촉매 활성화의 감소를 줄이기 위해, 탄소 흡착을 균일한 미세구조로 제어할 수 Ni-YSZ core-shell 구조에 대한 연구가 진행 되어왔다. 일반적으로, YSZ core에 Ni shell을 형성하기 위해 무전해 도금법이 사용되었고, Ni 코팅 층으로 강산의 Ni solution을 이용하여 Ni-P를 주로 도금하였다. 문헌에 의하면, Ni(P)-YSZ core shell의 경우, 기존의 Ni-YSZ cerment 보다 탄소침적율에서는 우수한 특성을 보였으나, 수소선택성 및 메탄 전환율에서는 한계를 보이고 있다. 기존에는 강 산, 강 염기성 용액을 이용하고 높은 온도에서 무전해 도금법을 사용함에 있어서 공정과정 중에 고온을 위한 전력 사용, 재료의 손상 그리고 환경적으로 문제가 되고 있다. 본 연구에서는 친환경적 도금을 위하여 도금하는 Bath의 pH를 중성으로 하였고, 기존의 도금 온도보다 낮은 40°C 이하에서 Nickel(Ni)에 소량의 Boron(B)이 첨가된 용액을 이용 하여 도금 하였다. 중성 용액을 이용하였기 때문에 다양한 기판을 사용함에 있어 원재료의 손상 없이 도금이 가능하고, 낮은 온도로 인해 공정 단가를 낮추는 장점을 가지고 있다. Ni(B)과 YSZ의 Core-shell구조에 대한 특성을 분석하기 위해 X-ray Diffraction(XRD), Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM), Optical microscope(OM), 등과 함께, 탄소침적률, 메탄 전환률, 및 수소선택성에 대한 특성을 연구조사 하였다.

P2-SC6-1 Synthesis and Mechanical Properties of Ti-based Solid Solution Carbonitride Cermets

Ti-based 고용상서메트의 합성과 기계적 특성

곽노준*, 강신후, 박충권
서울대학교

Ti(CN)-based cermets have a core/rim structure, where the cores are partially dissolved Ti(CN) and the rims are the solid solution formed through dissolution and precipitation of initial carbide materials. The increase in the rim fraction is known to lead to the increase in fracture toughness of the cermets. The formation of such core/rim structures is related to the thermodynamic stabilities of constituent carbide and carbonitrides in liquid binder. In this study, the complete solid solution cermets with two different solid solution core/rim structures, where one has a white core/grey rim and the other has a grey core/white rim, were fabricated by exploiting the thermodynamic principles through liquid phase sintering. In order to examine the contribution of the solid solution hard phase to mechanical properties, hardness and toughness of the core/rim structures were examined by nano indentation technique.

P2-SC6-2 Effects of Infiltration Direction on Matrix Filling Behaviors of SiC_f/SiC Composites Tube Prepared by CVI

화학침착공정으로 제조한 SiC_f/SiC 복합체의 침착 방향에 따른 기지상 채움거동 영향

박지연*, 정상민, 김대종, 이현근, 김원주
한국원자력연구원

SiC_f/SiC 복합체가 가스터빈 부품이나 원자력 노심 부품으로 사용되기 위하여 튜브 형상을 필요로 한다. 화학기상침착법(Chemical Vapoe Infiltration : CVI)은 고순도의 고강도 SiC_f/SiC 복합체를 제조하는 가장 좋은 방법으로 알려져 있다. CVI 공정을 이용하여 균일하고 고밀화 침착된 복합체 튜브를 제조하기 위하여 원료 기체인 CH_3SiCl_3 (Methyltrichlorosilane, MTS)의 공급 조건을 튜브의 안쪽과 바깥쪽으로 변화시키며 적절 침착 조건을 확립하고자 하였다. 원료기체 공급 방향을 달리하며 침착시간을 변화시켜 침착 거동을 관찰하였고, 침착조건에 따른 제조된 복합체의 기계적 강도를 평가하였다. 침착거동은 밀도와 미세구조의 변화를 비교 평가하였으며, 기계적 강도는 O-ring과 C-ring 평가법으로 수행하였다. 원료기체의 공급은 튜브 내면에서 외면 방향으로 공급하는 경우에 균일한 미세구조를 지니는 복합체를 얻기가 용이하였다.

P2-SC6-3 Fabrication of SiC_f/SiC Composites with Al_2O_3-Y_2O_3 Sintering Aids Using DC Electrophoretic Deposition and Hot-pressing

직류 전원을 이용한 전기 영동법과 핫 프레스를 처리한 소결첨가제(Al_2O_3-Y_2O_3)를 첨가 한 SIC 복합체의 제조

Pipit*, Amit Siddharth Sharma, 이승호, Kati, 묵신, 채상혁, 윤당혁
Yeungnam University

Direct current electrophoretic deposition (DC–EPD) was used to infiltrate a SiC-based matrix phase containing Al_2O_3-Y_2O_3 (10 wt. %) sintering aids into the fine voids of a two-dimensionally woven Tyranno^{TM}-SA3 SiC fabric preform coated with 800 nm-thick pyrolytic carbon (PyC) for the fabrication of a dense SiC fiber-reinforced SiC composite (SiC_f/SiC).After adjusting the zeta potential of suspension to pH 3, EPD was performed for the 20 layers of SiC fabrics at 10 V of DC for 30 minutes with the application of ultrasound for the initial 20 min. The composite showed 95 % relative density after hot pressing at 1750^oC for 2 hr under a pressure of 20 MPa in an Ar atmosphere. The three-point bending test at room temperature showed a brittle nature with a flexural strength value of 359.5 ± 38 MPa.

P2-SC6-4 Fabrication and Characterization of SiC_f/SiC Composites Using Alternating Current Electrophoretic Deposition (AC-EPD) and Hot Pressing

교류 전원을 이용한 전기영동법과 핫프레스 처리를 한 SIC 복합체의 제조 및 분석

묵신*, Kati, 윤당혁
영남대학교

In this study, alternating current electrophoretic deposition (AC-EPD) in aqueous medium was used to infiltrate SiC nano-powder containing 10 wt.% Al_2O_3-Sc_2O_3 sintering additives into the fine voids of Tyranno^{TM}-SA3 SiC fabric preform coated with 500 nm-thick pyrolytic carbon (PyC) and 350 nm-thick SiC layer. AC-EPD was performed with the optimal deposition conditions at 20 V AC and 100 Hz for 30 minutes under the ultrasonic pulses for the initial 20 min. After successful high degree of matrix phase infiltration, hot-pressing was performed by inserting tape at 1750^oC for 2 h in an argon atmosphere. A high SiC_f/SiC density of 96.6 ± 1.2 % and flexural strength of 320.7 ± 21.1 MPa were achieved and these results showed that eco-friendly AC-EPD technique can be applied in aqueous suspensions instead of the volatile non-aqueous system for the fabrication of high density SiC_f/SiC composites.

P2-SC6-5 Formation of Pyrolytic Carbon Coating on SiC Fibers by Nickel Nitrate-induced Catalytic Graphitization of Phenolic Resin

니켈 질산염에 의해 유도 된페놀 수지의 촉매 흑연화 의한 SiC섬유 표면에 열분해 탄소 층 형성

이승호*, Amit Siddharth Sharma, Pipit, 윤당혁
영남대학교

Tough ceramic composites can be tailored by allowing a moving crack to expend its strain energy through a 'weak' interface. It is envisaged that coating a graphite-like 'pyrolytic' carbon (PyC) layer on ultra-hard silicon carbide (SiC) fibers will confer toughness without compromising the strength. An attempt to develop an economically viable and technically feasible route to deposit a homogeneous, uniform and well adherent PyC coating has always been a challenge. In this work, the SiC fibers in a commercially available 2D-SiC fabric was coated by a layer of phenolic resin using dipping and vacuum infiltration method. In order to enhance the catalytic graphitization, different amounts of nickel nitrate (0, 1, 2 and 4 g) in 50 ml methanol suspension were added to the precursor material. Heat treatment was performed at 600, 800, 1000, 1200 and 1500°C. The degree of crystallization of the phenolic resin with different amounts of nickel nitrate and pyrolysis temperatures were characterized using X-ray diffraction and scanning electron microscopy.

P2-SC7-1 Phase Formation and Thermophysical Properties of Lanthanum/Gadolinium Zirconate with Reduced Rare-earth Contents for Thermal Barrier Coatings

열차폐코팅을 위한 희토류가 저감된 란타늄/가돌리니움 지르코네이트의 상형성 및 열물성

이수진[1]*, 권창섭[1], 이성민[1], 김형태[1], 오윤석[1], 남산[2], 김성원[1]
[1]한국세라믹기술원
[2]고려대학교

가스 터빈은 작동온도가 고온일수록 에너지효율이 향상되며 높은 온도로부터 터빈의 수명연장과 금속모재보호를 위한 기술이 지속적으로 발전하고 있다. 그 중 열차폐 코팅(Thermal barrier coating)은 금속모재 위에 세라믹 코팅층을 형성시키는 대표적인 기술이다. 열차폐코팅의 소재로는 YSZ가 산업적으로 가장 널리 사용되고 있으나 1200°C이상의 고온 환경에 장기적으로 노출될 경우 소결에 의한 치밀화 및 상전이에 따른 부피팽창으로 인한 고온내구성의 저하가 발생할 수 있다. 이러한 소재한계를 극복하기 위해 YSZ와 비교하여 열적으로 안정한 소재가 요구되며 그 중 희토류지르코네이트에 대한 여구가 활발히 이루어지고 있다. 본 연구에서는 희토류를 저감시킨 Lanthanum/Gadolinium Zirconate 세라믹스를 1600°C에서 소결하여 제조하였으며 각 시료의 La/Gd 첨가량 변화에 따라 상형성 거동과 열물성의 변화를 고찰하였다. 시료의 상형성 거동은 XRD (X-ray Diffraction)와 라만분광분석(Raman Spectroscopy)을 이용하여 분석하였으며, LFA(Laser Flash Analysis), DSC (Differential Scanning Calorimetry), Dilatometer를 사용하여 열전도도, 비열, 열팽창률을 분석하였다.

P2-SC7-2 Development of Environmental Barrier Coating and Evauation on Thermal Shock Test

가스터빈용 내환경 코팅재의 개발 및 열충격 평가

채연화[1]*, 이기성[1], 박지연[2]
[1]국민대학교
[2]한국원자력연구원

앞으로 가스 터빈은 엔진의 에너지 효율을 증대시키기 위하여 1500°C이상의 높은 작동 온도가 요구된다. EBC는 터빈의 작동 온도가 높아질수록 고온에서의 산화작용과 기동-정지에 수반되는 열충격으로 부터 금속 부품을 보호 할 수 있다. 따라서 내열성이 뛰어난 Yb_2SiO_5와 Mullite 12 wt%를 EBC 재료로 선정하여 소결하였고, 세부적인 코팅 조건이 적용되었다. 본 연구에서는 가스터빈의 작동 환경을 모사하기 위하여 확보된 코팅 재료의 코팅 조건을 달리하여 시험편을 제작하였고, 제작된 시험편으로 각각의 열충격 시험을 수행하였다. 또한 가스 터빈의 운전 중에는 진동이나 미세입자와 코팅층의 충돌이 발생하므로, indentation 시험법을 통해 코팅층의 기계적 특성을 평가하였다. 마지막으로 코팅 조건에 따른 실험 결과를 비교 연구하였다.

P2-SD1-1 Properties of the 8 mol% Yttria Stabilized Zirconia Powder according to Synthesis Conditions by Oxalate Process

옥살레이트법으로 합성한 안정화 지르코니아의 합성 조건에 따른 분말 특성

박현욱[1]*, 이미재[2], 황종희[2], 임태영[2], 김진호[2], 전대우[2], 황해진[1]
[1]인하대학교
[2]한국세라믹기술원

지르코니아 소재는 산소 이온 전도성이 우수하고 내열성 및 뛰어난 기계적 성질을 가지고 있어 산소센서 및 고온, 구조용 재료 등 많은 분야에서 응용 되고 있다. 본 연구에서는 지르코늄 중간 화합물인 $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$를 출발 물질로 하여 안정화제로 8mol%의 Yttrium을 첨가하고 침전제로 옥살레이트를 사용하여 공침법으로 안정화 지르코니아 분말(YSZ)을 제조하였다. 옥살레이트 침전법은 비교적 공정이 간편하고 균일한 액상 내에서 혼합이 이루어지므로 원자나 분자 단위의 혼합이 가능하며 화학 양론적인 반응물을 얻는데 용이하다. 또한 입도 분포 및 입자의 형상을 조절 할 수 있는 여러 제어 방법이 있어 분말의 특성을 조절할 수 있다. 이러한 장점을 이용하여 본 연구에서는 제어 요소 중 출발물질의 농도 변화를 통해 형상 제어 및 입자 성장의 효과를 SEM 및 비표면적 분석을 통해 제조된 분말의 변화를 관찰하였다. 또한 일반적인 공침법의 공정 순서의 변경, spray dryer를 이용한 건조 방법의 개선을 통해 지르코니아 분말의 응집을 억제하고 후 공정의 최적의 과립 형성을 위한 slurry조건의 확보를 모색하였다.

P2-SD3-1 Synthesis of Monodispersed ZnO Nanocrystals and their Optical Properties

단분산 ZnO 나노구조 합성 및 광학적 특성

강이승*, 이찬기, 신동윤, 안낙균
고등기술연구원

Zinc oxide (ZnO) is a direct transition semiconductor material with a band gap energy of 3.4 eV. Due to the nontoxicity and chemical stability in air, it can be a potential alternative to GaN-based applications as highly efficient luminescent material (UV optoelectronics). However, it is very difficult to synthesize ZnO nanocrystals (NCs) of high crystallinity, because structural defect is easily formed in ZnO NCs. Therefore, two emission peaks appear in the ultraviolet and visible region in the photoluminescence spectra of ZnO NCs because of trapping with surface states or a lattice defect. In this study, we tried to control the defect of ZnO NCs to obtain pure band-edge emission peak, as well as to keep the dispersivity as colloidal solution. In addition, we utilized two-temperature approach in which high temperature was used to burst nucleation and low temperature to promote growth in NCs formation. This approach offers more effective method of preparing NCs with a high degree of control wherein size and defect can be engineered in synthesis stage. As a result, we succeed to suppress the defects of ZnO NCs and obtain the well-dispersed pure band-edge emission ZnO NCs. It was demonstrated that the defect emission (i.e. about 500nm) intensity of ZnO NCs gradually decreased and the band-edge emission intensity of ZnO NCs gradually increased with progress of reheating time.

P2-SD3-2 Selective Recovery and Separation of Heavy Rare Earth Metal Using Solvent Extraction

용매추출법을 이용한 중희토류(Er, Tm, Yb)의 선택적 분리 및 회수

이지은*, 이찬기, 박경수, 박재량, 임병용, 안낙균
고등기술연구원

중국이 세계 희토류 생산량의 86%를 점유하고 있으며, 희토류 생산에 외국인 직접투자를 금지하는 등 희토류 자원의 무기화가 현실화 되어가고 있는 실정이다. 이에 한국 정부는 2010년 희토류를 신전략 광물로 지정하여 자주개발률 향상을 위해 노력하고 있지만 국내 희토류는 매장량이 적고 저품위로 경제성이 부족하다. 최근 희토류 관련 산업이 성장함에 따라 중국 내에 다량의 희토류 공정 폐수 및 잔재가 발생하고 있는 추세이다. 따라서 불순물이 혼합되어있는 중희토류 폐수로부터 희토류를 선택적으로 분리 및 회수기술이 필요시 되고 있다. 본 연구에서는 실제 중국 중희토류 추출 공정에 사용 되는 5M HCl 조건을 기반으로 모사액을 제조하였다. 목적 금속을 회수하기 위하여 D2EHPA, PC-88A를 이용한 용매추출 연구를 수행하였으며, 모사액의 평형 pH에 따른 추출 경향성을 확인하기 위하여 NaOH를 이용하여 pH를 조절하였다. 추출제 종류, 농도, pH, A/O(상비) 등과 같은 가능한 용매추출 변수의 실험을 통하여 불순물 제거 및 목적금속 추출의 최적화 하였다. 용매추출 후 얻어지는 라피네이트는 ICP분석을 통하여 성분을 분석하였으며, 그 결과를 이용하여 추출 효율, 분배 계수 및 분리 인자를 구하여 용매추출의 경향성을 확인하였다.

P2-SD3-3 Characteristic of Bimodal Luminescence ZnSe:Eu Quantum Dot according to Dehydrate Effect

탈수 효과에 따른 바이모달 발광 ZnSe:Eu 양자점의 특성

박지영[1]*, 김범성[2], 정다운[2], 좌용호[1], 김택수[2]
[1]한양대학교
[2]한국생산기술연구원

가시광선 영역에서 단파장 영역 발광 효율이 높은 ZnSe 양자점은 넓은 밴드 갭(2.7eV)을 가진 비 카드뮴계 형광체로 많은 연구가 진행 되어 왔다. 그 중에서도 단일 양자점으로 한 가지 파장대 영역을 구현하는 연구는 활발히 진행되었지만, 동시에 두 가지 파장대의 영역을 구현 할 수 있는 ZnSe:Eu들에 대한 연구개발은 미미한 실정이다. 또한 바이모달 발광 양자점을 합성하는데 있어서 초기 전구체에 존재하는 수화물이 입자합성에 미치는 영향에 대한 병행 연구가 요구된다. 본 연구에서는 배치법을 이용하여 바이모달 발광 ZnSe:Eu 양자점의 합성과정에서 탈수물이 미치는 효과를 해석하였다. 우선 합성 온도는 260°C에서 ZnSe의 핵생성을 유도하였고, 형성된 ZnSe에 분산 합성되도록 유도하였다. 수화물의 존재가 반응에 미치는 영향을 이해하기 위해 초기 시약을 탈수 공정을 통해 탈수물로 제거한 시료와 초기 시료로 직접 활용한 실험군으로 분류하여 시간에 따라 발광 특성을 분석하였다. 탈수 공정 후에 ZnSe와 Eu은 시간이 증가함에 따라 발광 효율이 증가하였고, 이와 반대로 탈수 공정전은 발광 효율이 감소하였다. 또한 탈수 공정 후가 상대적으로 발광 효율이 높은 결과를 도출하였다. 이것은 자외선 가시광선 분광광도계(UV-vis)와 광루미네센스(Photoluminescence)를 통해 확인하였다. 이러한 특성은 수화물기가 Zn, Se, Eu의 결합에 악 영향을 주어 발광 효율을 저하시키는 요인으로 작용하는 것으로 고찰된다.

P2-SD3-4 Fabrication of Nd-Fe-B Magnet Using Gas Atomization Powder by Spark Plasma Sintering

가스분무공정으로 제조된자석 분말의 열간성형을 통한 Nd-Fe-B 자석 제조

이종환[1]*, 김택수[2], 이우영[1], 김범성[2], 박경태[2], 서석준[2]
[1]연세대학교
[2]한국생산기술연구원

Nd-Fe-B permanent magnet comes into general use for the whole industry due to its high hard magnetic properties. Especially, $Nd_2Fe_{14}B$ phase embedded in Nd-Fe-B magnet composition becomes the source of the magnetism. In order to synthesize the magnet, melt spinning process, a rapidly solidification, is usually used. Nevertheless, melt spinning process is extremely complex. So new method is attempted such as gas atomization process. It was possible to produce fine powders of Nd-Fe-B alloy with particle size below 50 μm which consisted of $Nd_2Fe_{14}B$ and Nd-rich phase without α-Fe phase as characterized by X-ray diffraction. But this powder has not good magnetic properties. because It has isotropic structure. In this research, we have studied about the fabrication of Nd-Fe-B magnet using hot deformation process in order to improve magnetic properties of NdFeB powder by gas atomization. This NdFeB powder with composition Nd33wt%Fe66wt%B1% has been first hot compact at 650°C in vacuum for 5min and then followed by die upset at 650 ~ 1000°C.

P2-SD3-5 A Intermetallic Compund of Diffusion Area in Dysprosium - Iron - Boron Alloy Using Liquid Magnesium

용융 magnesium을 이용한 Dysprosium - Iron - Boron 합금 내 확산영역의 금속간 화합물

김용수[1]*, 남선우[2], 김범성[2], 박경태[2], 서석준[2], 김택수[2]
[1]과학기술연합대학원대학교
[2]한국생산기술연구원

Dysprosium (Dy), one of the seventeen rare earth elements, has been identified as a critical metal. Dy is extensively being used for the production of high quality permanent magnets, especially for the applications needing high coercive force. Moreover, partial replacement of Nd by Dy to improve the magnetic properties of Nd-based magnets is a common practice nowadays. So, shortage in the supply of Dy may occur. Recycling of Dy from permanent magnet scrap is, therefore, necessary to ensure a sound usage. In this study, liquid metal extraction (LME) method to recycle REE from REE permanent magnet has been applied. First of all, possibility of the diffusion of Dy from Dy-Fe-B alloy into liquid Mg has been already investigated in previous study. a sample was prepared by placing Dy-Fe-B alloy and Mg metal into mild steel crucible. The sample was then induction hated in Ar atmosphere at a constant temperature of 1073K for holding time of 240min. after that, the samples were analyzed with the help of FE-SEM, XRD and EDS to check which intermetallic compound was analyzed on Mg area, diffusion area in the Dy-Fe-B and inactive area in Dy-Fe-B. it is expected that those results will become a base data to study further the diffusion behavior of Dy into liquid Mg.

P2-SD5-1 A Study on the Silicon Carbide Coating Derived from Preceramic Polymer

프리세라믹폴리머로부터 유도된 탄화규소 코팅에 관한 연구

신동근*, 이윤주, 김영희, 권우택, 김수룡
한국세라믹기술원

The SiC coatings were prepared by spin coating of polycarbosilane on the silicon wafer which acts as precermaic precursor of SiC and pyrolysis at 1200°C. Thickness of SiC coating was increased in proportional to the polycarbosilane solution concentration and reached to 0.95μm at the concentration of 230g/l. There were clean and no cracks were observed on the surface and the adhesion also seemed to be good. The coating were composed of SiC nanocrystals and some α-crystobalite (SiO2) come from curing process. During pyrolysis after coating and curing of polycarbosilane coating on the silicon wafer, polycarbosilane was decomposed away its organic pandents and remained Si-C backbone which act as SiC crystal formation

P2-SD5-2 Effects of the Heat Treatment Temperatures of Silicon Carbide Reticulated Porous Foams Fabricated by Polymer Replica Technique

고분자 복제 기술을 통해 제작한 다공성 실리콘 카바이드 폼의 열처리 온도 변화에 따른 다양한 특성 분석

방정원*, 이윤주, 신동근, 권우택, 김영희, 김수룡
한국세라믹기술원

Silicon carbide reticulated porous foams (SiC RPFs) have been applied on a variety of research fields such as separation membranes, catalyst supports, concentrated solar power and so on. The pore size and diameter of strut of the SiC RPFs could be selected by the different PPI (pores per inch) values of polymer urethane templates. Also, the compressive strength, thermal conductivity and crystal phase of SiC RPFs could be modulated by the heat treatment temperatures. In this research, we focused on the effects of heat treatment temperatures of SiC RPFs which were fabricated by polymer replica technique using polycarbosilane (PCS) as preceramic polymer. To characterize the fabricated SiC RPFs, scanning electron microscope (SEM), energy dispersive spectrometer (EDS), X-ray diffraction (XRD) and compressive strength test were employed. The results revealed that the crystal phases and mechanical properties of the SiC RPFs were distinct by various heat treatment temperatures (1200°C, 1500°C and 1800°C).

P2-SD5-3 Pre Heat-treatment of AlN Powder for Single Crystal Growth

AlN 단결정 성장을 위한 분말 열처리

허석*, 이윤주, 정성민, 김수룡, 권우택, 신동근, 김수룡, 김영희
한국세라믹기술원

Aluminum nitride (AlN) ceramics have attracted much attention due to their excellent thermal and electric properties as structural and electronic materials. AlN is considered to be a promising future substrate material because of its high thermal conductivity, thermal expansion coefficient close to that of silicon, low dielectric constant and high mechanical strength comparing with Al2O3. Study on the AlN single crystal growth for the application of blue LED substrate material, medical and water purification UV LED materials, micro electronic package, power transistors, has been promoted. The purity and particle size of the source material are important factors to obtain good quality of AlN single crystal. The aim of this study is purification of AlN powder and growth of its particle size through thermal treatment. Commercial AlN powder (C-grade, H.C.Starck) was used as a raw material. In this experiment, it was performed with three kinds of thermocycle process with various temperatures, pressure and time. After heat-treatments, The properties of the powder were determined by means of XPS, chemical analysis, particle size analysis, scanning electron microscope, packing density.

P2-SD5-4 Development of High Resolution Scintillation Crystal for X-ray Based Bio-medical Imaging

생명공학 및 의료용 X-선 영상 획득을 위한 고해상도 섬광 결정 개발

김종현[1]*, 김헌덕[2], 성민제[1], 임재홍[1]
[1]POSTECH
[2]감마 스펙트라

X-ray based image acquisition for samples is the important technology for investigating information of inner structure and status of bio- or medical-samples. Current X-ray data is mainly obtained by CCD or CMOS based digital images instead of film images. These digital images are obtained by indirect-conversion detection method using scintillation material. There are various scintillation material for such conversion from X-ray to visible light. In this study, we introduce crystal based scintillator uising $Gd_3A_{l2}Ga_3O_{12}$:Ce(GAGG) for high resolution X-ray imaging application. The GAGG crystal was grown by Czochalski method and processed by accurate lapping and polishing. The scintillator has about 2 inch size diameter and 50 μm thickness. We measured an X-ray florescence, X-ray induced emission spectra and an imaging resolution. According to 6C Bio-Medical Imaging beamline of Pohang Light Source(PLS) using resolution imaging setup, the extreme resolution of GAGG material about 1 μm is investigated. Compared with other representative crystal based scintillator such as YAG, $CdWO_4$, the scintillator has a competitive imaging resolution, therefore it is expected to be utilized as new material for high resolution X-ray imaging.

P2-SD6-1 1700 V 급 4H-SiC 쇼트키 접합 다이오드(Schottky Barrier Diode, SBD) 제작 및 금속 열처리 온도에 따른 소자 특성 분석

박힘찬[1]*, 강인호[2]
[1]경남대학교
[2]한국전기연구원

반도체 소자를 제작함에 있어 저손실, 고효율, 고내압, 고속 스위칭 및 고온 동작의 특성을 가지도록 하기 위해서는 소자의 재료 및 구조 그리고 단위 공정의 변수 등이 매우 중요한 역할을 하게 된다. 본 연구에서는 4H-SiC를 사용하여 1700V 급 쇼트키 접합 다이오드(Schottky Barrier Diode, SBD)를 제작 하였으며 이 때 금속의 annealing 온도의 변수에 따른 소자의 특성을 관측 하였다. 각 소자는 접합 장벽 쇼트키(Junction Barrier Schottky, JBS) 구조와 접합 종단 구조(Field Edge Termination, FET) 중 전계 제한테(Field Limiting Ring, FLR) 구조를 가지는 소자이며, 이 소자의 silicide 영역을 Al/TiN/Ti로 deposition하고 annealing하여 그 온도에 따른 소자의 특성을 관측하고자 하였다. 소자의 변수(annealing temperature : 425, 475, 550°C)에 따라 각 소자의 순방향 전류-전압 및 역방향 항복전압(Breakdown Voltage, BV)과 누설 전류를 측정하였다. 그 결과 annealing 온도가 높을수록 쇼트키 전위 장벽(Schottky Barrier Hight, SBH)이 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.

P2-SD6-2 Annealing Effects of Formation of Ni Silicide and Schottky Metal Alloy on Electrical Properties of 4H-SiC Schottky Barrier Diode

탄화규소-니켈 규소화합물과 쇼트키 금속 합금 열처리 온도에 따른 전기적 특성에 미치는 영향

윤승복[1]*, 정은식[1], 양창헌[1], 김우택[1], 이정훈[1], 김정한[1], 나문경[2]
[1]메이플세미컨덕터(주)
[2]한국전기연구원

Silicon carbide (SiC) is a wide band-gap semiconductor. It has high critical electric field, high-thermal conductivity and high current density. It can be stably operated at high temperature because it has wide band-gap energy and high thermal conductivity. Recently, SiC is attention to material for power devices because it has superior properties for power devices. However, high on-resistance of 4H-SiC devices caused power loss when operated at high speed swiching mode. The most efficient way to reduce power loss is a reducing the contact resistance. In this study, we were fabricated the 4H-SiC devices to evaluate the effect of formation of Ni silicide and Schottky metal alloy on the electrical properties. Rapid thermal annealing for silicide was performed at 950°C for 90sec and 1050°C for 30, 90sec, respectively. The contact resistance was measured using transmission line method pattern. The fabricated Schottky barrier diode was annealed at 425, 475, 500, 525, and 550°C for 10 minute for formation of Schottky metal alloy. The electrical property of Schottky barrier diode annealed at 550°C was better among annealed Schottky barrier diode at different annealing temperatures. In the future, it will be expected to decrease power loss through it apply to formation of silicide and Schottky metal alloy.

P2-SD6-3 Study of Polyimide as Passivation Layer on Electrical Characteristics of 4H-SiC Schottky Barrier Diode

패시베이션 층으로써 폴리이미드를 적용한 4H-형 탄화규소 쇼트키 장벽 다이오드의 전기적 특성 분석

이경화[1]*, 심영재[1], 김남균[2], 나문경[2], 강인호[2]
[1]경상대학교
[2]한국전기연구원

4H-형 탄화규소 기반의 소자는 고온, 고전압 환경에서의 동작이 유리함으로써 전력 반도체 소자로 주목 받고 있다. 이러한 탄화규소 기반 소자의 안정한 동작을 위해서 전기적 또는 화학적, 열적 안정성을 갖춘 패시베이션 층의 개발이 필요하다. 패시베이션 층은 전기 절연성과 기판 표면 보호 환경을 제공 해야 한다. 본 실험에서는 역방향 누설전류를 제어 할 수 있는 전기 절연성과 더불어 공정의 간소화가 가능한 폴리이미드를 패시베이션 층에 적용 하고자 하였다. 폴리이미드의 유전특성 분석을 위해 P형의 실리콘 웨이퍼 위에 스핀 코팅법을 이용해 폴리이미드 층을 형성하고, 열처리를 통해 경화 반응을 일으켰다. 그 위에 알루미늄으로 전극을 형성해 금속-절연체-반도체 순의 구조를 만들어 유전특성을 분석 하였고, 경화 온도 별로 정전용량-전압 측정을 통해 폴리이미드의 정전용량을 도출하였다. 그리고 순방향과 역방향의 전류-전압 측정으로 전기적 특성을 분석 하여 이를 바탕으로 경화 열처리 온도를 결정하였다. 에피 층의 두께가 15 μm이고, N-형으로 도핑된 4H-형 탄화규소 웨이퍼와 몰리브데늄으로 쇼트키 장벽 다이오드를 제작해 폴리이미드 패시베이션 층이 소자의 항복전압 등 전기적 특성에 미치는 영향을 분석하였다.

P2-SD6-4 Effect of Final Ring Junction Depth on the Breakdown Characteristics of 4H-SiC PiN Diode

전계제한링의 최종 링 접합깊이가 탄화규소 다이오드의 항복특성에 미치는 영향

김형우*, 방욱, 문정현, 석오균, 김남균
한국전기연구원

탄화규소(SiC) 반도체는 실리콘에 비해 높은 전기적, 열적 특성을 인해 고전압, 고온 특성을 필요로 하는 소자의 제작에 있어서 각광받고 있는 물질로 고전압 반도체 소자 분야에서도 많이 연구되고 있다. 특히 넓은 밴드갭, 높은 임계 전계값 등과 같은 탄화규소의 물질적인 특성은 탄화규소를 사용한 전력반도체 소자가 항복전압이나 온-저항과 같은 특성 등에서 실리콘을 사용한 전력반도체 소자에 비해 뛰어난 특성을 가질 수 있도록 해준다. 고전압 반도체 소자에 있어서 접합종단 처리 기술은 항복전압을 결정하는데 있어 중요한 역할을 하는 기술로서, 일반적으로 주접함과 동시에 형성이 가능한 전계제한링 구조가 많이 사용된다. 그러나 탄화규소 전력반도체 소자의 경우 실리콘에 비해 상대적으로 얕은 접합깊이로 인해 전계제한링의 최적화가 힘들다는 문제점이 있다. 본 논문에서는 전계제한링의 깊이가 항복전압에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 또한 전계제한링 구조에서 마지막 링의 접합깊이를 안쪽 링에 비해 깊거나 얕게 변화시켰을 때의 소자내 전계분포 변화와 항복전압의 특성에 대해 분석하였다. 전계제한링의 깊이를 0.1 ~ 1.0 um까지 변화시켜가며 전계제한링의 접합깊이가 항복전압에 미치는 영향에 대해 분석하였고, 마지막 링의 접합깊이만 변화시킨 구조의 경우에는 마지막 링의 접합깊이만 0.5 um (안쪽 링은 1.0 um), 1.0 um (안쪽 링은 0.5 um)로 고정하였다. 전계제한링의 개수는 5 kV 이상의 항복전압을 얻기 위해 20개를 사용하였으며, 소자의 항복전압 특성 분석에는 2차원 소자 시뮬레이터인 ATLAS를 사용하였다.

P2-SD6-5 A Study on the Temperature Dependence of Electrical Activity Implanted Dopants on 4H-SiC Substrate

4H 실리콘 카바이드 기판의 도펀트 전기적 활성화에 대한 이온주입 온도 의존성 연구

김수진[1]*, 문정현[2]
[1]경상대학교
[2]한국전기연구원

SiC는 고온 고전압 소자에 적합한 전력반도체로서 Hybrid Electrical Vehicle (HEV) 또는 Electrical Vehicle(EV)의 전원제어장치에 적용이 가능하다. 이러한 SiC 소자 제작을 위해서 불순물 도핑은 이온주입 법을 통해 주로 이루어 진다. 주입된 이온주입의 조건에 따라 전기적 활성도가 다르며 소자의 전기적 특성에 크게 영향을 줄 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이온주입 온도에 따른 도펀트의 전기적 활성도를 확인 하기 위해 4H-SiC 기판에 N을 접합깊이 약 0.2 um 형성 조건을 이용하고 상온에서 500도씨까지 100도 간격으로 각각 주입 후 활성화 열처리를 진행하여 전기적 특성을 확인하였다. 상온과 100도 에서 주입하였을 때는 격자 활성도가 떨어져 면 저항 값이 1.3~1.5배 가량 증가하였고 측정결과 또한 불 균일 하였다. 하지만 200도 이상에서는 주입온도와 무관하게 균일한 면 저항 값을 얻었다.

P2-SD6-6 Application of β-SiC Powder for the SiC Single Crystal Growth

SiC 단결정 성장을 위한 고순도 β-SiC 분말에관한 연구

정은진*
한국세라믹기술원

Acheson method is commercial process which is suitable for getting α-SiC powders, but it has a limit to obtain high purity SiC powders and it is required long carbothermic reaction time of SiO_2 with carbon powder around 2200°C - 2400°C. Synthetic temperature of beta phase SiC powder is known to produce at 1700°C ~1900°C which is lower temperature than that of alpha phase SiC powder. The use of beta phase SiC powder for the SiC single crystal growing gives advantage of lowering single crystal growing temperature and increasing speed and length of SiC single crystal. In this work, we obtained high purity β-SiC powders for single crystal growth and studied the thermal effect on growth of β-SiC powders. β-SiC powders synthesized from silica sol at low temperature, and about 7 μm sized SiC powder was obtained. The β-SiC powder could grow up to 300 μm largely as a single grain by vaporization and recrystallization process. Moreover the cyclic heat treatment improved the purity of β-SiC by decreasing the residual silicon and metallic impurity. From the results of chemical analysis, the SiC content of the purified β-SiC powder was 99.999%. And low defect 3” 4H-SiC crystals was grown below 2000°C using β-SiC powder and the characterization of the wafers produced from β-SiC powderwill be discussed in the seminar.

P2-SD6-7 Energy Levels and Density of Point Defects of 4H-SiC Measured by Deep Level Transient spectroscopy

Deep level transient spectroscopy로 측정한 4H-SiC 단결정의 point defects의 energy levels 과 density

강홍전*, 김현우, 이수형, 김형준
서울대학교

4H-SiC는 전력반도체의 재료로 각광받고 상용화도 진행되고 있다. 그러나 bipolar device 에서의 point defect 문제, ion 주입 과정에서의 point defect 생성 등 해결해야 할 문제점들이 남아 있다. Deep level transient spectroscopy (DLTS)는 현존하는 point defect 분석 장비로는 가장 검출한계가 높은 것으로 평가 받고 있는데, 보통 $10^{11}/cm^3$정도 이고 최고 수준이 $10^{10}/cm^3$정도로 보고되고 있다. 또한 DLTS 는 단순히 point defect 의 농도뿐만 아니라 그것의 energy level 도 알아낼 수 있기 때문에 point defect 제어에 있어 효과적인 해결책을 제시해 줄 수 있다. 본 연구에서는 DLTS를장치를 직접 구축하였고 DLTS 의 핵심이라고 할 수 있는 프로그래밍도 직접 진행하였다. 구축 초기에 DLTS의 noise 레벨이 수 pico Farad 수준으로 trap level 을 검출해 내는데 어려움이 있었으나, Averaging 과 moving average 를 이용하여 noise level을 0.01 pF 수준으로 향상시켜 일반적인 검출성능에 도달 시켰고, 실제로 4H-SiC 단결정을 분석해 보았다. Data acquisition time, pulse duration time, temperature range 등 DLTS 분석에 필수적인 분석 조건들을 잡아 point defect의 energy level과 density를 계산해 낼 수 있었다.

P2-SD6-8 Homoepitaxial Growth of 4H-SiC on on-axis Substrate Using BTMSM

BTMSM 전구체를 이용한 온 액시스 탄화규소 기판 위의 애피탁시 성장

김현우*, 이훈희, 이수형, 강홍전, 김형준
서울대학교

Recently, epitaxial growth of SiC on-axis substrates has been further explored because basal plane dislocations which cause forward voltage instability of bipolar devices can be avoided in on-axis growth. In this work, epitaxial growth on Si-face 4H-SiC substrates with on-axis substrates is performed by using BTMSM. The experiment was performed in the horizontal cold wall-chemical vapor deposition (CVD) reactor and the n-type on-axis (0001) 4H-SiC silicon-face substrates were used. The growth temperature ranged from 1320°C ~ 1550°C. When growth temperature became 1480°C, we conducted island growth, which possesses a number of blocks as shown in Normalski micrographs image, but hexagonal shapes were sparsely appeared. In addition, epilayer began to have smooth surface in macroscopic view as well as a shape of continuous chain of hexagonal-shape, when the temperature reached 1550°C. Nominally on-axis (0001) substrates as supplied from manufacturers should not have any tilt from the basal plane, therefore epitaxial growth may occurs via screw dislocation, and their expansion through lateral step growth at the islands walls. In conclusion, 4H-SiC epitaxial films with single polytype was grown on on-axis substrate at the growth temperature of 1550°C by using BTMSM, which is lower than growth temperature of conventional process. Almost whole area was grown to 4H-SiC epilayer, revealing two types of surface regions which are hexagonal chain-shape and smooth surface.

P2-SD6-9 Growth of Silicon Carbide nanorods by Using a Solution Growth Method

용액성장법을 이용한 탄화규소 나노로드 성장

문정현[1]*, 김수진[2], 방욱[1], 김남균[1]
[1]한국전기연구원
[2]경상대학교

Silicon carbide (SiC) has attractive properties, such as high breakdown-field, high mechanical hardness and high thermal conductivity, which are suitable for nanoelectronic devices of chemical/biochemical sensing, high temperature and aggressive environment applications. In this work, we report on the growth of SiC nanorods by a typical top seeded solution growth method. Before the growth, the substrates were dipped in $Si_{0.56}Cr_{0.4}Al_{0.04}$ melts at 1800 ^{o}C for 2 hours and pooled from the melts. The results show verically aligned nanorods on 4H-SiC substrate. Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) and micro-Raman spectra analyses confirm the nanorods to crystallize with 4H-SiC. On the other hand, the results of EDS at the tope end of the nanorods indicate the extence of Alumium and Oxygen. The results suggest that the nanorods grow by the vapor-liquid-solid (VLS) mechanism facilitated by metal catalyst islands that form on the surface of the sample used.

P2-SD6-10 Stacking Fault Analysis in 4H-SiC by Photoluminescence

광 발광 효과를 이용한 4H-SiC의 적층 결함 분석

정현진*, 방욱, 문정현
한국전기연구원

탄화규소(SiC)는 높은 임계 전계, 넓은 밴드 갭, 높은 열 전도도 등의 뛰어난 물리적 특성으로 전력용 반도체 소재로 주목 받고 있다. 그러나, SiC가 갖는 다양한 결함으로 인해 물성을 최대한 발현하지 못하고 있으며, 대표적으로 polytype 혼재, 삼각형 결함, 적층 결함 등이 있다. 특히, 적층 결함의 경우 다이오드의 순방향 특성을 저하시키는 전자 포획자리로 작용하며, 종류에 따라 결함이 확장되기 때문에 전기적 소자의 순방향 특성 및 신뢰성에 악영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 이러한 적층 결함을 검출하기 위한 대표적인 비 파괴 분석법으로는 광 발광 효과가 사용되고 있다. 본 연구에서는 색 광 발광 효과를 이용하여 기판 내 혼재하는 polytype 영역을 구분하였고, Raman 분광법을 통해 polytype을 구별하였다. 또한, 상용 에피텍시 층에 존재하는 여러 종류의 적층 결함을 세 가지 기법의 광 발광 효과를 이용하여 분석하였다. 이때 사용된 광 발광 효과의 기법으로는 첫째, 레이저를 여기 광원으로 사용하고 단색화 장치를 통해 스펙트럼을 추출하는 마이크로- 광 발광. 둘째, 자외선 램프를 여기 광원으로 사용하고 광학계와 필터, sCMOS 검출기를 이용하여 흑백 영상을 얻는 자외선 광 발광. 마지막으로, 자외선 램프와 디지털 카메라의 CCD로 검출하여 스펙트럼 본연의 색을 얻을 수 있는 색 광 발광 기법을 이용하였다. 위 세가지 광 발광 기법은 각각 얻을 수 있는 정보와 측정에 걸리는 시간, 검출기가 다르기 때문에 용도와 목적에 맞는 효율적인 결함 분석법을 제시하고자 한다.

P2-SD6-11 발표취소

P2-SD6-12 SiC Interlayer Formation in Top Seeded Solution Growth of SiC Single Crystal

SiC 용액성장법에 있어 SiC 중간층의 형성과 역할

Ha Minh Tan[1]*, 이지은[1], 김병근[1], 윤지영[1], 변대섭[1], 유창형[1], 이명현[1], 김영희[1], 정성민[1], 서원선[1], 이원재[2], 김철진[3], Yunji Shin[4], Didier Chaussende[5]
[1]한국세라믹기술원
[2]동의대학교
[3]경상대학교
[4]Grenoble INP
[5]CNRS

Top seeded solution growth is a promising growing technique for SiC single crystal. Because Si has low carbon solubility, the amount of dissolved carbon governs the growth rate of SiC in the solution growth technique. Though the carbon solubility in Si melt is determined by the heating temperature but the real carbon concentration in Si melt is also determined by the heating time reaching saturated concentration. Therefore, the carbon solubility and the dissolution rate are important factors in solution growth of SiC single crystal. While the solubility is thermodynamically determined by temperature and solution composition, the dissolved rate is related to kinetics of step reactions in the carbon dissolution process. This study focused on investigating the formation of SiC interlayer which plays significant role in the carbon dissolution to Si melt. A model for the formation of SiC interlayer in Si-C binary system is suggested and expanded to the case in Si-C-Cr-Al quaternary solutions. The suggested model was validated by experimental characterizations including scanning electron microscopy and x-ray diffraction analysis.

P2-SD6-13 Ultraviolet YPluorescence Method for Analyzing Polytype of SiC Crystal

자외선 형광분석에 의한 SiC 단결정의 폴리타입 평가

윤지영*, 최형석, 권용진, 이명현, 서원선
한국세라믹기술원

SiC is a promising wide bandgap (WBG) material applicable to LD/LED or powerelectronic devices. Because SiC has large number of polytypes determined by their stacking order during crystal growth, the polytype inclusion has been a common issue during SiC growth. When photon is incident on the surface of SiC crystal and the energy of photon is larger than the band gap of SiC (2.9 ~ 3.3 eV), the photon excites the electron in the valence band to the conduction band. Excited electron goes to the lower states emitting heat and relaxes to the valence band emitting photon that has longer wavelength than the incident light. The phenomena that wavelength is shifted to the longer wavelength by interaction of photons with material is called fluorescence. Thus, polytypes can be identified by the fluorescence color because the SiC polytypes has difference bandgap. In this study, we investigated the UV fluorescence phenomena in the SiC boule and wafers grown by physical vapor transport (PVT) technique. Using a lab-developed UV fluorescence analysis and micro-Raman spectroscopy, the polytype inclusion in the SiC boules and wafers were easily identified.

P2-SD6-14 SiC Single Crystal Growth with β Phase and Transformed α Phase Powder Sources by PVT Method

β상 및 상변이 α상 SiC 분말을 원료로한 SiC 단결정 PVT 성장

권용진*, 정은진, 이명현, 김영희, 정성민, 서원선
한국세라믹기술원

탄화규소는 일반적으로 사용되는 실리콘에 비해 고전압 전력 반도체에 응용 가능한 가장 뛰어난 소재이며 유망한 와이드밴드갭 그룹중 하나이다. SiC 단결정 성장 방법으로는 Physical Vapor Transport (PVT), High Temperature-Chemical Vapor Deposition (HT-CVD), Top Seeded Solution Growth(TSSG) 방법이 있으며 이중 고상분말을 sublimation하여 종자(seed)결정을 성장시키는 PVT법은 가장 일반적으로 사용되는 기술이다. PVT에 의한 SiC 단결정성장에서는 원료, 부재(크루시블, 단열재), 성장조건(온도, 압력, 분위기) 등 다양한 제어인자들이 있으며, 원료로 사용되는 탄화규소 분말은 SiC 단결정을 성장하는데 중요한 요소 중 하나로 순도 향상과 생산비용절감이 주요이슈이다. 본 연구에서는 경제성 확보가 가능한 직접탄화법을 사용하여 탄화규소 분말을 합성하였으며, 저온(1800°C)에서 합성한 Beta상과 Beta상을 고온(2100°C)에서 상변이 시킨 Alpha상을 각각 원료로 사용하여 단결정을 성장시켰다. 각 분말 상에 따른 성장 조건 최적화를 진행하였으며, 결정 다형과 결정성을 평가하기 위해 X-ray topography, HR-XRD, UV, Raman 등을 이용하였다.

P2-SD6-15 Surface and Electrical Characterization of SiC Nanoparticle/MWCNT Embedded 4H-SiC MOS Tunneling Structure

SiC 나노입자와 MWCNT를 첨가한 4H-SiC MOS 터널링 구조의 표면 및 전기적 특성

정영석*, 유수산나, 구상모
광운대학교

SiC has shown high potential for UV photodetector due to its properties such as wide band gap (~3.26 eV). 4H-SiC based UV photodetectors, such as metal-oxide-semiconductor structure, have been presenting excellent performance. We investigated that the introduction of SiC Nanoparticle/ multiwall carbon nanotube in 4H-SiC MOS structure improves the dark gate tunneling current and responsivity. At 15 V, the photo to dark current ratio of SiC nanoparticle/multiwall carbon nanotube composite device is 18.8 larger than the value of 0.96 measured in the MOS device. The work function of SiC nanoparticle/multiwall carbon nanotube was determined by kelvin probe force microscopy to be ~10 mV lower than silicon dioxide surface. FTIR spectroscopy based studies for chemical composition of the materials obtained suggest some interaction of SiC nanoparticle/multiwall carbon nanotubes composites. The insulating property of the SiC nanoparticle/MWCNT layer can be attributed to ‘carbon-oxygen’ bonds. This work was supported by a grant from the fundamental R&D Program for “Ultra high purity SiC material” funded by the ministry of Trade, Industry & Energy, Republic of Korea, by the NRF funded by the Ministry of Science, ICT and Future Planning, IITP grant funded by the Korea government, by IDEC and by a Research Grant from Kwangwoon University in 2015.

P2-SD6-16 Electrical Characteristics of Self-assembled Monolayer Formed 4H-SiC Based Switching Devices

자가조립 단층박막을 형성한 4H-SiC 기반 스위칭 소자의 전기적 특성

이태섭*, 유수산나, 구상모
광운대학교

This work presents device performances of self-assembled monolayer formed 4H-SiC lateral FET. APTES layers were adsorbed on the top of p-type channel surfaces on the SiC Lateral FET. From AFM results, SiC surface presents the morphology, which is favorable for the formation of a functional layer and binding of organic molecules. APTES molecules were densely covered on the SiC surface with virtually normal molecular orientation, where silane groups were attached onto the SiC surface with amine functional groups. APTES functionalized SiC lateral FET exhibited normally-off *I-V* characteristic. The APTES functionalized channel FETs seem to be approximately three times less conducting as compared with the non-functionalized samples. The shifts in current can be correlated to the change in the effective molecular dipole field induced by the attachment of adding molecules. Cross linking possibilities and immobilization of biomolecules for biomedical applications have been investigated by the electrical characteristics of APTES SAM formed 4H-SiC lateral FET. This work was supported by a grant from the fundamental R&D Program for “Ultra high purity SiC material” funded by the MOTIE, Republic of Korea, by the NRF funded by the Ministry of Science, by IDEC and by a Research Grant from Kwangwoon University in 2015.

P2-SD6-17 Nano-particles Embedded Zinc Tin Oxide/4H-SiC Heterostructure Diodes Fabricated by Solutioin Process

메탈 나노파티클이 합성된 Zinc Tin Oxide/4H-SiC 이종접합 다이오드의 솔루션 공정법과전기적 특성분석

유수산나*, 구상모
광운대학교

Silicon Carbide has been proposed to replace conventional Si-based devices, which are already approaching the material limit in power electronics, and this technology enables the realization of heterostructure devices with Zinc Tin Oxide since both materials have wide bandgap and high thermal conductivity. ZTO is the most prominent example which exhibits high electron mobility, and high electrical conductivity. Moreover, it has an advantage in solution-processing which is low-cost process. However, most of solution-processed ZTO-based devices had a high off current and a low on-off current ratio, which degrade the effective switching characteristics. In order to realize improved ZTO/SiC hetero-structured devices, ZTO films on SiC substrates with suitable film quality are required. In this work, we demonstrate an approach for fabricating ZTO/SiC hetero-structure diodes and the effects of nano-particles embedded in ZTO films on the electrical characteristics have investigated. By adding the Au- and Ag-NPs in ZTO layer of ZTO/4H-SiC heterostructure, we could observe fine rectifying behavior in I-V characteristics with off current less than 3×10^{-10} A at -4 V and on-off ratio up to 1×10^{-6} at ±5 V. The additional comparison of electrical characteristics of fabricated heterostructure diodes will be presented. This work was supported by a grant from the fundamental R&D Program funded by the MOTIE, by the NRF funded by the Ministry of Science, by IDEC and by a Research Grant from Kwangwoon University in 2015.

P2-SD6-18 Electrical Properties of $BaTiO_3$ - SiC Nanopowder Composite MIS Structure Deposited by Aerosol Deposition on 4H-SiC Substrate

4H-SiC기판 위에 Aerosol Deposition으로 증착된 BaTiO3 - SiC 나노 분말 혼합물 MIS 구조의 전기적 특성

정세웅*, 유수산나, 구상모
광운대학교

This work investigates the properties of the barium titanate ($BaTiO_3$) dielectric layer with embedded SiC nanopowders on a 4H-SiC substrate. Applicability of BaTiO3 in silicon carbide (SiC) technology has been elaborated in terms of the dielectric film properties of the BaTiO3/4H-SiC interface. High-k thin films containing SiC nanopowder admixture were applied as gate insulator of metal-insulator-semiconductor (MIS) structure. The $BaTiO_3$ thin films were deposited by AD (aerosol deposition) with SiC Nanopowders (0.1 wt.%) on 4H-SiC epitaxial layers doped with nitrogen. The MIS Capacitors were characterized by capacitance-voltage (C-V) measurements, X-ray Diffraction Spectroscopy (XRD) and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). The effective dielectric constant (ε_i) and were determined in the accumulation region from the results of C-V measurements at room temperature, at 1MHz. Values of 19.5 and 49.3 were determined, respectively. The density of the interfacial surface states (N_{ss}), calculated from the hysteresis width of C-V curve, was of the order of $10^{10} – 10^{12}$ $eV^{-1}cm^2$. This work was supported by a grant from the fundamental R&D Program for “Ultra high purity SiC material” funded by the MOTIE, Republic of Korea, by the NRF funded by the Ministry of Science, by IDEC and by a Research Grant from Kwangwoon University in 2015.

P2-SD6-19 Research on Breakdown Voltage in Advanced SiC Semiconductors

미래형 SiC 반도체의 항복전압 연구

곽재원*, 최강민, 하민우
명지대학교

4H-SiC는 실리콘에 비해 3배 넓은 밴드 갭, 낮은 진성 캐리어 농도, 10배 높은 임계 전계, 2.7배 빠른 포화전자속도 등 우수한 전기적 성질을 가지고 있다. 4H-SiC 반도체는 고온에서의 안정된 동작 특성, 스위칭 손실 감소 및 높은 항복전압의 장점들을 갖는다. 반도체 소자의 항복전압을 개선하기 위해서 활성 영역 주위에 접합마감 설계가 반드시 필요하다. 4H-SiC 소자 공정상 깊은 P+ 접합은 현실적으로 구현이 어려운 제약을 가진다. 본 연구팀은 P+ FLR과 트렌치를 이용하여 역방향 특성을 개선시킨 4H-SiC 접합마감 소자를 발표한 적이 있다. 본 논문은 4H-SiC 전력용 반도체의 항복전압을 개선시키기 위해 실리콘 산화막이 채워진 트렌치 구조가 설계된 접합마감 소자의 최적화 연구를 진행하였다. 연구는 Atlas를 이용하여 이차원 수치해석 시뮬레이션을 이용하였다. 4H-SiC의 N-드리프트 영역의 농도와 두께는 2 × 1015 /cm^3 와 12 μm이다. 깊이는 0.5 μm이고, 너비는 5 μm인 P+ 접합만을 설계한 기존 FLR 접합마감 소자는 역방향 전계를 효과적으로 분산시키지 못하여 항복전압이 낮은 문제점을 가진다. 이러한 단점을 개선하기 위하여 P+ 메인 접합의 깊이보다 깊은 트렌치에 실리콘 산화막으로 채워 접합마감 소자의 항복전압을 개선시켰다. 역방향 전압의 대부분은 SiC보다 낮은 절연상수를 가지는 실리콘 산화막으로 채워진 트렌치에 걸린다. 1개 트렌치 설계를 통하여 제안된 접합마감 소자의 항복전압은 993 V로 기존 1개 FLR을 설계한 소자의 항복전압 557 V보다 성공적으로 개선되었다. 제안된 접합마감 소자는 기존 FLR에 비하여 접합마감 면적이 적은 장점을 가지며, 트렌치 개수를 늘리면 1.2 kV이상의 4H-SiC 반도체의 항복전압 구현도 가능하다.

P2-SD6-20 Thermodynamic Modeling of High Temperature Chemical Vapor Deposition Using Tetramethylsilane and Methyltrichlorosilane for SiC Growth

TMS 및 MTS를 전구체로 적용한 고온화학기상증착법에 의한 SiC 결정성장 열역학 모델링

강유라[1,2]*, 유창형[2], 이명현[2], 서원선[2], 정성민[2], 홍석륜[1]
[1]세종대학교
[2]한국세라믹기술원

High temperature chemical vapor deposition (HTCVD) method is a promising growing method for SiC bulk crystal because high quality SiC single crystals can be obtained. Conventionally, SiH_4 and hydrocarbon have been used for precursors for HTCVD method, however, our previous study suggested a novel HTCVD method using a safer liquid sources, such as methyltrichlorosilane (MTS) and tetramethylsilane (TMS), instead of the explosive SiH_4. In this study, we provided the process conditions when MTS or TMS were used as a precursor for SiC single crystal growth at high temperatures, based on computational thermodynamic simulations. The simulated results were also confirmed with experimental HTCVD growth with a series of characterizations including X-ray diffraction, Raman spectroscopy and other measurements.

P2-SD6-21 T he Role of Porous Graphite Plate for High Quality SiC Crystal Growth by PVT Method

고품질 SiC 단결정 성장을 위한 다공성 흑연판의 역할

신희원[1]*, 이희준[1], 김황주[1], 이동훈[1], 박미선[1], 장연숙[1], 이원재[1], 여임규[2], 전명철[3], 이시현[4], 김정곤[5]
[1]동의대학교
[2]포항산업과학연구원
[3]POSCO
[4]Morgan
[5]대구경북과학기술원

SiC is one of most attractive materials because of promising wide band-gap semiconductor with excellent physical properties and a huge potential for electronic applications. SiC single crystal has a variety of polytypes according to repeatability and periodicity within the crystal structure and it is important to optimize growth parameters to obtain high quality crystals. Our prior result also confirmed that the porous graphite plate inserted on SiC powder source produced a more C-rich for a polytype stability of 4H-SiC crystal. The present research intends to systematically investigate the role of porous graphite plate which could improve the quality of SiC crystal.The porous graphite circular plate (Morgan-PG-70) was inserted on source powder to produce a more C-rich for the polytype stability of 4H-SiC crystal and a uniform radial temperature gradient. The grown crystal in porous graphite inserted crucible showed the lower intensity of Al, B and Ti impurity concentration than SiC crystal grown in conventional crucible. The porous graphite plate before and after the growth process has been investigated by a Raman spectroscopy and a photoluminescence spectrum. According to the analysis result, it was confirmed that the porous graphite plate had the effect of suppressing impurities supplied to SiC single crystal during the growth process.

P2-SE2-1 Theragnostic Bone Fixation System with Drug-Ceramic Nanohybrids

약물을 담지한 세라믹 나노하이브리드 소재를 이용한 진단 및 치료용 골 고정 장치

김명훈*
이화여자대학교

Bioabsorbable plates are clinically utilized as alternatives to metallic plates for internal fixation without need for a second removal surgery. However, there exist drawbacks such as intrinsic radiolucency hindering post-operative diagnosis with X-ray and time-consuming natural recovery of bone defect. In this study, we have developed a new generation of theragnostic bone fixation plate with both diagnostic and therapeutic functionalities to resolve such drawbacks. A theragnostic nanohybrid was successfully prepared by intercalating risedronate, an anti-resorptive and bone-remodeling drug, into anionic clay by ion-exchange reaction. To integrate the theragnostic film on bioabsorbable bone fixation plate, the nanohybrid was first bound with biocompatible polymer, and then the film was carefully fabricated, and finally attached on the clinically used bioabsorbable plate.According to *in vivo* studies, discernible X-ray images of theragnostic plates could be observed up to 4 weeks with a significant increase of bone regeneration rate compared to the negative control. Moreover, histological evaluations at 12 weeks after implantation of theragnostic plates showed an overall *in vivo* biocompatibility, which was comparable to the clinically used bone plate. It is, therefore, concluded that the present theragnostic plate is everyway superior in orthopedic fixation systems to the previous, enabling biodegradation, post-surgery diagnosis with X-ray, and earlier repair of fractured bone, etc.

P2-SE4-1 2D-Yttrium(III)LDH Ceramic Materials for Nanomedicine

나노의학적 응용을 위한 2차원 Y-LDH 세라믹 소재 연구

엄새란*
이화여자대학교

Radiotherapeutic Yttrium-90 (^{90}Y) has been known as a pure β-emitter with fewer environmental radiation restrictions, and therefore, considered to be suitable for the irradiation to large solid tumors because of its long residence time property. Recently, we developed a novel radio-therapeutic system, ^{90}Y incorporated hydrotalcite, which is the carbonate form of layered double hydroxide (LDH). According to our previous studies, we found that LDH with ~100 nm in size, as a drug delivery carrier, showed the tumor targeting function and superior intercellular permeability, and even dissolved slowly in the cytosol.Therefore, Y incorporated LDHs [$Mg_2Al_{1-x}Y_x\cdot(CO_3)\cdot nH_2O$ ($x = 0 - 1$)] were designed and prepared by co-precipitation and successive hydrothermal treatment. With increasing the Y^{3+} content, the particle size of Y^{3+}-LDHs became smaller and their hexagonal morphology was changed to thin round plate-like one. From the XRD analysis, we found that there is a solid solution limit in incorporating Y^{3+} in LDH lattice. As the Y^{3+} content (x) was increased from 0 to 0.4, the lattice parameters of a and c in Y^{3+}-LDHs were linearly changed to 3.07 Å and 24.0 Å from 3.04 Å and 22.7 Å, respectively, since the ionic radius of Y^{3+} is larger than that of Al^{3+}, resulting in the expansion of crystal lattice, but significantly to the out-of-plane direction.

P2-SE4-2 Cellulase Enzyme Immobilized Magnetic Nanoparticles for Degradation of Cellulose to Fermentable Sugars

이혜선*, 장서준, 장정호
한국세라믹기술원

This work is reported the synthesis of cellulase enzyme immobilized magnetic nanoparticles for degradation of cellulose to fermentable sugars. The cellulase enzyme immobilization was achieved with Celic C-tec 2 enzyme from Novozyme after chloro-functionalization on the magnetic nanoparticles surface. The amount of immobilized Celic C-tec enzyme was optimized by the coupling molar ratios. The hydrolysis degradation of cellulase was determined by the dinitrosalicylic acid (DNS) assay. We confirmed the degradation of cellulose by the formation of glucose concentration as a function of time. Moreover, the reusability was demonstrated as a function of used times.

P2-SE4-3 Enzyme-magnetic Nanoparticle Conjugates as a Rigid Biocatalyst for the Elimination of Toxic Aromatic Hydrocarbons

이혜선*, 장정호
한국세라믹기술원

An enzyme–magnetic nanoparticle conjugate is prepared via conjugation of Ni^{2+} ions onto the surface of magnetic nanoparticles to interact with a six histidine-tagged enzyme. The catalytic properties and enzyme rigidification of the conjugates are more stable at high concentrations of aromatic hydrocarbons.

P2-SE4-4 Amino Acid Side Chain-like Surface Modification on Magnetic Nanoparticles for Highly Efficient Separation of Mixed Proteins

이혜선*, 장정호
한국세라믹기술원

This work reports on the realization of specific functionalized silica-coated magnetic nanoparticles (Si-MNPs) for effective protein separation through surface modification with various amino acid side chain-like functional groups such as thiol (SH), disulfide (S S), carbon chain (Cn), carboxyl (COOH), amine (NH2), and aldehyde (CHO). This study also suggests an improved and convenient method for the synthesis of functionalized Si-MNPs by hydrolysis condensation with silan-coupling agents. The protein adsorption effects in a coexistent mixed state are explored using various proteins, which have different isoelectric point (pI) 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.

P2-SF6-1 Filler Effect of Ground Calcium Carbonate on Physical Properties of SMC Composites

중질탄산칼슘 필러에 따른 SMC 복합체의 물성 변화에 관한 연구

이윤주*, 권우택, 김영희, 김수룡, 신동근
한국세라믹기술원

Sheet moulding compounds (SMC) is chopped-fiber reinforced composite sheet material, and it has been used in the automotive applications. For the compounds, mineral fillers are used for cost reduction, increasing weight, and improvement on the stiffness. Even though, for the SMC composite, the fiber is most important element, but the filler condition is also valuable factor, because the physical properties of composite can be influenced on it. Moreover, the filler condition such as size and content must be decided by the viscosity of preform. Ground calcium carbonate is one of common filler because it is cheap and easily affordable. In this study, calcium carbonate with five different sized in the range of 3 – 15 μm was chosen, and SMC process was modified to be suitable for laboratory scale. The mechanical properties and thermal stability of composite was studied with the filler size and content, but the reinforcement of chopped-fiber was not considered in order to trace only the filler effect.

This research was conducted in 2015 with support from the energy technology development project [2013T100100021] of the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP), financed by the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE).

P2-SF6-2 Energy Optimization and Simulation of Calcite Nano Grinding

석회석 나노 분쇄 공정의 에너지 효율 최적화 및 분쇄 시뮬레이션

정진안*, Mario Fujimura Kashiwagui, 이대양, 김리나, 조희찬
서울대학교

중질 탄산칼슘의 입도제어는 주로 분쇄를 통해 이루어지는데, 분쇄입도가 감소할수록 소모되는 에너지가 기하급수적으로 증가하므로 경제적인 대량생산 시스템을 구축하기 위해서는 무엇보다 에너지 효율 향상이 중요하다. 따라서 최근 나노 분쇄기로 개발되고 있는 고속 비드밀을 이용하여 나노 영역에서 입도제어의 에너지 효율성을 확보할 수 있는 최적 조건을 도출하였으며, 또한 향후 Scale-up과 최적 운전조건 확립에 활용하기 위하여 공정 시뮬레이션을 수행하였다. 석회석의 분쇄는 마이크로 영역 ($d_{50} \geq 1$ μm)은 1 L급 수직형 어트리션밀을, 나노 영역 ($d_{50} < 50$ nm) 은 0.15 L 급 고속 비드밀을 사용하였다. 어트리션밀 분쇄 결과, 슬러리 내의 고체 농도가 높을수록 에너지 효율이 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 30 wt% 이상의 슬러리 농도에서는 에너지 효율이 개선되지 않았다. 고속 비드밀 분쇄 시에는 입도가 감소함에 따라 입자 간 응집 및 점도 증가로 분쇄 효율이 감소하는 문제가 발생하였다. 이에 계면활성제로 3.0% sodium polyacrylate를 사용하여 5% 슬러리 농도에서 분쇄를 수행하였으며 입도의 지속적인 감소 및 충분히 낮은 점도를 유지하도록 하였다. 분쇄기의 Tip speed는 빠를수록 마이크로 영역에서의 입도 감소는 빠르게 발생되지만 분쇄에 소비된 에너지 및 입도를 분석한 결과 동일한 전력이 소비되는 것으로 나타났다. 반면, 나노 영역에서의 분쇄 속도는 에너지 효율에 영향을 미치며 동일한 분쇄 미디어를 사용할 경우 저속에서 더 높은 에너지 효율을 보였다. 분쇄 매체 크기의 경우 마이크로 영역에서는 1 mm 크기의 매체가 높은 에너지 효율을 보였으며, 나노 영역에서는 0.1 mm가 전반적으로 높은 에너지 효율을 보였다. 그러나 평균 입도 300 nm까지는 0.3 mm의 매체가 더 우수한 에너지 효율을 나타냈다. 위의 실험결과를 바탕으로 획득된 최적 분쇄 운전 조건을 바탕으로 분쇄에 필요한 power input 계산식이 유도되었으며, 또한 Weibull plot을 이용한 분쇄 시뮬레이션을 통해 분쇄 영향 인자들이 규명되었다.

본 연구는 산업통상자원부 한국에너지기술평가원의 “국내 석회석광 적용 자동차 경량화 광물 원료 등 미래자원화기술실증화 연구 (과제번호: 2013T100100021)”의 연구비 지원을 통하여 수행되었습니다.

P2-SF6-3 Characterization of Calcium Sulfoaluminate Clinker using Industrial By-products

산업부산물을 사용한 Calcium Sulfoaluminate 크링카 개발 및 특성

이건호[1]*, 남성영[1], 김준식[1], 민승의[1], 이형우[1, 2], 안지환[3], 한준[2]
[1]한일시멘트
[2]광운대학교
[3]한국지질자원연구원

칼슘설포알루미네이트계 팽창시멘트는 C_4A_3S (Calcium Sulfoaluminate, CSA) 팽창재의 조성에 따라 급경성, 조강성, 팽창성, 고강도성 등 다양한 특성을 나타내는 고기능성 시멘트이다. 일반적으로 CSA 크링카는 석회석, 보크사이트 및 석고와 같은 천연원료의 혼합물을 약 1, 300°C 이상에서 소성하여 제조하나, 자원 및 환경 문제를 위하여 이들 원료는 석회질, 알루미나질 및 황산염 물질로된 다양한 산업부산물로 대체될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 저품위 석회석 및 산업부산물을 원료로한 CSA크링카의 소성성 및 광물생성 거동을 대형 전기로를 사용하여 확인하였으며, 2015년 10월 실공정 소성라인에서 대량생산(60 ton/hr)에 성공하였다. 생산된 CSA 크링카는 OPC 대비 약 10 ~ 15% 첨가하여 물리적 특성을 분석한 결과, 유동성(경시 1시간)은 다소 저하되나, 1일 강도는 약 30% 우수한 값을 보였으며, 뚜렷한 조강성을 나타내었다. 또한 CSA 크링카가 첨가된 시료는 OPC 대비 약 120% 이상 높은 팽창성을 나타내었다.

본 연구는 산업통상자원부 한국에너지기술평가원의 “국내 석회석광 적용 자동차 경량화 광물 원료 등 미래자원화기술실증화 연구 (과제번호: 2013T100100021)”의 연구비 지원을 통하여 수행되었습니다.

P2-SF6-4 **Physical and Chemical Properties of Combustion Byproducts from Flue Gas Denitrogenation Facility Attached Coal-fired Power Plants**

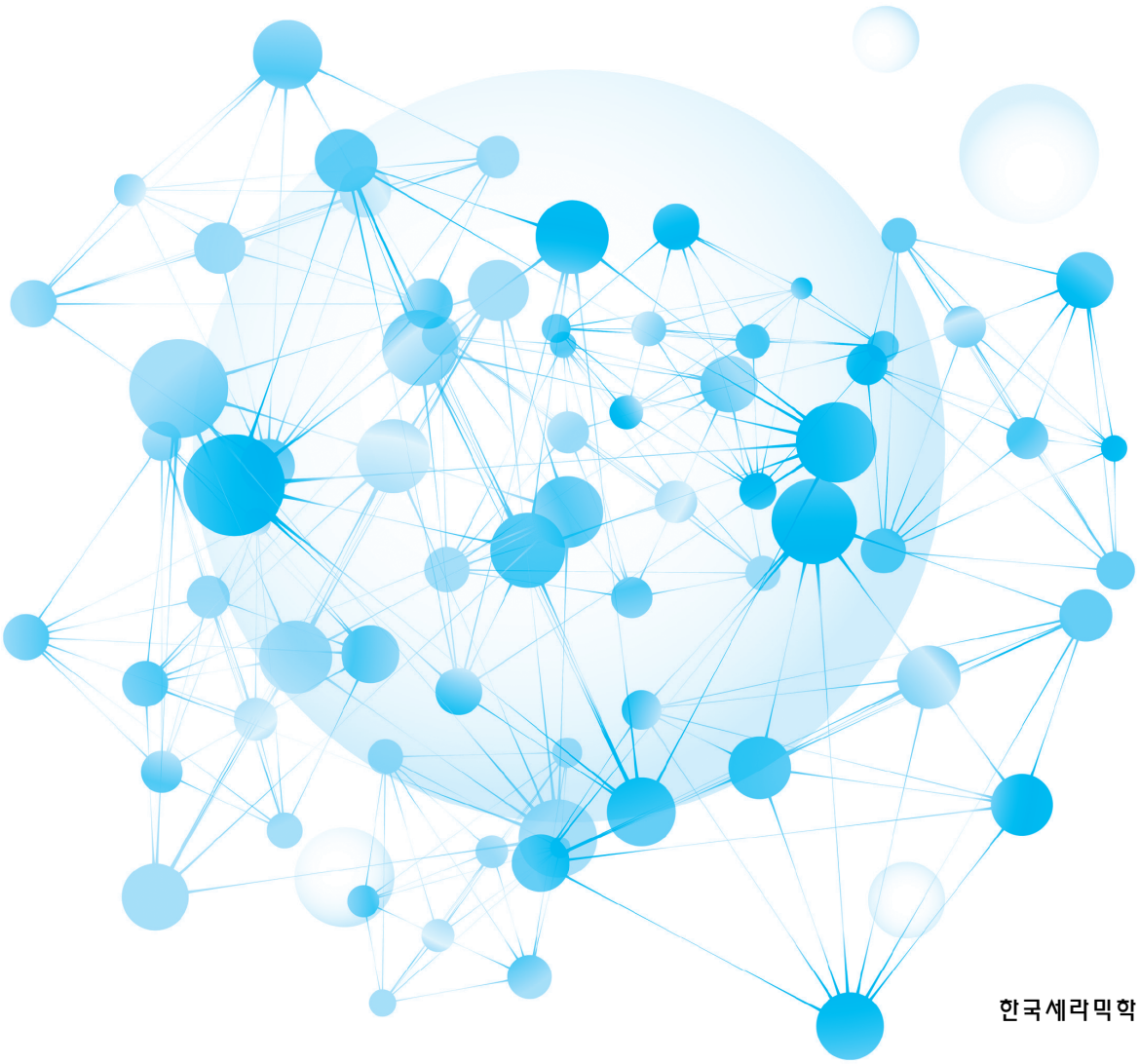
배연탈질설비 부착 석탄화력발전소 연소부산물의 물리화학적 특성

박석운*, 이형범, 김재관, 이현동
한국전력공사 전력연구원

본 연구에서는 배연탈질 석탄회 대량 발생시 재활용 가능성 분석을 위해 기존 배연탈질설비를 가동 중인 호남화력 및 전력연구원 시험연소로 설비를 대상으로 발생하는 배연탈질 석탄회를 채취하여 물리·화학적 특성의 일부를 분석하였다. 화학적 특성 분석을 위해 미연탄소 함량을 분석하였고 산처리 후 유도결합플라즈마(ICP)를 이용하여 화학성분을 분석하였으며, 폐기물용출실험법에 의해 암모늄이온의 농도를 측정하였다. 또한, 물리적 특성으로는 입자형상, 석탄회 표면층 성분분석, 습식체(Sieve) 입도분석, 강열감량, 비중 및 Blaine비표면적 등을 분석하였다. 그 결과 탈질 석탄회는 유연탄 석탄회와 유사하게 SiO_2및 Al_2O_3가 주성분으로 나타났으며, 탄종 특성상 CaO 성분이 10-18%로 높아 pH가 8.31이상의 강염기성을 보였다. 한편 석탄회 중 흡착되어 있는 암모늄염 성분은 Ammonium Sulfate와 Ammonium Bisulfate로 나타났으며, 암모늄염 흡착에 의해 조립 석탄회 주위에 미립 석탄회가 뭉쳐 있는 형상을 보였다. 배연탈질 석탄회의 암모늄이온 농도는 4.8-7.2 ppm으로 낮게 나타났으며, 비중 1.98이상, Blaine비표면적 3,550 cm^2/g이상, 입도 12-32 μm의 미립분으로 콘크리트 혼화재로 재활용시 콘크리트 충진율을 증가시킬 것으로 사료된다.

본 연구는 산업통상자원부 한국에너지기술평가원의 “국내 석회석광 적용 자동차 경량화 광물 원료 등 미래자원화기술실증화 연구 (과제번호: 2013T100100021)”의 연구비 지원을 통하여 수행되었습니다.

IEFM 2015
1st International Symposium on Emerging Functional Materials



IEFM

I1-1 Atomic Structure of Electrode Materials for Lithium Ion Batteries Studied by Aberration-corrected Scanning Electron Microscopy

Lin Gu
Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences/Beijing National Laboratory for Condensed, Matter Physics, Beijing, 100190, P.R.China

Performance optimization of lithium-ion batteries necessitates information about structural evolution of electrode materials at an atomic scale. The annular-bright-field (ABF) imaging in aberration-corrected scanning transmission electron microscopy (STEM) allows simultaneous imaging of light and heavy elements, providing an unprecedented opportunity to probe the nearly equilibrated local structure of electrode materials after electrochemical cycling at atomic resolution. In this report, we will present our recent efforts on revealing the atomic-scale structure of selected electrode materials with different charge and/or discharge state, e.g., the lattice distortion, phase interface structure, transition metal migration, surface reconstruction with (partial) intercalation and de-intercalation, to extend the current understanding of electrochemical reaction mechanism with the ABF and high-angle annular dark-field (HAADF) STEM imaging. Future prospect on the relationship between atomic-level structure evolution and microscopic reaction mechanisms of electrode materials for rechargeable batteries is envisaged.

I1-2 Novel Electrode Structural Design for Post-Lithium Ion Batteries

Post Lithium Ion Battery를 위한 새로운 전극 연구

최장욱*
한국과학기술원

Although Li-ion batteries have been successful in various applications, their shortcomings with regard to high cost and global maldistribution of raw materials, as well as safety concerns have stimulated alternative rechargeable batteries based on other carrier ions represented by sodium and magnesium ions, targeting grid-scale energy storage systems (ESSs). However, many electrode materials in these emerging systems often suffer from sluggish kinetics due to the larger size or bivalency of carrier ions, limiting electrochemical performance particular in specific capacity and operation voltage. In this talk, I will introduce a new approach of engaging intercalated water in layered cathode materials. The intercalated water improves the performance of the given materials substantially by shielding electrostatic interactions or maintaining the crystal frameworks over repeated cycles. Detailed effects of intercalated water will also be described, along with promising potentials towards aqueous operations. Electron microscopy characterization for in-depth understanding of these materials will also be introduced.

I1-3 Anode Materials for Sodium Ion Battery

Shu-Lei Chou*, Weijie Li, Yunxiao Wang, Jia-Zhao Wang, Hun-Kun Liu, Shi-Xue Dou
Institute for Superconducting and Electronic Materials, University of Wollongong, Wollongong, NSW 2522 Australia

Sodium-ion battery is a low cost energy storage device, which are similar in some ways to lithium-ion batteries. In both systems, Na/Li ions are shuttled between the battery's positive and negative electrodes during charging and discharging. Taking into account recent concerns about a possible lithium shortage with the spread of electric vehicles, it is urgent to search for alternative energy storage systems that could complement the existing Li-ion technology. For this purpose, Na-ion technology can be a suitable choice in terms of battery cost, safety, and raw material abundance. Due to the increased size and heavier weight of the Na atom compared to the Li atom, the volumetric energy density and specific energy density obtainable for the sodium-ion battery would be significantly less than those obtainable with the lithium-ion battery. However, Na-ion batteries would be interesting for very low cost systems for grid storage, which could make renewable energy a primary source of energy rather than just a supplemental one. There are mainly three types of anode materials for sodium-ion batteries including carbon materials, alloy-based materials such as Sn, Sb, and P and insertion type sodium metal oxide materials. Alloy-based anode materials such as Sn, Sb, and P show high theoretical capacity of 847 ($Na_{15}Sn_4$), 660 (Na_3Sb), 2,596 (Na_3P) mAh g^{-1} towards sodium, but with more than 300% volume expansion. The theoretical capacity and the volume expansion ratio were shown in Figure 1. It can be found that the expansion ratio for Sodium based anode materials is more serious than Lithium based anode materials due to the bigger size of Na+ ions leading to poor cycle life. Several studies have shown that this massive volume expansion can lead to poor cycle life. Capacity fade can be caused by pulverization of the active particles or degradation of the electrode coating. Based on previous experience, the capacity fade of alloy-based negative electrodes is very sensitive to the choice of binder. A good binder must ideally maintain adhesion of the electrode to the current collector, maintain ionic contact, and facilitate the formation of a stable interface with the electrolyte. However, great efforts have to be made to find appropriate active materials for anodes of SIBs with cheaper price and environmental friendliness. Here, we will present our work on anode materials for sodium ion battery. The materials include carbon based materials, Sn-based materials and red phosphorous based composites with high specific capacity and excellent capacity retention.

I1-4 Thixotropic Gel Polymer Electrolytes based on Screen-Printing Process for All-Solid-State Lithium Rechargeable Batteries

전고체 리튬이차전지용 스크린 인쇄공정 기반 요변성 젤 고분자 전해질

이영기*
한국전자통신연구원

Flexible lithium rechargeable batteries have received a lot of attention together with the rapid development of bendable or even foldable electronic devices such as flexible display, e-paper, foldable/bendable cellular phone, wearable PC, and so on. Recent efforts on unique and flexible battery designs are working towards advanced batteries that can be applied to devices and applications without limiting their form factors. In this work, we have newly designed novel polymer electrolytes with thixotropy based on Poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene)/Hydroxypropyl cellulose blend. The thixotropic gel polymer electrolytes pastes were composed of PVdF-HFP/HC blend, Al_2O_3 nanoparticles, and liquid electrolytes which is 1M $LiPF_6$ in EC/PC/EMC. To control the solvent evaporation time and medium viscosity, NMP/Acetone co-solvent was used. Adhesive gel polymer electrolytes of less than 30?m thickness were prepared on the electrode surface throughout direct screen-printing. The maximum ionic conductivity is 3.6×10^{-3} S/cm at 25℃ and no significant decomposition of any components in the thixotropic gel polymer electrolytes takes place below 4.5V vs. Li/Li^+.

I1-5 Electrode Materials for Rechargeable Batteries with High Energy Density

Yunhui Huang, Yue Shen, Lixia Yuan, Xianluo Hu
School of Materials Science and Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430074, China

Although lithium-ion batteries (LIBs) have been extensively used, their applications are usually limited by energy density especially for electric vehicles. The limitation of energy density is believed to 300 Wh/Kg. Rechargeable batteries with high energy density are desirable and urgent for energy storage technologies. Cathode and anode materials are crucial for the LIBs to achieve high energy density. In order to meet the needs of high energy density, the cathode and the anode are both required to have a high specific capacity. On the other hand, the match among the electrode materials and battery design are also important to get high energy density. In this presentation, we compare several electrode materials and analyze how to get high energy density in LIBs. As the next-generation energy-storage devices with high energy density, lithium-sulfur batteries (LSBs) have attracted more and more attention, which are potential for practical application. However, low utilization and low conductivity of S, cycle performance, high self-discharge and safety of Li anode are the key problems to limit the application. Fabricating sulfur-carbon composite cathodes with sulfur embedded within conductive carbon frameworks has been proven promising. Carbon materials, including nanoporous carbon, carbon nanotubes, graphene nanosheets and some other forms, have excellent conductivity, robust chemistry, good mechanical stability, and great abundance. By constraining S within C frameworks, the conductivity of the S electrode can be greatly enhanced, and the dissoluble loss of intermediate S species in the liquid electrolyte can also be restrained due to the sorption properties of carbon, leading to a much improved electrochemical performance. Lithium-air batteries (LABs) show extremely high energy density, which combine the advantages of fuel cells. Both LSBs and LABs bring good opportunities for practical applications in high-performance energy storage technologies.

I1-6 Rechargeable Seawater Batteries

Youngsik Kim*, Jinhyub Han, Youngil Kim, Sangmin Park, Sunhye Sahgong
School of Energy and Chemical Engineering, Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST)

This presentation will report a design of rechargeable seawater battery and identify its key component materials for improving its electrochemical performances. This system uses seawater and its contents of chemicals as the anode and cathode materials. Na-ions were harvested from the seawater by charging the battery, and the harvested Na-ions were discharged with water (or oxygen dissolved in the seawater) as oxidants to produce an electricity. Seawater provided both chemicals of the anode (Na metal) and cathode (O_2) materials for the proposed battery, and it is rechargeable. The circulating seawater in this open cathode system results in a continuous supply of sodium ions, which gives this system superior cycling stability that allows the application of various alternative anodes to sodium metal by compensating for irreversible charge losses. Indeed, hard carbon and Sn-C nanocomposite electrodes were successfully applied as anode materials in this hybrid seawater fuel cell, yielding highly stable cycling performance and reversible capacities exceeding 110 and 300 mAh g^{-1}, respectively.

I1-7 발표 취소

I1-8 Synchrotron Based X-ray Studies on High Voltage Spinel Cathode Materials for Li-ion Batteries

실시간 방사광 가속기 X-선 분석법을 활용한 리튬이온전지용 고전압 스피넬 양극재의 구조분석 연구

남경완*
동국대학교

High voltage spinel $LiNi_xMn_{2-x}O_4$ (x ~ 0.5, LNMO) has been heavily investigated recently due to its advantage of high operating voltage at ~4.7V versus Li^+/Li. Its electrochemical performance has been shown to depend on many factors, including synthesis route, stoichiometry, heat treatment, morphology and particle size. In order to improve the electrochemical performance of this cathode material, the studies of structural stability are important. The delithiated form of its parental material, $LiMn_2O_4$, has been investigated previously. Since there is no thermal decomposition and oxygen release until above 500°C, $LiMn_2O_4$ is generally regarded as a relatively safe cathode material compared with the layer structured materials. However, when one quarter of total Mn is replaced by Ni as in LNMO, it was found in this study that the thermodynamics of LNMO and its structural stability are quite different from those of regular spinel $LiMn_2O_4$. In this work, we applied synchrotron-based *in situ* tools to monitor changes in both crystal- and electronic-structure to study the reaction mechanism of delithiated LNMO during heating. The mechanism of thermal decomposition and the oxygen release behavior of delithiated LNMO during heating have been explored in terms of changes in crystal structures and valance of the transition metals. Some of preliminary results regarding the impact of substitution of other elemetns on the thermal- and electrochemical cycling- stability of LNMO will also be presented.

I2-1 Bilayer Organic Photovoltaics Prepared by Sequential Solution Processes

Jeesoo Seok, Yun Hee Jang, Lin Xie, Kyungkon Kim*
Department of Chemistry and Nano Science, Ewha Womans University, Seoul, Korea

An efficient polymer/fullerene bilayer organic photovoltaic (BL-OPV) device was developed via sequential soluton deposition (SqSD) process. Two essential problems regarding the construction of an efficient SqSD processed BL-OPV were resolved. First, the constructing bilayer by the SqSD process was resolved by incorporating an ordering agent (OA) to the polymer (bottom-layer) solution, which improved the ordering of the polymer chain and prevented the bottom-layer from dissolving by the fullerene (top-layer) solution. Second, a non-planar heterojunction with a large surface area was formed by the incorporation of a heterojunction agent (HA) to the top-layer solution. Several polymers including P3HT, PCDTBT and PTB7 were used for the bottom-layer and phenyl-C_{71}-butyric-acid-methyl ester ($PC_{70}BM$) was used for the top-layer. The SqSD processed PCDTBT/$PC_{70}BM$ BL-OPV produced utilizing both an OA and HA exhibited a power conversion efficiency (PCE) of 7.12% with a high internal quantum efficiency (IQE). We believe our bilayer system affords a new way of forming OPVs distinct from the system prepared by the one step solution deposition (SD) process that utilizes a mixed solution of polymer and fullerene, and offers a chance to reconsider the polymers that have thus far shown unsatisfactory performance by the one step SD process.

I2-2 Flexible Photovoltaics: Dye-Sensitized and Perovskite Solar Cells

Min Jae Ko*
Photo-Electronic Hybrids Research Center, KIST
KU-KIST Graduate School of Converging Science and Technology, Korea University

There have been significant progresses in the dye-sensitized (DSSCs) and perovskite solar cells (PSCs). Further cost reduction in high-speed manufacturing can be accomplished by continuous roll-to-roll printing processes using a flexible plastic substrate. Lightweight and flexible plastic solar cells can be installed even on non-flat surface, which makes them a possible ubiquitous power source for mobile electronics. To fully utilize these kinds of advantages in DSSCs and PSCs, mechanical durability as well high efficiency should be guaranteed. In this talk, we will introduce several strategies to address these issues.

I2-3 Organo-lead Halide Perovskite Solar Cells on Inorganic Materials

Seigo Ito*
Graduate School of Engineering, University of Hyogo. 2167 Shosha, Himeji, Hyogo, 671-2280 JAPAN.

Organo-lead halide perovskites have attracted much attention for solar cell applications due to their unique optical and electrical properties. With either low-temperature solution processing or vacuum evaporation, the overall conversion efficiencies of perovskite solar cells with organic hole-transporting material were quickly improved to over 15% during the last 3 years. However, the organic hole-transporting materials used are normally quite expensive due to complicated synthetic procedure or high-purity requirement. Here, we demonstrate the application of an effective and cheap inorganic p-type hole-transporting material, copper thiocyanate, on lead halide perovskite-based devices. With low-temperature solution-process deposition method, a power conversion efficiency of 12% was achieved under full sun illumination. This work represents a well-defined cell configuration with optimized perovskite morphology by two times of lead iodide deposition, and opens the door for integration of a class of abundant and inexpensive material for photovoltaic application. Moreover, in the conference presentation, NiO hole-transporting material, SnO_2 electron-transporting material, and tandem solar cells of perovskite solar cells on home-made silicon solar cells will be presented.

I2-4 Highly Efficient p-i-n Type Planar Perovskite Solar Cells with NiO-based Hole-Extraction Layers

Ik Jae Park,[1,2] Min Ah Park,[2] and Jin Young Kim[1]*
[1]Department of Materials Science and Engineering, Seoul National University, Seoul, Korea
[2]Photo-electronic Hybrids Research Center, Korea Institute of Science and Technology, Seoul, Korea

Perovskite solar cells based on the organometal halides (*e.g.* methylammonium lead iodide; $MAPbI_3$) have been investigated very intensively owing to their skyrocketing conversion efficiencies. The perovskite solar cells can be classified either as a n-i-p type or as a p-i-n type depending on the direction of charge collection. Among them, the p-i-n type devices especially with a planar structure have advantages such as simple and low-temperature processes compatible with flexible substrates, negligible hysteresis effect, and potential tandem configuration with other highly efficient inorganic solar cells. However, the p-i-n type planar devices have issues of lower conversion efficiency compared with the n-i-p type counterparts and poor stability resulting from the use of organic hole-extraction layers. In this study, we successfully demonstrate highly efficient p-i-n type planar perovskite solar cells with inorganic NiO-based hole-extraction layer. Factors that govern the solar cell performance of the NiO-based perovskite solar cells have been investigated systematically, especially regarding their influences on the fill factor. It has been found that the conductivity of the hole-extraction layer and its physical/electrical contact with the perovskite layer are very important for the device performance. It has been also found that the long-term stability of the perovskite solar cells has been significantly enhanced by replacing the conventional organic PEDOT:PSS layer with the inorganic hole-extraction layer. As a result, the best NiO-based device exhibits a high conversion efficiency of ~ 17% with no hysteresis effect.

I2-5 Perovskite Solar Cell: Stability, Efficiency and Hysteresis

Nam-Gyu Park
School of Chemical Engineering and Department of Energy Science, Sungkyunkwan University (SKKU), Suwon, Korea

Since the first report on the long-term durable perovskite solar cell with a power conversion efficiency (PCE) of ~10% in 2012, following two important pioneering works on perovskite-sensitized liquid solar cells in 2009 and 2011, a swift surge of researches on perovskite solar cell has been made. Although PCE of perovskite solar cell reached over 20% in a very short period of time after reporting on the solid-state perovskite solar cell, there are issues, such as stability and I-V hysteresis, to be addressed. In this talk, organic cation engineering, selective contact engineering and Lewis acid-base adduct chemistry will be discussed in order to give insights into stability, hysteresis and methodology for reproducibly high photovoltaic performance. Inorganic cation with ionic radius smaller than organic cations in A-site was found to improve photo- and moisture-stability and photovoltaic performance as well. I-V hysteresis was significantly dependent on materials contacting perovskite layer, where control of the capacitive current at interface between selective contact and perovskite was found to be key in diminishing the hysteresis. Highly reproducible perovskite solar cell with PCE of about 20% was realized via Lewis base adduct of PbI_2, where the perovskite layer prepared by the adduct approach showed higher charge extraction ability along with fast charge mobility.

I2-6 Structural Analysis of Key Intermediates in Fabrication Process of Perovskite Solar Cells by Solution Method

Atsushi Wakamiya
Kyoto University

Our approaches toward fabrication of highly efficient perovskite solar cells with high reproducibility are the following three points; 1) elucidation of the structure and properties of the intermediates that form as intermediates during the solution process, 2) purification of the materials, and 3) development of new organic semiconductors. In this presentation, we will report the structures and properties of some key intermediates determined by single crystal X-ray structural analysis. Based on our findings, we will discuss about the details of fabrication process of perovskite solar cells by solution method.

I2-7 Ultra-thin NiO Film Grown by Atomic Layer Deposition as Hole Transporting Layer for High performance Inverted Planar Perovskite Solar Cells

Seongrok Seo[1], Ikjae Park[3,4], Myungjun Kim[1], Seonhee Lee[1], Changdeuck Bae[1,2], Jinyoung Kim,[3] and Hyunjung Shin[1]*
[1]Department of Energy Science, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea
[2]Intergrated Energy Center for Fostering Global Creative Researcher (BK 21 Plus) Sungkyunkwan University, Suwon, Korea
[3]Photo-electronic Hybrids Research Center, Korea Institute of Science and Technology (KIST), Seoul, Korea
[4]Department of Materials Science and Engineering, Seoul National University, Seoul, Korea

NiO is a wide band gap p-type oxide semiconductor and has potential for applications in solar energy conversion as a hole-transporting layer. It also has good optical transparency and high chemical stability, and thus has the capability aligning the band edges to the perovskite ($CH_3NH_3PbI_3$) layers with efficient energy transfer. In this work, NiO films on indium tin oxide (ITO)-coated glass were synthesized with different thicknesses by atomic layer deposition technique. The precise thickness control and low roughness factor of ALD-grown NiO makes the films have nanometer scale resolution in thickness variation, which is hardly achieved by other deposition methods. The device based on even extremely thin 2.5 nm NiO films, providing dense and uniform film quality with the help of ALD method, showed reasonably high performance, which verifies good electron blocking performance of our NiO without pinhole in the film. Furthermore, electrochemical Mott-Schottky analysis revealed that NiO films can be divided into two electrochemically distinctive regimes depending on the films' thickness. Much higher apparent work functions as well as doping densities were observed in the NiO films with the thickness of less than 5 nm. Meanwhile, NiO films thicker than 7.5 nm have similar acceptor concentration (~ 6.0×10^{19} cm^{-3}) and flat band potential (~5.0 eV) regardless of the thickness. The thinner NiO film can lead to higher photocurrent and improved performance due to reducing serial resistance of the device when the films are thicker than 7.5 nm. NiO films thinner than 5 nm, however, could not guarantee efficient hole transport and electron blocking because the uneven charge distribution is expected through the whole thickness, which is resulted by short Debye length of NiO. Finally, inverted planar perovskite solar cells of ITO/p-NiO/perovskite ($CH_3NH_3PbI_3$)/PCBM/Ag were fabricated and the resulting highest energy conversion efficiency of 15.94 % with high open circuit voltage (1.02 V) and fill factor (0.75).

I2-8 Functional Surfaces with Zinc Oxide Nanorods

Husnu Emrah Unalan
Department of Metallurgical and Materials Engineering, Middle East Technical University, Ankara, Turkey 06800

The large-scale synthesis of one-dimensional nanorods with extraordinary properties has opened new pathways for the fabrication of optoelectronic devices. Among semiconducting oxide nanorods, zinc oxide (ZnO) is one of the most promising one that can be synthesized both by solution approaches and chemical vapor deposition method. Solution growth approach for ZnO nanorods is highly appealing because of the low growth temperature and possibility for large area synthesis, forming nanostructured surfaces. ZnO nanorods impart unique properties to the surfaces where they are grown. For instance, they can be used as antireflection coatings in crystalline silicon solar cells, where they simultaneously provide surface passivation. In organic solar cells, ZnO nanorods can be used to prolong the lifetime of the cells by decreasing their ultraviolet exposure. Nanowires also impart self-cleaning ability to solar cells. In addition to solar cells, it is possible to fabricate solar-blind ultraviolet detectors through the growth of ZnO nanorods on substrates. These devices possess flexibility provided that the nanowires are grown on flexible substrates. If grown on textile surfaces, on the other hand, nanowires impart self-cleaning, superhydrophobic and UV blocking properties to the fabric.

I3-1 Advantages and Issues of Oxide Semiconductors for Device Applications: Doping and Charge Compensation

Toshio Kamiya, Hideo Hosono
Tokyo Institute of Technology, Japan

Amorphous oxide semiconductor (AOS) represented by a-In-Ga-Zn-O (a-IGZO) is now employed in high-resolution smartphones and large-size OLED TVs. It is because of beneficial properties of oxide semiconductors; e.g., oxide semiconductors exhibit large electron mobilities > 10 $cm^2/(Vs)$ even in an amorphous structure fabricated at room temperature. On the other hand, stability is still an important issue for more sophisticated applications. Recent research has revealed that some of the instability issues come from impurity hydrogen and weakly-bonded/excess oxygen. Further, oxygen deficiency and microstructure of the amorphous network are also important origins of defects and instability. In this paper, we will first review the present status of amorphous oxide semiconductor devices. Then, doping, defects, impurity and charge compensation, which are closely related to the instability issues in AOS, will be discussed in comparison with crystalline oxide semiconductors such as ZnO. For example, high-density impurity hydrogens at $>10^{20}$ cm^{-3} are contained in usual a-IGZO and work as donors, while the hydrogen donors are compensated by excess oxygen. Further, other defect sources inherent to AOSs have also been recognized; e.g., weakly-bonded oxygen works as bi-stable trap, and strong reduction of a-IGZO films causes strong charge compensation and produces insulating films even if deposited in vacuum.

I3-2 Amorphous In-Ga-Zn-O Thin-Film Transistor Memory Devices

Shi-Jin Ding
School of Microelectronics, Fudan University, Shanghai 200433, China

In recent years, amorphous indium-gallium-zinc-oxide (a-IGZO) thin-film transistor (TFT) nonvolatile memories have been widely researched as next-generation memory devices for flexible electronic systems and transparent panel systems. This is because a-IGZO has many advantages over conventional amorphous or polycrystalline silicon, such as high electron mobility, good uniformity, low processing temperature, and transparency in the visible region of the spectrum. In this talk, I will talk about several types of a-IGZO TFT memory devices: (1) the a-IGZO TFT memory device with Zn-doped Al_2O_3 charge storage layer. It exhibited fast programming characteristics and very good electron retention. The light emitting from a halogen tungsten lamp could be used to erase the programmed device, and the monochromatic light-assisted electrical erasing could increase the erasing efficiency, which was further enhanced with reducing the wavelength of the monochromatic light. (2) The a-IGZO TFT memory device with atomic-layer-deposited Pt nanocrystals. It exhibited a high programming efficiency, and the programmed device could be erased efficiently by UV light. By optimizing the channel IGZO, the programmed device could be also erased electrically. (3) A multi-level TFT memory cell with an IGZO floating gate and channel. The fresh device corresponded to an original state (OS). When a positive gate bias pulse was applied to the fresh device, it turned to a programmed state (PS). When a negative gate bias was applied to the fresh device, it could also turn to an erased state (ES). The device demonstrated electrical programmable and erasable characteristics and good endurance between OS and PS, or OS and ES as well as data retention capability. In conclusion, the above devices have promising applications in one-time programmable memory, light-erasable memory, UV detectors, optical touch panels and so on.

I3-3 Roll-to-Roll Sputtered ITO/Ag/ITO Multilayer Films for Flexible Inverted Organic Solar Cell Module and Flexible Heaters

Han-Ki Kim
Department of Advanced Materials Engineering for Information and Electronics, Kyung Hee University

Indium tin oxide (ITO), Ag, and ITO layers were sputtered onto a flexible PET substrate with a 700 mm width by using a commercial roll-to-roll (RTR) sputtering system to use as a flexible and transparent anode for flexible organic solar cells (FOSCs) and flexible transparent heaters (FTHs) [1]. To optimize the electrical and optical properties of the ITO/Ag/ITO multilayer, the thickness of Ag layer were varied by controlling of the DC power applied on Ag targets during the RTR sputtering process. Compared to thickness control of the top and bottom ITO layer, the thickness control of the Ag layer is more effective to obtain a low sheet resistance and high transmittance ITO/Ag/ITO multilayer. At an optimized thickness of ITO (35 nm) and Ag (10 nm), a symmetric ITO/Ag/ITO multilayer showed a sheet resistance of 3.03 Ω/square and a high optical transmittance of 87.2 %. Various bending test results showed that the high failure strain of the Ag inter layer led to good flexibility of the multilayer films. Furthermore, we discuss the effect of the Ag layer thickness on the performance of FOSCs and FTHs fabricated on RTR sputtered ITO/Ag/ITO anodes.

I3-4 Oxide TFTs for the Application to the Large Area and High Resolution Display

Sang-Hee Ko Park
KAIST

The recent trends in display may be listed as large SHV TV, high resolution mobile display, and new display with novel design or function such as flexible transparent display. Due to the combined performances of mobility and stability, scalability, and use of existing facility, oxide TFTs have been intensively researched during last decade. The active layer of oxide TFT is metal oxide semiconductor of which conduction band mostly comes from the s orbitals of metals and the valence band is composed of oxygen p orbitals. Most of unique properties of oxide TFT are considered to arise from the intrinsic defects in oxide semiconductor. There have been many challenges in oxide TFTs for commercial applications: controlling Vth, improving bias stability, new device structure, and developing new materials for high mobility and passivation. While the issues need to be further improved, oxide TFTs have finally been mass produced as the backplane for AMOLED TVs and TFT-LCD tablets. In this presentation, current issues of oxide TFTs for the application to the large area display and especially requirement of oxide TFT for ultra-high resolution display and their promise for the driving device of next generation displays will be described.

I3-5 High-Resolution Electrohydrodynamic Inkjet Printed Oxide TFTs toward High-Performing, Stretchable Electronics

So-Yun Kim[1], Minji Kim[1], Yun-Yong Nam[2], Young Hwan Hwang[2], Byeong-Soo Bae[2], Jang-Ung Park[1]*
[1]School of Materials Science and Engineering, Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST), Ulsan, Republic of Korea
[2]Department of Materials Science and Engineering, KAIST, Daejeon, Republic of Korea

Printed electronics is feasible approaches to realize low-cost fabrication enabling compatibility with large-area and flexible substrate. Especially, ink-jet printing enables direct pattering of soluble materials without sequential processes including photo-lithography or selective etching. Although printing-based tools are available for manufacturing unique advances on plastic substrate, their functional devices, especially based on organic materials, offer generally low performances; for example low mobility and poor reliability. In this regard, metal oxide semiconductor (MOS) is attractive alternative to form the active matrix TFT arrays on plastic substrate with high performances, owing to high mobility (exceeding 10 $cm^2/V\cdot s$) with low temperature proccesability (< 250 °C). However, coarse resolution of conventional printing technique limits their potential use in miniaturizing feature size for high pixel density. In this talk, we introduce high-resolution patterned MOS-TFTs with high electrical performances using electrohydrodynamic inkjet (e-jet) printing technologies. E-jet printed MOS layer enables to form printing resolution of 2 μm in minimum, which is comparable to photolithography, and also to maintain its thickness uniformly from 10 nm to above. Also, the printed devices employing Zr-doped AlOx (ZAO) gate dielectrics exhibit mobility values exceeding 500 $cm^2/V\cdot s$, due to conformable interface between printed MOS films and gate dielectric layers. For concerning the devices uniformity, about 100 TFTs exhibit the Gaussian distribution according to mobility and threshold values. Also, all-printed TFT arrays where active channel, source/drain and encapsulation layer are demonstrated exhibits excellent electrical performances (mobility values: 5 $cm^2/V\cdot s$) comparable to a-Si properties and great improvement in bias stress stability by blocking the oxygen adsorption/desorption. For realizing future electronics, we demonstrated the flexible and stretchable printed TFT arrays on ultra-thin polyimide substrate, and they shows high TFT performances under bending or stretching tests.

I3-6 Material and Process Development of BCE-TFTs with a-IGZTO Oxide Semiconductor toward Mass Production.

Mototaka Ochi
KOBE STEEL, JAPAN

As is widely recognized, recent progress in amorphous oxide semiconductors is pushing up these materials into practical display applications. The technology trends of the amorphous oxide semiconductor can be divided into the following three phases. The 1st generation of oxide semiconductor TFTs is ESL-TFTs with an oxide semiconductor material typified by amorphous In-Ga-Zn-O (a-IGZO). As the mobility and stability has surpassed a-Si TFTs, products using this material have already been commercialized in smart phones and tablet PCs. In this type of TFTs, the key process is the ESL deposition. We will present the influences of the ESL deposition conditions on the TFT performances. In addition, we will demonstrate the effective evaluation technique, microwave-detected photoconductivity decay technique, applicable to mass production of the TFTs with a-IGZO. As the 2nd generation TFTs, BCE-TFTs with an oxide semiconductor material are expected. This structure is advantageous to not only the simplification of the TFT process but also the miniaturization of the TFT size. We will focus on the material development of unique oxide semiconductors consisting of amorphous In-Ga-Zn-Sn-O (a-IGZTO) which are affordable for wet etching for source/drain fabrication. The 3rd generation is high-mobility TFTs and many applications are expected by using wide varieties of the oxide semiconductor TFTs in the future. We will show our recent efforts in this category.

I3-7 Sensor Applications using Thin Film Materials based on the Electrical Characteristics

Mutsumi Kimura and Tokiyoshi Matsuda
Department of Electronics and Informatics, Ryukoku University Seta, Otsu 520-2194, Japan

We have been proceeding research and development of sensor applications using thin-film devices derived from display technologies. In this presentation, we will propose some examples of these sensor applications, such as flatpanel imager, artificial retina, temperature sensor, magnetic-field sensor. Shall we consider the next killer applications for TFTs?

I3-8 Metal Oxide and Oxynitride Semiconductor Behaviors and the Associated Applications

Jin-Seong Park
Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University, Seoul, Republic of Korea

Recent, display markets shift rapidly to develop ultra-high definition (UHD, 8K x 4K) and flexible/wearable devices. Among several high-resolution issues, the mobility in the thin film transistor (TFT) is one of important problems to consider pixel areas and compensation circuits. In this talk, I will discuss amorphous metal oxide and Zinc oxynitride semiconductor materials, in terms of physical, chemical, and electrical properties. The associated devices exhibited high mobility (30~100cm2/V.s) and excellent stablity depending on process conditions and compositions. It will be presented the relationship between materials/process and device performances.

I4-1 Japanese challenge in carbon fiber composites for mass production automotive application

JUN TAKAHASHI
Professor, Department of Systems Innovation, School of Engineering, The University of Tokyo, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, JAPAN

To realize ultra-lightweight mass production automobile by CFRP (carbon fiber reinforced plastics), we have to solve the problems concerning cost, manufacturing, recycling, etc. As with European countries, Japanese CFRTP (carbon fiber reinforced thermoplastics) research is also rushing into the next stage. Several research centers for CFRTP were established in the past few years and a new Japanese national project aiming to pursue multifunctional and ultra-lightweight automobile (2013-2022 fy) has started. This presentation introduces these current Japanese activities.

I4-2 Polymer/Carbon Nanotube Composite for Next Generation Carbon Fiber

Han Gi Chae
School of Materials Science and Engineering, Ulsan National Institute of Science and Technology

Carbon fibers are currently of great interest in the field of high performance composite materials. The polyacrylonitrile (PAN) polymer is the predominant precursor since the PAN-based carbon fibers exhibit high tensile strength with moderate tensile modulus. In order to improve the mechanical properties of carbon fiber further, many researches have been conducted via process optimization. However, technology seems to be matured. In this study, we incorporated carbon nanotube in the PAN precursor fiber and investigated the effect of various carbon nanotubes (CNTs) on the physical properties of PAN-CNT composite precursor fiber. In addition, by adopting new fiber spinning technique (gel spinning), the resulting PAN-CNT precursor fiber was also studied. Gel spun PAN and PAN/CNT composite fibers have been carbonized under various conditions. Carbonized PAN/CNT fibers exhibited 10-30 nm diameter nano-fibrils embedded in brittle carbon matrix, while the control PAN carbonized under the same conditions exhibited brittle fracture with no nano-fibrils. TEM images and Raman spectra suggest the existence of well-developed graphitic regions in carbonized PAN/CNT and mostly disordered carbon in carbonized PAN. The carbon fibers have diameter with a range of 1 – 10 mm with tensile strength range of 2 – 5 GPa and tensile modulus range of 250 – 450 GPa.

I4-3 Synthesis of Unique Carbons Having a Hierarchical Porous System of Micro-, Meso- and Macropores Using the Ice Templating Method

Shin R. Mukai
Division of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Hokkaido University, N13W8 Kita-ku, Sapporo 060-8628, Japan

Carbon gels are unique porous carbons which can be synthesized through the carbonization of polymers with a gel structure, like resorcinol-formaldehyde (RF) gels.[1)] This material is practically an aggregate of numerous carbon nanoparticles, the diameters of which are in the range of a few to a few tens of nanometers. Pores having sizes in the mesopore range are naturally formed between such nanoparticles, so this carbon is widely renowned as a mesoporous carbon. The sizes of the nanoparticles can be easily controlled by adjusting synthesis conditions of the precursor RF gel, for example by adjusting the concentration of the catalyst used for synthesis, so the sizes of the mesopores of the resulting carbons can be controlled accordingly. Moreover, micropores exist within the nanoparticles, and BET surface areas exceeding 800 m^2/g can be easily achieved without activation. Considering the fact that the lengths of such micropores are in the same order as the diameters of the nanoparticles are in, it could be said that carbon gels possess a unique hierarchical pore structure in which short micropores are directly connected to a 3 dimensional network of mesopores. We also showed experimentally that due to this unique network of mesopores, carbon gels can be efficiently activated even using inexpensive oxidizers such as steam or carbon dioxide, and porous carbons possessing BET surface areas close to 3,000 m^2/g can be easily obtained. This presentation will describe our attempts to introduce ordered macropores into carbon gels in order to obtain a carbon having a hierarchical pore system of micro-, meso- and macropores.[3)] We found that by freezing a RF gel unidirectionally, straight and aligned micrometer sized ice crystals are formed within it, and the gel will be molded into a form of a miniature honeycomb (microhoneycomb). This monolithic RF gel microhoneycomb can be converted to a carbon gel microhoneycomb by treating it in a high temperature inert atmosphere. The unique micro-, mesopore structure of the carbon gel is basically maintained, so this monolith has a unique hierarchical pore system in which short nanopores are directly connected to straight macropores (channels of the microhoneycomb). Unique usages of such microhoneycombs will also be introduced.

I4-4 Selective Growth of Semiconducting and Metallic Carbon Nanotubes

Chang Liu
Shenyang National Laboratory for Materials Science, Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, 72 Wenhua Road, Shenyang 110016, China

Single-wall carbon nanotubes (SWCNTs) with different structures show different electrical properties, i.e. semiconducting or metallic, depending on the tube diameters and chiral angles. Semiconducting SWCNTs (s-SWCNTs) are potential channel material of high-performance field effect transistors, while metallic SWCNTs (m-SWCNTs) can be used for the fabrication of transparent conductive films. Usually, as-prepared SWCNT samples are a mixture of s- and m- SWCNTs. Therefore, it is highly important to prepare pure s-SWCNTs and m-SWCNTs selectively. We studied the growth mechanism and oxidation process of CNTs by using an *in situ* TEM method, from which, the structure-dependent stability of SWCNTs is revealed. Then, we developed an *in situ* selective etching approach, suitable amount of oxygen or hydrogen were introduced during the synthesis of SWCNTs by the floating catalyst chemical vapor deposition method. As a result, m-SWCNTs with relatively higher chemical reactivity are selectively removed, and s-SWCNTs with a concentration higher than 90% are obtained in large scale. Alternatively, by controlling the growth parameters and hence the diameter distribution of m- and s-SWCNTs, selective removal of small diameter s-SWCNTs is realized, and m-SWCNT enriched sample is obtained. Continuous preparation of the semiconducting and metallic SWCNT thin films is realized.

I4-5 Recent Progress in Epitaxial Graphene on Bulk and Thin Film SiC Crystals

Maki Suemitsu
RIEC, Tohoku University, Sendai Japan

By graphitizing the top few layers of 3C-SiC thin films heteroepitaxially grown on Si, epitaxial graphene grows on Si wafers. Besides its good compatibility with the Si planar technology, this *graphene-on-silicon* (GOS) technology provides a way to control the interfacial (graphene/SiC) and the stacking (Bernal v.s. non-Bernal) structures of graphene through a simple tuning of the crystallographic orientation of the Si substrate used in GOS, which thereby gives us a freedom to control the electronic and photonic properties of the epitaxial graphene. History and current status of GOS technology will be reviewed, which includes gas-source MBE growth of 3C-SiC, surface chemical analyses of graphene, and state-of-the-art technologies to improve the quality of graphene. Recent observation on the interfacial charge states in graphene on SiC, by use of a novel noncontact scanning monlinear dielectric potentiometry, will also be presented. Part of the work has been supported by MEXT/JSPS-*Kakenhi* (25286053, 25600091).

I4-6 Graphene Based Conformal Devices

Jong-Hyun Ahn
School of Electrical & Electronic Engineering, Yonsei University, Seoul, Korea

With the emergence of unusual format electronics such as flexible, stretchable and wearable devices, an effort has been made to integrate devices with various functions for providing enhanced convenience for the users. However, it is very difficult to accomplish such electronics with conventional, rigid electronic materials. Graphene possesses an extremely good mechanical property that should maintain a stable operation under a high strain, offering great electronic properties that make it a promising host for device applications. The recent advances in synthesis and fabrication technique of graphene films are expected to enable various applications for flexible, stretchable and wearable electronics. In this talk, I present the application possibility of graphene films for flexible, stretchable and wearable electronics including solid state lighting, strain sensor, transistor and energy harvesting/storage devices.

I4-7 Ultimate Graphene Electrodes for Flexible Organic Light-Emitting Diodes

Tae-Woo Lee*
Department of Material Science and Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH), Pohang, Gyeongbuk, Republic of KOREA

The ultimate anode for flexible organic light-emitting diodes (OLEDs) should have several requirements: i) high optical transmittance *(OT)*, ii) low sheet resistance (R_{sh}), iii) high work function (*WF*), iv) air-stability, and v) flexibility. Although graphene has exceptional electrical and mechanical properties, low work function (~4.4 eV) and high sheet resistance (> 300ohm/sq) of pristine graphene compared to those of conventional indium-tin-oxide (ITO) electrode have limited electrical properties and luminous efficiencies of OLEDs using graphene anode.[1] Even though chemical p-type dopants such as HNO_3 and $AuCl_3$ have been widely used to improve the electrical conductivity and *WF* of pristine graphene, their air-instability and insufficient *WF* increase should be overcome. Here, we present an air-stable p-type chemical dopants which greatly improves work function and electrical conductivity of graphene at the same time for achieve ideal graphene anode. We also fabricated high-efficiency flexible OLEDs with novel p-type doped graphene anode that has high work function (> 5.2 eV) and low sheet resistance (~ 60 Ω/sq). Additionally, the graphene anode doped with our novel p-type dopants stably maintained its electrical properties under ambient conditions, that demonstrates the superior air-stability of our solution-processed doping process for graphene. Our approaches of chemical p-type doping met all the essential requirements for ideal flexible anode in OLEDs.

I4-8 Recent Progress in Graphene Barristor

Hyun-Jong Chung
Department of Physics, Konkuk University, Seoul, Korea

Barristor is a recently introduced electronic switch using graphene's unique property—workfunction modulation—to switch electronic flow by modulating Schottky-barrier height at graphene/semiconductor junction. The Schottky barrier height is changed by the shift of graphene Fermi level, which is modulated by gate voltage. Various approaches have been reported using molecules, semiconductors or even insulators. In this presentation, the various approaches will be compared according to their I_{on}/I_{off} and on-current density. They also will be categorized by the materials (molecules, 2-dimensional or 3-dimensitonal semiconductors, or insulators) and types (n-type or p-type). This summary would show the recent progresses for the barristors and their future directions.

I5-1 Inorganic-Organic Perovskite Nano-lasers

Qihua Xiong
School of Physical and Mathematic Sciences & School of Electrical and Electronic Engineering, Nanyang Technological University, Singapore, 637371

Solid-state micro/nanolasers are important building blocks for true integration of optoelectronic circuitry. Although significant progress has been made in III-V nanowire lasers with achieving near-infrared (NIR) lasing at the room-temperature, challenges remain including low quantum efficiencies and high Auger losses. Here we demonstrate a new family of planar room-temperature NIR nano-lasers based on organic-inorganic perovskite $CH_3NH_3PbI_aX_{3-a}$ (X= I, Br, Cl) nanoplatelets. Well-defined polygonal crystalline pero-vskite nanoplatelets are grown on mica substrates by chemical vapour methods, which naturally forms high-Q whispering-gallery-mode cavity. Their high quantum yield and long diffusion lengths and naturally formed high-quality planar whispering-gallery mode cavities ensure adequate gain and efficient optical feedback for low-threshold optically pumped in-plane lasing. Further, we synthesize pervoskite nanoplateletes and nanowires with varied bandgap from ultra-violet to near-infrared and demonstrate wide-band tunable lasing based on the structures. Our findings open up a new class of wavelength tunable nanomaterials potentially suitable for on-chip integration and flexible optoelectronic devices.

I5-2 Solution-based 3D Nanofabrication of Single-crystalline Semiconductors

Won Il Park
Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University, Seoul, Republic of Korea

There has been a substantial interest in wet-chemical synthesis due to its simplicity and the capability to produce single-crystalline nanocrystals with controlled orientation, size and morphology. Yet, direct synthesis/fabrication of finely controlled three-dimensional (3D) nanostructures is still constrained. Here, we demonstrate solution-based synthesis of multi-dimensional 3D architectures composed of single crystalline semiconductor nanostructures. To achieve this goal, we established the control of positions and preferential growth directions of ZnO nanostructures by site- and polarity-selective crystallization, during low-temperature solution-phase synthesis. First, we study systematically 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, the control of preferential growth direction provides additional opportunities for finely regulating the shape of each constituent and diversifying the ultimate structures. 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, the unique crystallization features mentioned above are further combined with multistage growth strategies. This capability elevates the level of complexity and controllability of bottom-up strategies, thereby facilitating programmable 3D structures with multiple morphologies, yet holding high structural and optical quality.

I5-3 Graphene/Semiconductor Heterostructure Based High Performance Optoelectronic and Electronic Devices

Shisheng Lin[1,2]
[1]Department of Information Science and Electronic Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China
[2]State Key Laboratory of Modern Optical Instrumentation, Zhejiang University, Hangzhou, 310027, China

The electrons in graphene behave as Dirac Fermions and have a very high mobility. The linear electronic band structure of graphene and the low density of states near the Dirac points allow that the Fermi level of graphene is highly tunable. Those merits make graphene/semiconductor heterostructure an outstanding platform for the optoelectronic and electronic device applications. We will summarize our progress on the chemical vapor deposition synthesis of silicon doped graphene and also the progress on the graphene/semiconductor solar cells/photodetectors. We have achieved a high performance graphene/GaAs solar cell with a power conversion efficiency of 18.5%.The van der Waals Schottky diodes is highly tunable based on that the Fermi level of graphene is highly tunable, which has been demonstrated by the Raman spectroscopy measurements. The simulation work demonstrates that the power conversion efficiency over 25% can be finely reached in the near future for the graphene/semiconductor van der Waals Schottky diodes.

I5-4 Piezoelectric and Triboelectric Effects from Nanomaterials for Energy Harvesting Applications

Ronan Hinchet, Sang-Woo Kim
School of Advanced Materials Science and Engineering, Sungkyunkwan University (SKKU), Republic of Korea

Energy harvesting systems based on piezoelectric and triboelectric nanomaterials are in great demand, as they can provide routes for the development of self-powered devices which are highly flexible, stretchable, mechanically durable, and can be used in a wide range of applications. Our recent research interest mainly focuses on the fabrication of nanogenerators (NGs) based on 1D/2D nanomaterials such as zinc oxide nanowire/nanosheets and graphene. In this talk, I will address the first demonstration of DC power generation using piezoelectric 2D ZnO nanostructure and an anionic layer. The device made from such 2D piezoelectric nanosheets/anionic layer heterojunction has potential for use as a mechanically durable and smallest size power package, which can be used to charge wireless nano/micro-scale systems with no need for a rectifier circuit. The combined effect of buckling the ZnO nanosheets, anionic layer, and coupled semiconducting and piezoelectric properties of ZnO nanosheets are the main causes of the efficient DC power generation. Further I will present the growth of lead-free single-crystalline ferroelectric V-doped 2D ZnO nanosheets and the realization of a high-performance flexible DC power output NG based on V-doped 2D ZnO nanosheet networks for the first time. Furthermore, this talk will introduce the importance of nanogenerators as well as the recent advances in power generation through piezoelectric/triboelectric nanogenerators with the power generation mechanism. I will discuss recent research and design efforts that enhanced the power generation to commercialize the nanogenerators to power portable and wearable devices.

I5-5 Semiconductor Nanowire Heterostructures for Artificial Photosynthesis

Gengfeng Zheng
Laboratory of Advanced Materials, Department of Chemistry, Fudan University, Shanghai, China

The solar energy-driven photoelectrochemical (PEC) water splitting and artificial photosynthesis have been continuing to drive substantial developments in new materials and methods for optimizing the energy conversion and utilization efficiency. Meanwhile, these studies have been inspiring research efforts in utilizing the PEC conversion platform to investigate the chemical/biological targets in life sciences. Here, we would like to present our recent works in designing and fabrication of semiconductor nano-heterostructures that are capable of being tailored during synthesis for enhanced solar energy-driven PEC energy conversion and utilization, including efficient photoabsorption, charge separation, and charge transfer. In addition, attributed to their suitable band alignment and excellent photoactivity, these nanowire-based structures are capable of post surface functionalization for molecular recognition and PEC catalysis, leading to solar energy-driven, real-time, sensitive detection of a variety of biologically important molecules for cellular signaling and enzymatic functions. Moreover, the chemical stability and biological benignity of these nanowire arrays further enable direct interfacing with primary neuron networks and in-situ photoelectrochemical neuron stimulation for artificial retinas. These hybrid nanowire photoelectrodes suggest new structures with enhanced photoactivity and sensitivity, which may allow for new exciting studies of interfacing of nanomaterials and biomaterials.

I5-6 Controlled Interfaces in $BiVO_4/WO_3$ Heterojunction for Highly Efficient Photoelectrochemical Hydrogen Production

제어된 계면을 통한 $BiVO_4/WO_3$ Heterojunction 기반 고효율 광전기화학 수소생산

박종혁
연세대학교

Helical structures are fundamental structural configurations found in nature in bio-functional components, such as DNA. In this work, we investigated the advantages of using helical nanostructures in photoelectrochemical (PEC) solar water splitting via a traditional $WO_3/BiVO_4$ heterojunction system. A helical WO_3 array was first fabricated as an electron transporting medium, followed by subsequent coating with $BiVO_4$, metal doping and surface modification to form a heterojunction with a compact connection. This novel heterojunction, based on a helical array framework, displayed outstanding performance when used in PEC solar water oxidation. A maximum photocurrent density of approximately 5.35±0.15 mA/cm^2 was achieved at 1.23 volts (V) versus the reversible hydrogen electrode (RHE), and related hydrogen and oxygen evolution was also observed. Theoretical simulations and analyses were performed to verify the advantages of this helical structure. The combination of effective light scattering, improved charge separation and transportation and an enlarged contact surface area with electrolytes due to the use of the $BiVO_4$-decorated WO_3 helical nanostructures led to the highest reported photocurrent density to date of 1.23 V *vs.* RHE.

I5-7 Interface Engineering of High Performance Photoelectrodes for Water Splitting

Yixin Zhao
School of Environmental Science and Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China

An efficient charge transfer is key for the high performance water splitting photoelectrode. The interface between the semiconductor and the co-catalysts plays a significant role in controlling the charge transfer. Burying the Pt into black Si via a facile second etch process leads to a considerably smaller interfacial charge-transfer resistance than samples without the additional etch. With this interface engineering, a high performance black Si photoelectrode exhibited lower onset potential and better stability over surface oxidation. In dye sensitized water splitting electrode, soluble, monomeric Ir(III/IV) complexes strongly affect the photoelectrochemical performance of $IrO_x{\cdot}nH_2O$-catalyzed photoanodes for the oxygen evolution reaction (OER). The monomeric anions strongly adsorb onto TiO_2, and they promote the adsorption of ligand-free $IrO_x{\cdot}nH_2O$ colloids onto mesoporous titania photoanodes. However, the reversible adsorption/desorption of electroactive monomers effectively short-circuits the photoanode redox cycle and thus dramatically degrades the photoelectrochemical performance of the cell. The growth of a dense TiO_2 barrier layer between the FTO and light absorber layer would prevents access of soluble monomeric anions to the electrode back contact (a fluorinated tin oxide transparent conductor) and leads to improved photoanode performance.

I5-8 New Device Architecture of Silicon Photoelectrodes for Efficient and Stable Water Splitting Reaction

Jihun Oh
Graduate School of EEWS, KAIST

Since the invention of a modern Si solar cell in 1954, global cumulative installation of solar cell now reaches more than 134 GWh. However, the increasing PV installation also gives a burden to the existing power grid due to the intermittent nature of sunlight, requiring costly energy storage system (ESS) to stabilize the grid. Artificial photosynthesis system is one of promising ESSs which directly stores solar power into high energy chemicals as plants store solar energy into sugars via photosynthesis. One of the most well-known artificial photosynthesis reaction is hydrogen production by photoelectrochemical water splitting reaction at a semiconductor/water interface. In this talk, I'll present principles of photoelectrochemical water splitting reactions and discuss recent research progress on Si based water splitting cells for efficient hydrogen production.

P2-I1-1 Thixotropic Gel Polymer Electrolytes based on Screen-Printing Process for All-Solid-State Lithium Rechargeable Batteries

전고체 리튬이차전지용 스크린 인쇄공정 기반 요변성 젤 고분자 전해질

이영기*
한국전자통신연구원

Flexible lithium rechargeable batteries have received a lot of attention together with the rapid development of bendable or even foldable electronic devices such as flexible display, e-paper, foldable/bendable cellular phone, wearable PC, and so on. Recent efforts on unique and flexible battery designs are working towards advanced batteries that can be applied to devices and applications without limiting their form factors. In this work, we have newly designed novel polymer electrolytes with thixotropy based on Poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene)/Hydroxypropyl cellulose blend. The thixotropic gel polymer electrolytes pastes were composed of PVdF-HFP/HC blend, Al_2O_3nanoparticles, and liquid electrolytes which is 1M $LiPF_6$ in EC/PC/EMC. To control the solvent evaporation time and medium viscosity, NMP/Acetone co-solvent was used. Adhesive gel polymer electrolytes of less than 30mm thickness were prepared on the electrode surface throughout direct screen-printing. The maximum ionic conductivity is 3.6×10^{-3}S/cm at 25℃ and no significant decomposition of any components in the thixotropic gel polymer electrolytes takes place below 4.5V vs. Li/Li^+.

P2-I1-2 Rechargeable Seawater Batteries

Youngsik Kim*, Jinhyub Han, Youngil Kim, Sangmin Park, Sunhye Sahgong
School of Energy and Chemical Engineering, Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST)

This presentation will report a design of rechargeable seawater battery and identify its key component materials for improving its electrochemical performances. This system uses seawater and its contents of chemicals as the anode and cathode materials. Na-ions were harvested from the seawater by charging the battery, and the harvested Na-ions were discharged with water (or oxygen dissolved in the seawater) as oxidants to produce an electricity. Seawater provided both chemicals of the anode (Na metal) and cathode (O_2) materials for the proposed battery, and it is rechargeable. The circulating seawater in this open cathode system results in a continuous supply of sodium ions, which gives this system superior cycling stability that allows the application of various alternative anodes to sodium metal by compensating for irreversible charge losses. Indeed, hard carbon and Sn-C nanocomposite electrodes were successfully applied as anode materials in this hybrid seawater fuel cell, yielding highly stable cycling performance and reversible capacities exceeding 110 and 300 mAh g^{-1}, respectively.

P2-I1-3 Novel Electrode Structural Design for Post-Lithium Ion Batteries

Post Lithium Ion Battery를 위한 새로운 전극 연구

최장욱*
한국과학기술원

Although Li-ion batteries have been successful in various applications, their shortcomings with regard to high cost and global maldistribution of raw materials, as well as safety concerns have stimulated alternative rechargeable batteries based on other carrier ions represented by sodium and magnesium ions, targeting grid-scale energy storage systems (ESSs). However, many electrode materials in these emerging systems often suffer from sluggish kinetics due to the larger size or bivalency of carrier ions, limiting electrochemical performance particular in specific capacity and operation voltage. In this talk, I will introduce a new approach of engaging intercalated water in layered cathode materials. The intercalated water improves the performance of the given materials substantially by shielding electrostatic interactions or maintaining the crystal frameworks over repeated cycles. Detailed effects of intercalated water will also be described, along with promising potentials towards aqueous operations. Electron microscopy characterization for in-depth understanding of these materials will also be introduced.

P2-I1-4 Synergistic Multi-doping Effects on the $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ Solid Electrolyte for Fast Lithium Ion Conduction

Dong Ok Shin[1*], Kyungbae Oh[2], Kwang Man Kim[1], Kyu-Young Park[2], Byungju Lee[2], Young-Gi Lee[1], Kisuk Kang[2]
[1]Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)
[2]Seoul National University

We report doping effect of $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ (LLZO) with Al and Ta elements on Li-ion conduction behavior by combining experimental and theoretical aspects. It is found that dopants Al efficiently stabilize cubic LLZO which has high Li ionic conductivity, however, could block the Li-ion conduction paths because substituting with Li site. Additional Ta doping in Al-doped LLZO mitigates this blocking effect substantially by shifting site preference of Al.

P2-I1-5 First-principles Study on Charge Transfer Mechanism of Discharge Product in Lithium-sulfur Battery

Do-hoon Kim*, Byungju Lee, Kisuk Kang
Seoul National University

Lithium sulfur (Li-S) battery has been a promising post lithium-ion battery due to high theoretical capacity of 1675 $mAhg^{-1}$. Its discharge and charge mechanism has been studied experimentally and theoretically, however, it is not fully understood until now. During charge states, lithium sulfur battery shows low over-potential and the reason is still ambiguous. So we investigated intrinsic charge transfer mechanism of discharge product Li_2S compared to Li_2O with same representative crystal structure. In this calculation, defect mediated charge transfer such as vacancy or anion hopping mainly contributed to conduction with low conductivity. This calculation will be theoretical deep understanding of lithium sulfur battery system.

P2-I1-6 Enhanced Energy Density in Additive-assisted Na-ion Hybrid SupErcapacitor

Kyungmi Lim*, Haegyoem Kim, Kisuk Kang
Seoul National University

Sodium-ion batteris (NIBs) have been drawn attention as a strong candidate for energy storage system due to the earth abundance and even distribution of sodium. The most important issues for NIBs commercialization are cost efficiency and high energy density. The new concept of Na-ion hybrid supercapacitor comprised of activated carbon as a cathode and graphite as an anode is suggested in this study. The power, which has been aggravated by sluggish intercalation in battery electrode, can reach to high level by using Na^+-solvent co-intercalation into graphite. Moreover, searching for new additive for higher energy density is now in progress. Full cells without an additive were tested with different cathode:anode mass ratio and it was revealed that ratio of 2.5 ~ 3 can achieve highest specific capacity and energy density which correspond to 18 Ah kg^{-1} and 50 Wh kg^{-1}. We believe this system will be able to have high energy density, high power and cost effectiveness.

P2-I1-7 Factors Affecting a Voltage of Organic Electrode Materials

Sechan Lee*, Jihyun Hong, Ji Eon Kwon, and Kisuk Kang
Seoul National University

Organic battery system holds a great potential in next generation energy storage system due to its sustainability and chemical tunability. Prior to develop its performance, understanding of factors affecting a performance should be arranged. In this research, factors affecting a voltage of organic electrode materials is focused. As a result, several factors should be combined to determine a voltage and special type of substituent should also be considered to predict a voltage. This work suggests a guidance for direction of chemical tuning of molecules for obtaining an appropriate voltage of organic electrode materials.

P2-I1-8 A New Perspective for Rechargeable Li-SO_2 Batteries

Hyeokjun Park*, Hee-Dae Lim, Hyungsub Kim, Jinsoo Kim, Byungju Lee, Youngjoon Bae, Kisuk Kang
Seoul National University

Exploring a new chemistry in metal-gas systems plays a key role in creating new possibilities in the development of an ultra-high-energy-density battery. Here, we shed new lights on conventional Li-SO_2 primary batteries. Although Li-SO_2 batteries have been used as primary batteries to date, the feasibility of a rechargeable Li-SO_2 battery is demonstrated here based on the reversible formation and decomposition of the solid product, $Li_2S_2O_4$. This rechargeable Li-SO_2 battery is capable of delivering a discharge capacity of approximately 5,400 mAh g^{-1} at 3.1 V, which is slightly higher than that of a Li-O_2 battery. Moreover, the charge polarization is markedly lower than that of a Li-O_2 cell even without a catalyst. With the aid of a redox mediator, the system can exhibit a polarization of lower than 0.3 V, which is one of the highest energy efficiencies achieved for Li-gas battery systems to date.

P2-I1-9 Magnesium Containing Cathode Materials for Mg-ion Batteries; MgF2 + MnO Nanocomposites

Yongbeom Cho
Seoul National University

Rechargeable magnesium batteries have received attention for next generation energy storage systems because of low cost of magnesium compounds, safe characteristics of magnesium metal and potential to deliver high capacities. Although magnesium batteries are promising for high energy density, there are many problems. The electrochemical oxidative stability of electrolytes is highly restricted. Due to sluggish nature of magnesium-ion diffusion, electrochemically active electrode materials based on intercalation mechanism is limited. These problems restrain developing high energy density magnesium batteries. Therefore, Mg-ion batteries are considered to be a candidate. The full cell in Mg-ion batteries needs the cathode materials containing magnesium ions are needed because of anode materials which don't have magnesium ions such as LTO and Sn nano-particles. However, there are no cathode materials which contains Mg ions and can intercalate Mg ions. In this study, we introduce a novel electrode materials that consist of nano-mixture of transition metal and magnesium ionic compounds. We take the MgF2 + 2MnO nanocomposites as a transition metal and magnesium ionic compounds. This cathode can deliver 160 mAh/g at a voltage of about 3 V (vs Mg/Mg2+). The nanocomposite concept opens a new era for development of advanced Mg-ion batteries with high energy density.

P2-I2-1 Urchin Shape Structured Ti O_2 for the Large Amount of Dye Absorption

다량 염료 흡착을 위한 성게 모양 타이타늄옥사이드 구조체

최원석*, 박선중, 김무현, 전덕영
KAIST

We have synthesized TiO_2 particles for scattering layer of Thin film solar cells(TFSCs), which have structure called urchin shape structured TiO_2 (UT). Shape of UT has many branches on surface of a TiO_2 sphere, which enhance adsorption of dyes. UT acted as not only light scattering layer but also absorption layer of dye, because of its large surface area compared to commercialized TiO_2 spheres. In order to prepare UT, acid thermal reaction is used with both titanium butoxide and acetic acid. The amount of dye absorbed on the UT film increased by above 10% more than that of commercialized TiO_2 film in the same thickness of 13 μm. As a result, TFSCs with UT showed power conversion efficiency of 8.77 % as well as short circuit current density of 17.20 mA cm^{-2} based on N749, that is typically dye of solar cells.

P2-I3-1 Investigation of Passivation Layer Effect on Ge Substrate using SiO_2/Al_2O_3 Bi-layer Grown via Atomic Layer Deposition

ALD를 통해 증착한 SiO_2/Al_2O_3 bi-layer의 Ge 기판상에서의 passivation 효과 연구

김동건[1*], 이재호[1], 이현재[1], 최정혜[2], 황철성[1]
[1]서울대학교
[2]한국과학기술연구원

In this work, atomic layer deposited titanium dioxide (TiO_2) was selected as the dielectric material because its dielectric constant is as high as 30 - 40 in anatase form whereas 100 in rutile form.Germanium oxides (GeO_x) between the Ge substrate and the gate dielectric layer hinders the development of a gate stack on Ge with suitable interface properties. Thus, in order to use Ge substrates, passivation layer (PL) is required. Using atomic layer depostion (ALD) technique, comparatively stable oxides such as SiO_2 and Al_2O_3were implemented. Various passivation structure layers were investigated: mono-passivation layer (only SiO_2, only Al_2O_3), multi-passivation layer. All films were prepared by cycling ALD processes with thicknesses ranging from 0.5nm to 2.0nm. Afterwards, TiO_2 films were grown on the top. For the electrical analysis, metal-insulator-semiconductor (MIS) capacitors were prepared by depositing TiN as the metal gate. Electrical properties such as capactiance-voltage hysteresis curve, frequencncy dispersion, and leakage current were evaluated by HP 4194A impedence analyzer and HP 4140D pico ammeter. Interface state density was also investigated via a conductance method at low temperature.From these comprehensive analysis, the most promising methodology for passivation layer application will be suggested and the role of each film in the gate stack is studied.

P2-I3-2 RF Sputtering and Characterization of Ferroelectric $Hf_{0.5}Zr_{0.5}O_2$ Films

RF 스퍼터링을 이용해 증착한 $Hf_{0.5}Zr_{0.5}O_2$ 박막의 강유전성에 대한 고찰

이영환*
서울대학교

Perovskite structured materials are known to show ferroelectricity. It was recently reported that the non-perovskite HfO_2 with various dopants shows ferroelectric properties, which arise from its non-centrosymmetric $Pca2_1$ orthorhombic phase. Many factors such as the film deposition method or the interface quality between the metal electrodes and the insulator have huge influences on the electrical properties of the film. In this work, the RF sputtered $Hf_{0.5}Zr_{0.5}O_2$ deposition condition, film composition, and annealing condition are optimized for the best ferroelectricity and its property is carefully scrutinized. The percentage of reactive gas O_2 was varied and the film under the lowest oxygen percentage showed the best ferroelectricity with $2P_r$ value of 20 mC/cm^2 with its thickness of 10nm. Also, it is believed that the annealing condition under O_2 decreased the oxygen vacancy concentration within the film but, in turn, partially oxidized the electrode, resulting in the degradation of ferroelectricity.

P2-I3-3 Controlled Crystallinity in Binary System for Organic Thin Film Transistors by Zone Casting

존 캐스팅 방법에 의한 이원계 유기 박막 트랜지스터의 결정성 제어

조용진*, 이미정
국민대학교

Organic semiconductors (OSCs) have advantages of light weight, low cost, low temperature fabrication, solution processability and mechanical flexibility. Recent studies have shown great potential for transparent and flexible electronic applications. Small molecule blends and multicomponent systems are introduced to fulfill the properties of OSCs in optoelectronic system with easy and inexpensive procedure. The electrical properties of multicomponent OSCs layer are related with molecular organization and thin film structure and this can be varied with deposition process. Here, 6,13-bis(triisopropylsilylethynyl)pentacene (TIPS-pentacene) and poly-styrene are blended to form semiconducting layer by zone casting to produce aligned OSCs. We varied ratio of TIPS-pentacene and polystyrene ratio and observed the improved field effect mobilities compared with pure OSC layer. Physical properties of OSCs such as morphology, crystallinity and molecular alignments are investigated using a polarized optical microscopy, x-ray diffraction, atomic force microscopy and UV-visible spectroscopy. These results demonstrate that varied ratio effects on the crystallinity of TIPS-pentacene and enhanced properties are from molecular alignments.

P2-I3-4 Application of Ru Thin Film Grown by ALD Method as a DRAM Capacitor Electrode Material

원자층 증착법 공정으로 성장시킨 Ru 박막의 DRAM 커패시터용 전극물질에의 적용

안철현*, 이용규, 정민정, 김상현, 황철성
서울대학교

Ru is one of the notable materials for DRAM (Dynamic Random Access Memory) capacitor electrode with its low resistivity and high work function. To apply Ru metal electrode to small sized complex structured DRAM capacitor, depositing Ru thin film with ALD (Atomic Layer Deposition) method is inevitable. In this study, Ru thin film is deposited on $ZrO_2/Al_2O_3/ZrO_2$ dielectric film by ALD method using RuO_4 and N2/H2 mixture gas, as Ru precursor and reactant gas, respectively. Pattering process of Ru metal electrode is also studied to measure electrical properties of MIM capacitors. Patterning process consists of two steps, depositing Pt top electrode by sputtering and etching Ru film with O3. Influence of Ru top electrode on electrical properties is compared with other top electrode materials. Impact of patterning process is also investigated.

P2-I3-5 Effect of Physical/Chemical Characteristics of the Cation Migration in Electrochemical Metallization Cell

Electrochemical Metallization ReRAM에서 양이온 이동의 물리적/화학적 특성에 따른 필라멘트의 동작 연구

김혜진*
서울대학교

Recently, it was reported that the filament formation in ReRAM based on electrochemical metallization effect is influenced by the active electrode's cation mobility and its redox rate. Cation mobility determines the starting location of filament to form whereas redox rate controls its geometry. However, these reports are not consistent with the conventional ECM theory in which the conical shaped filament starts to grow from the inert electrode/electrolyte interface to the active electrode. In this study, the operating resistive switching mechanism in the $Cu/TiO_2/Pt$ cell according to the applied bias was investigated, and its filament nature was verified using TEM. The electrical properties of the cell were measured with the assumption of filament's shape being dependent on the compliance current level. In conclusion, two different filament rupture process operates in accordance with the filament's geometry, and we present those reset mechanism models of ECM based ReRAM device in this paper.

P2-I3-6 Bipolar Resistive Switching Behavior of Amorphous $Ge_2Sb_2Te_5$

비정질 $Ge_2Sb_2Te_5$ 에서의 양극성 저항변화 현상

유시정*, 엄태용, 권태홍, 황철성
서울대학교

Polarity-dependent resistive switching behavior in amorphous $Ge_2Sb_2Te_5$ (GST) thin film sandwiched between inert electrodes (Pt, Ti) was examined. Typical bipolar resistive switching behavior with reliable switching characteristics was observed. Since top and bottom electrodes were electrochemically inert, the polarity-dependent behavior cannot be attributed to the classical electrochemical metallization behavior which can be ascribed to the resolution, migration and re-deposition of active metal ion such as Ag, Cu. High-resolution transmission electron microscopy revealed the presence of conductive Te-filament connecting the top and the bottom electrodes through an amorphous GST matrix. The conduction mechanism analysis showed that semiconducting filament is responsible for LRS conduction, whereas HRS is governed by Poole-Frenkel conduction. Thus, the resistive switching can be attributed to the formation and rupture of the conductive Te bridge through the migration of the Te ions in the amorphous GST matrix under a high electric field

P2-I3-7 Evolution of the Ferroelectricity in Undoped HfO_2 Films through Deposition Temperature Control during Atomic Layer Deposition

원자층증착법의 증착 온도 조절을 통한 HfO_2 박막의 강유전성 발현

김금도*, 박민혁, 김유진, 김한준, 문태환, 이영환, 현승담, 황철성
서울대학교

The HfO_2 thin films, intensively studied as a high-k gate dielectric in MOSFET, recently have attracted another interest due to its newly-discovered ferroelectricity in doped HfO_2 [1]. The crystal structure of non-centrosymmetric $Pca2_1$ orthorhombic phase is generally considered as the origin of ferroelectricity in HfO_2 [1]. Recently, it was shown that the ferroelectric phase in HfO_2 can also be stabilized without dopants. In this work, the stabilization of the ferroelectric phase in HfO_2 is examined through the deposition temperature control during atomic layer deposition process, which is the most popular technique to prepare ferroelectric HfO_2 thin films. Ferroelectricity was shown in the films deposited at low temperature (220°C) while the films deposited at high temperature (280°C) showed no ferroelectricity. To verify the origin of the ferroelectricity in HfO_2 films, the crystal structure and chemical analysis has been conducted through X-ray diffraction, Auger electron spectroscopy and X-ray photoelectron spectroscopy. Small grain size of the film deposited at low temperature is the main reason for the appearance of the ferroelectricity.

P2-I3-8 Heteroepitaxial ZnO Microstructure/p-GaN Light-emitting Diodes

Junseok Jeong*, Ji Eun Choi, Young Joon Hong
Sejong University

We report on the fabrication and luminescent properties of position-controlled selective growth of ZnO microstructure arrays on p-GaN film for heterojunction light-emitting diode (LED) applications. Two morphologies of ZnO microstructures, including microflower (bundle of nanoneedles) and microrod, were epitaxially grown on pre-patterned p-type GaN film by wet chemical synthesis method. The heterojunction LEDs of n-ZnO microflower and microrod/p-GaN film presented different electroluminescence (EL) emission colors of blue and yellow light at reverse bias voltages under –5 V. Significantly, the two heterojunction LEDs exhibited dissimilar blue/yellow EL intensity ratio. We discuss the difference of EL spectra in terms of *p–n* junction depletion depth depending on the size heterojunction area. Critical growth factors leading to two ZnO microstructure morphologies are also discussed.

P2-I3-9 Characterizations of p-type Tin Monoxide Thin Films Deposited by Co-sputtering

동시 스퍼터링으로 제조한 p형 주석 산화물 박막의 특성 분석

이승준*, 황은석, 김준식, 장윤진, 황철성
서울대학교

Since p-type oxide semiconductor materials with high enough reliability are not reported yet, it is difficult to realize the complementary circuit made only from oxide semiconductor materials. Thus, research on the p-type oxide materials has been recognized to be very important and valuable. Among many candidates, tin monoxide (SnO) has recieved large attention as a p-type active layer because it is a simple binary compound and has relatively high Hall mobility. In this work, we have investigated the characteristics of p-type SnO thin films deposited using a co-sputtering technique with pure SnO and Sn targets. To control the Sn amount, dc power of the Sn target was varies from 0 to 70 W while the rf power of the SnO target was fixed at 80 W, while substrate temperature was fixed at room temperature. By controlling the co-sputtering conditions, p-type conductivity was observed in Hall-effect measurements. Deposited films exhibit a hole carrier concentration in the range of 3.110^{17} – 2.610^{23} cm^{-3}; electrical conductivity between 0.266 – 9.9110^{3} S cm^{-1}; and Hall mobility around 10.3 cm^2/V s at 50 % of Sn/SnO power ratio (The reported value is the average of 4–7 measurements performed on samples of every deposition condition). Among the various conditions of co-sputtering, the Sn-rich condition prevents oxidization from SnO to SnO_2 and enhances the hole mobility due to valence band maximum (VBM) delocalization.

P2-I3-10 Characteristics of ZnS: Cu, Al Phosphor and Polymer-dispersed Liquid Crystal for Electro-optic Smart Windows

김남호[1*], 오정표[1], 최인석[2], 김은미[2], 허기석[2]
[1]전남대학교
[2]한국생산기술연구원

The smart window was used polymer-dispersed liquid crystal (PDLC) and ZnS: Cu, Mn phosphor composite films. A light emitting (electroluminescent) layer of the smart window was patterned by using the ZnS: Cu, Al phosphor. The smart window of 40 μm thickness consists of Glass substrate/ITO/EL and PDLC layer/ITO/Glass substrate. In this study, studies on the electro-optical performance of the smart windows using spectrometer. Fabricated electro-optic smart windows a brightness is ~130 cd/m^2. Luminescence properties were measured by the spectro-meter, candela-meter and CIE color coordinate. The measured spectra with broad peak at 500 nm and color is blue-green. Based on the results of this study, we believe that electro-optic devices such as smart display and smart window improve the performance.

P2-I3-11 Synthesis and Mechanoluminescence Property of ZnS-micromarticles Embedded in Polydimethylsiloxane Elastomer Films

오정표[1*], 김남호[1], 최인석[2], 김은미[2], 우정주[1], 허기석[2]
[1]전남대학교
[2]한국생산기술연구원

ZnS-based elastic-mechanoluminescence (EML) composite films were synthesized using a ZnS based microparticles and PDMS by mixed and spin-coater method. The ZnS-based EML composite films were changed in color and luminescence intensity at various mechanical stress. X-ray diffraction(XRD), Field Emission Scanning Electron Microsope (FE-SEM) were used to characterize their Structural properties. Effect of EML on during mechanical stress of ZnS-based EML composite films were investigated using photoluminescence (PL), EML. The results indicated that the ZnS-based EML composite films had a formed at random PDMS and ZnS based microparticles. XRD patterns confirm the formation of crystalline cubic blende structure. The EML intensity increases with increasing mechanically stress and a color of the ZnS-based EML composite films from green to blue [International Commission on Illumination (CIE) color coordinates of (0.225, 0.444) to (0.171, 0.304)] changed as the increased mechanically stress. Was observed as 20 cd / m^2 large 150 cd / m^2 than the reported brightness of the EML.

P2-I3-12 Thickness Effect of Ultra-thin Ta_2O_5 Resistance Switching Layer in 28 nm-diameter Memory Cell

28 nm 직경의 매우 얇은 Ta_2O_5 저항 변화 메모리에서 저항 변화층 두께의 효과

박태형[1*], 송슬지[1], 김혜진[1], 김수길[2], 정수옥[2], 김영범[2], 이기정[2], 김경민[3], 최병준[4], 황철성[1]
[1]서울대학교
[2]하이닉스
[3]Hewlett-Packard Company
[4]서울과학기술대학교

Resistance switching devices with ultra-thin Ta_2O_5 switching layer (0.8 - 2.3 nm) and a cell diameter of 28 nm were fabricated. The performance of the devices was tested by voltage-driven current – voltage (I-V) sweep and closed-loop pulse switching (CLPS) tests. A Ta layer was placed beneath the Ta_2O_5 switching layer to act as an oxygen vacancy reservoir. The device with the smallest Ta_2O_5 thickness (0.8 nm) showed normal switching properties with gradual change in resistance, and high reliability. By contrast, the devices with higher Ta_2O_5 thickness (1.3 - 2.3 nm) showed abrupt switching with several abnormal behaviours, degraded resistance distribution, and much lower reliability performance. A single conical or or hour-glass shaped double conical conducting filament shape was conceived to explain these behavioural differences that are dependent on the thickness of Ta_2O_5 switching layer. Loss of oxygen via lateral diffusion to the encapsulating Si_3N_4/SiO_2 layer was suggested as the main degradation mechanism for reliability.

P2-I3-13 Controllable Interface Engineering on TiO_2-based Electronic Bipolar Resistance Switching

TiO_2 기반의 양극성 저항변화 스위치에서 계면 조절에 따른 신뢰성 향상

SHAO XINGLONG[1*], 김경민[2], Jin Shi Zhao[3], 황철성[1]
[1]서울대학교
[2]HP Labs
[3]Tianjin University of technology

Various switching properties have been previously reportedin simple Pt/TiO_2/Pt structure; i.e.,depending on the detailed switching conditions, the TiOx region andinsulating TiO_2 region can be considered as the switching layer (SL) and non-switching layer (NSL), respectively. Although the location of SL canarbitrarily be controlled within the Magnéli-CF rupturedregion, it makes the switching behavior less reliable and complicated. The switching process in TiN/TiO_2/Al structure have been investigated due to possibly becoming a viable model to examine the role of SL in regards to the detailed switching conditions. It is highly probable that the location of SL is invariant and uniform along the top electrode interface because it is formed by the chemical interaction with TiN and TiO_2. Hence, compared to the Pt/TiO_2/Pt case, it would provide a more stable structure and a more accurate understanding on the role of SL.

P2-I3-14 Analysis on the Wake-up Behavior of Ferroelectric $Hf_{0.5}Zr_{0.5}O_2$ Films by Pulse- switching Measurement

Pulse-switching 측정을 이용한 강유전체 $Hf_{0.5}Zr_{0.5}O_2$ 박막의 wake-up 거동에 대한 분석

김한준*, 박민혁, 김유진, 문태환, 김금도, 이영환, 현승담, 황철성
서울대학교

Recently, it was reported that thin HfO_2 films can show ferroelectric (FE) properties when doped with various dopants such as Zr, Si and Al. It is generally accepted that the ferroelectricity within these materials originates from the formation of a non-centrosymmetric $Pca2_1$ orthorhombic phase. Interestingly, these materials showed a “wake-up effect”, which refers to the increase in remanent polarization with increasing electric field cycling number before the fatigue effect. [2] In this work, the wake-up effect within the $Hf_{0.5}Zr_{0.5}O_2$ was carefully examined by the pulse-switching measurement. At the pristine state, the $Hf_{0.5}Zr_{0.5}O_2$ film mostly showed the FE-like behavior with small contribution of antiferroelectric (AFE) -like distortion, which could be ascribed to the involvement of AFE phase. The field cycling of only 100 cycles almost completely transformed the AFE phase into FE phase by depinning the pinned domains. The influence of field cycling on the interfacial layer was also examined through the pulse-switching measurement.

P2-I4-1 Influence of Preheating Condition on Thermal Oxidative Degradation of Carbon Fiber Reinforced Olypropylene

예열 조건이 CFRTP의 열 산화 분해에 미치는 영향

Hao PIAO*, Wataru NAGATSUKA, Hooseok LEE, Isamu OHSAWA, Jun TAKAHASHI
The University of Tokyo

Carbon fiber reinforced thermoplastics (CFRTP) has been developed and expected as a material for many practical uses such as mass production automobile. Stamp forming is widely used in order to reduce production cycle time and cost of CFRTP parts, where intermediate materials of CFRTP are heated under high temperatures in air condition before molding. In this preheating process, thermal oxidative degradation of the matrix resin will occur and mechanical properties will be decreased. The aim of this study is to understand an influence of preheating process on mechanical properties of polypropylene (PP) and CF/PP composites. Influence of heat exposure by IR-heater on physical and mechanical properties of PP are investigated in detail first. As a result, PP becomes brittler by heat exposure. Then mechanical properties of CF/PP composites are measured by three point bending test after heat exposure in IR-heater. Based on these results, an influence of preheating condition on the thermal oxidative degradation of carbon fiber reinforced polypropylene will be discussed.

P2-I4-2 Flow Behavior of the Tapes during Compression Molding of Ultra-thin Chopped Carbon Fiber Tape Reinforced Thermoplastics

UT-CTT의 컴프레션 몰딩 공정에서의 유동성 연구

이한철[1*], Shuli Tang[2], Takahiro Hayashi[1], Jun Takahashi[1], Isamu Ohsawa[1], Kazumasa Kawabe[3], Tetsuhiko Murakami[3]
[1]The University of Tokyo
[2]Xi'an Jiaotong University
[3]Industrial Technology Center of Fukui Prefecture

Chopped carbon fiber tape reinforced thermoplastics (CTT) has not only high mechanical properties due to its high CF volume fraction but also lower processing pressure requirements and higher capacity to form parts with smaller-size or more complex shape, which benefits the reduction of processing cost and improvement of production efficiency, so it has many potential advantages for mass production structural applications. Especially, ultra-thin CTT (UT-CTT) with the tape thickness of 44 μm has special advantages such as lower impregnation pressure, hence high productivity of intermediate material, and keeping the chopped tape shape after parts molding. However, the UT-CTT has not been revealed reproducibility and predictability of the tape pattern in the case of forming a complex parts. If they become clear, optimum structural design, optimum molding and quality assurance become possible. In this paper, the digital mocroscope is employed to investigate the mobility of the tapes with a variation of molding pressure (5, 10 and 15 MPa) and tape length (6, 18 and 30 mm). As a result, visually well-defined images allow us to gain reliable information of how the tapes move along the geometry of molds during the compression molding.

P2-I4-3 Influence of Superheated Steam Treatment Condition on Recycled Carbon Fiber

Wataru NAGATSUKA[1*], Masashi Wada[2] ,Isamu Ohsawa[1], Satoshi Kitaoka[2], Jun Takahashi[1]
[1]The University of Tokyo
[2]Japan Fine Ceramics Center

In these days, development of carbon fiber reinforced thermoplastics (CFRTP) is advanced in order to be applied to mass production automotive structure. If it is implemented, amount of in-plant and market CF waste will drastically increase as well as demand of virgin CF (vCF). However current CFRP recycling techniques just make waste by using waste. Hence it is very important to develop the method to pick up high quality recycled CF (rCF) from CFRP. Additionally control of functional groups of rCF is also important. From these viewpoints, superheated steam (SHS) method is attracted attention, because this method has a possibility to generate and control functional groups on rCF simultaneously. In this study, an influence of SHS treatment conditions on the surface status of rCF is investigated in the case of CFRTP recycling. And it is found that rCF by using the SHS can make CFRTP with good mechanical properties again.

P2-I5-1 발표취소

P2-I5-2 Preferred In-plane Orientation in Palladium Decoration on Graphene Oxide: Microstructures and the Influence on Electrical Properties

그래핀 산화물 표면의 금속 나노입자 장식: 미세구조와 전기적 특성에 미치는 영향

이보름*, 장호원
서울대학교

Graphene oxide (GO) is one of the promising materials for various fields such as electronics, photonics, composite materials, and bioapplications because of its controllable electronic, optical, or mechanical properties by modifying oxygen functionalities. Various noble metal decoration has a significant influence on the characteristics of the oxide materials. Although the study on the distribution and size of the metal nanoparticles has been shown much progress, the study of the reaction between the surface of GO and metal nanoparticles has not. Here, we reveal the relationship between the microstructure and electrical properties of noble metal-decorated GO. The Au and Ag nanoparticles do not have the specific growth orientation that only appears in Pd nanoparticles. The preferred growth orientation of Pd nanoparticles are attributed to the generation of PdO interlayer between Pd nanoparticles and the surface of GO. In addition, the generation of PdO interlayers has created reduced GO region by the oxygen consumption on the surface of GO. As a result, the case of Pd-decorated GO has huge change in electrical characteristics. These results suggest that the interaction between decorated noble metal and the surface of GO is very important for investigating the growth morphology of metal nanoparticles and the physical properties of metal decorated GO.

P2-I5-3 Band Gap Engineering with $SrTiO_3$ Thin Film Layer for Water Splitting Photoelectrodes

김태민*, 장호원
서울대학교

Owing to simplicity, eco-friendly, and carbon dioxide free in reaction, hydrogen production by water splitting is attracting enormous attention for solar energy conversion. Water splitting technology, however, is still not capable for use due to several reasons such as water corrosion of electrodes, potential barrier between heterojunction, electrodes and electrolyte and inappropriate conduction band or valence band energy level position of the photoelectrode. Thin film interlayer or passivation layer on the surface can overcome existing problems with energy band aligning. Schottky barrier in heterojunction interface and potential barrier in solid-electrolyte interface could be driven transparent by inserting ultrathin layer of Nb doped $SrTiO_3$ and $LaAlO_3$. In this work, we demonstrate that the photoelectrochemical efficiency of Si and electrical conductivity of $SrTiO_3$ substrate can be increased by depositing thin oxide layer with pulsed laser deposition method. This result arises from the large internal electric field between the two polar oxide layer surfaces. This field modifies the effective band offset in the device, highlighting the ability to design the electrostatic boundary conditions with atomic precision. Our results suggest the promising use of ferroelectric perovskite oxides for water splitting photoelectrodes.

P2-I5-4 Selective-area Synthesis of Metal Oxide Nanostructures via Laser-assisted Electrochemical Crystallization

레이저 전기화학 결정화 법을 이용한 금속산화물 나노구조의 선택적 영역 합성

서준민*, 장호원
서울대학교

Recent days, various efforts on synthesizing nanostructures of electrodes to enhance the efficiency of photovoltaic or optoelectronic properties have been studied. Well known of them are methods using rf sputter, e-beam evaporator, chemical vapor deposition, hydrothermal synthesis, or electrochemical deposition, etc. However, they require complicated conditions like high temperature and vacuum atmosphere, additional post-annealing process, long reaction time and therefore, complex equipments which make them reluctant to be used. In this research, we present a novel method of laser-assisted electrochemical deposition. In this system, we can synthesize the nanostructure at exact place where we want in ambient atmosphere, which can lead to simplification of process, remarkable decrease in cost, and no more need in any complex equipments. Therefore, synthesis of nanostructure is available directly on small device without any additional equipment or process. Moreover, as this laser-assisted method requires only short reaction time of several seconds, it also has a strength in economic aspect. Simultaneously, as it is solution-based synthesis, flexibility in using various precursor ions is another strength of the method.

P2-I5-5 High Performance Humidity Sensor Based on Reduced Graphene Oxide Hybrid Composites

박서연*, 장호원
서울대학교

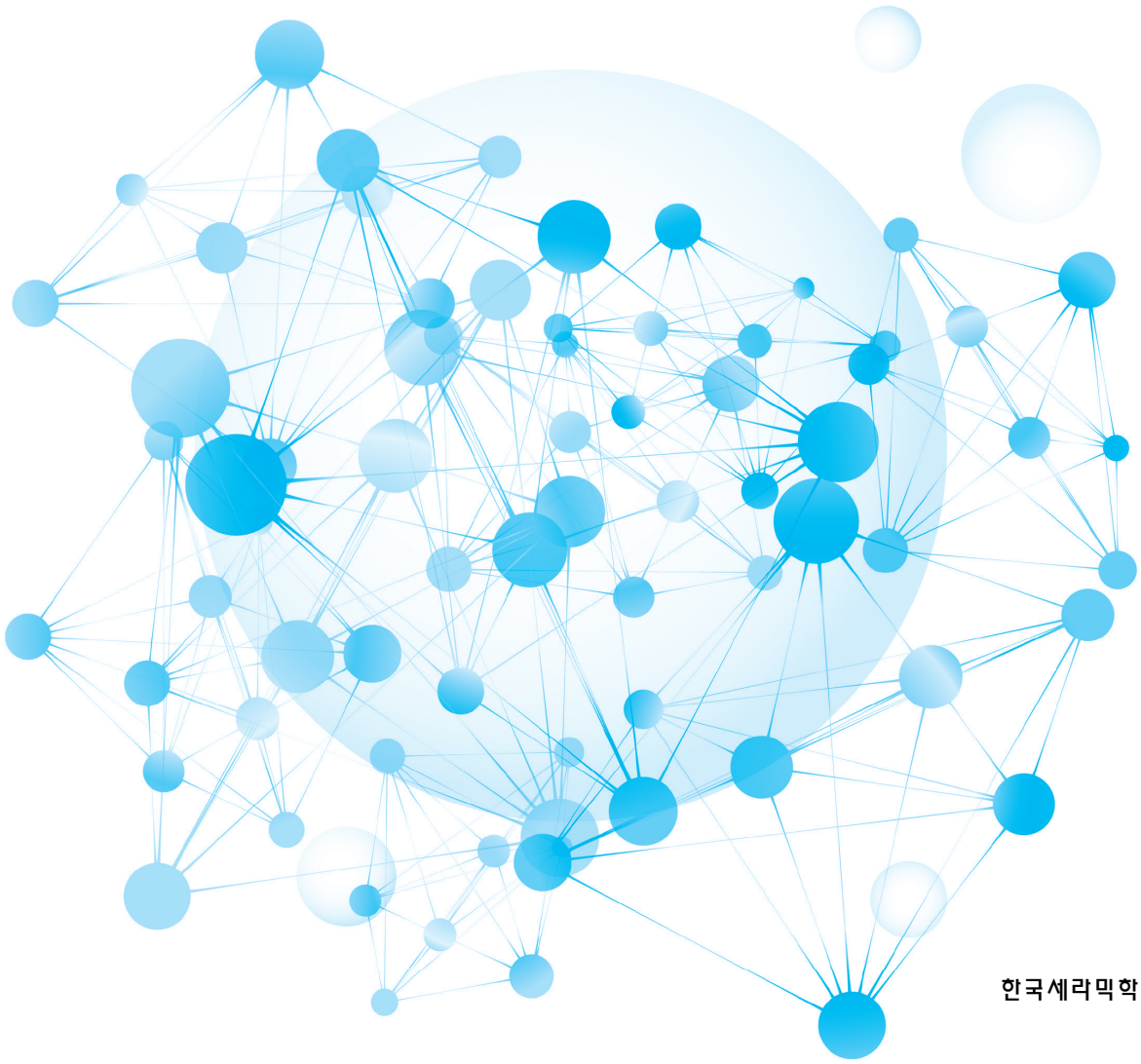
Today, humidity sensor has been used for various fields such as hospital, library, grocery and laboratory to measure accurate humidity. Polymer and metal oxide based humidity sensors have been studied for several decades. These days, graphene has been attracted researchers because of its extensive specific surface for target molecules to adsorb and remarkable electronic properties like high carrier mobility. However, pristine graphene doesn't include chemically active defect sites and essential functional groups for detection of analyte. Therefore, rGO is thought to be better material for humidity sensor because of its functional groups. In addition, rGO can be synthesized more easily and it can be applicated to wearable devices. Nevertheless, rGO also has its weakness in low sensitivity and response. In this study, we tried to compensate rGO as sensing material by using it with additives. Nowadays, two dimensional materials are applied to enhance the properties of humidity sensor. 2-D materials has been used for various fields due to its high surface sensitivity, flexibility, easy surface decoration, low cost and mass production. Nevertheless, humidity sensors based on functionalized rGO composites are not yet sufficient. Therefore we have studied about the sensor using functionalized rGO composites which can react complementary.

P2-I5-6 Solution Processed TiO_2 Nanorods Stabilize Silicon Photocathode for Efficient Solar Water Reduction

Dinsefa Mansur Andoshe*, SeokHoon Choi, Cheon Woo Moon, Seon Yong Lee, 김태민, Migyoung Lee, Ki Chang Kwon, 박훈기, 장호원
서울대학교

Silicon has Sustainable band gap for potential application of solar driven water splitting, however, unlikely its thermodynamic redox potential exist at favorable position to reduce and/or oxidized itself by photogenerated carriers rather than water. Furthermore, about one third of incident light on the surface of silicon photoelectrode is reflected, that means, from theoretical solar to hydrogen conversion efficiency (STH) of silicon about 12% is lost. Herein, we report highly efficient and state of the-art photocathode of silicon passivated by solution processed TiO_2 nanorod for solar-driven hydrogen production. The solution processed passivation layer; TiO_2 nanorod, has reduced the onset potential of the cell for its catalytic properties. At the same time it decreases the reflectance of silicon due to antireflective ability of the nanorods to the smallest possible value. The reduction of reflectance enhances the light limiting photocurrent density of the photocathode. Furthermore, the photocathode has been stable more than 40h. for chemical and photocorrosion resistance ability of the layer. Therefore, short circuit current density up to 40 mA/cm^2, open circuit voltage ~440 mV vs RHE and incident photon to current conversion efficiency more than 90% using 0.5 MH_2SO_4 electrolyte and simulated 1 sun irradiation.

발표자리스트



성 명	논 문 번 호
간 린	SC4-8
강남규	SC7-6
강민수	SB5-7
강민호	SA2-3
강석중	P2-SA6-7
강성웅	P1-G1-42
강수빈	P2-SA6-4, P2-SA6-3
강신후	SC4-9, P2-SC2-1, P2-SC6-1
강영호	SE1-3
강예환	SD6-4
강용묵	SB7-6
강유라	P2-SD6-20, P2-SD6-11
강윤찬	P2-SB7-3
강은태	SF3-7
강은희	P1-G1-21
강이승	P1-G4-9, P2-SD3-1
강인용	SB2-6
강인철	P1-G3-5
강인호	SD6-4, P2-SD6-3, P2-SD6-1, SD6-7
강일모	P1-G8-3
강종봉	P1-G9-6
강종호	P1-G5-2, P1-G5-1
강주현	P2-G2-12, P2-G2-6
강중근	SA6-1, G2-8
강태성	P1-G5-6, G2-7
강태원	P1-G7-1
강홍전	P2-SD6-7, P2-SD6-8
강희준	P1-SA3-4
고명진	P2-SC3-5
고민지	P1-SA3-4
고세현	SF3-8
고신일	SC4-5
고은별	P1-G1-15
고재웅	SC4-4, SE1-8, SC4-7, SC4-8, SC4-5, SC4-10, P2-SC4-2
고진석	P2-SC2-5, P2-SC2-4, P2-SC2-2, P2-SC2-3
공영민	P1-G3-17, P1-G9-4, P1-G9-2, P2-SA2-10
곽노준	P2-SC6-1
곽민준	P2-G2-22, P2-G2-23, P2-G2-21, G2-1
곽재원	P2-SD6-19
곽진우	P2-SB5-3
곽창훈	G1-3, P1-G1-34
곽호영	P2-SB7-2
구본급	P1-G1-35, P1-G1-22
구본율	P2-SB3-8
구상모	P2-SD6-15, P2-SD6-17, P2-SD6-18, P2-SD6-16
구양현	P2-SC3-8, P2-SC3-6, P2-SC3-4, SC3-7
구원태	G4-1
구준모	P1-G3-13
구창영	P2-SA2-5, P2-SA2-2, P2-SA2-1
권미연	P2-SC4-3
권범진	SB5-7
권봉진	P2-SB4-5
권영준	P1-G2-9
권영태	P1-G1-42
권오훈	G2-5, SB1-5, P2-G2-18
권용우	SE1-10
권용준	SE4-1
권용진	P2-SD6-14, P2-SD6-13
권우택	P1-G2-17, SD5-5, P2-SD5-3, P2-SD5-2, SD5-6, SD5-3, P2-SD5-1, P2-SF6-1, SD5-7
권주영	SE4-1
권창섭	P1-G3-3, SC7-2, SC7-3, P2-SC7-1
권태홍	P2-I3-6
권형문	P1-G2-19
권형욱	SE1-2
김건식	P2-SC3-4, SC3-7
김건태	G2-3, P2-G2-18, P2-SB3-4, G2-5, P2-G2-2
김경남	P1-G4-2
김경민	P2-I3-13, P2-I3-12
김경자	G3-2, P1-G9-9, P1-G3-30, G3-1, P1-G7-3, P2-SC4-1, G5-1
김경학	P2-SB3-2
김경호	P1-G1-21
김경훈	G3-2, P1-G9-9, P1-G3-30, G3-1, P1-G7-3, P2-SC4-1, G5-1
김관식	P2-SB5-3, P2-SB5-2
김광목	SF6-7
김광주	G3-4
김규설	SF3-2
김규헌	P1-G3-31
김근희	SF3-1, SF3-2, SD3-1
김금도	P2-I3-7, P2-I3-14
김기엽	SB1-12
김기현	P1-G4-12, SD6-4
김남균	P2-SD6-9, P2-SD6-4, P2-SD6-3, SD6-7
김남일	P1-G3-14, P1-G9-5
김남호	P1-G4-13, P2-I3-10, P1-G4-11, P2-I3-11, P1-G4-10, G1-6
김다솔	P1-G2-20
김다정	SA6-5
김대웅	SD1-3
김대종	SC3-5, P1-G3-26, P1-G3-25, SC3-2, P2-SC6-2, P2-SC3-5, P2-SC3-7, SC3-4, P2-SC3-2, P2-SC3-3, P2-SC3-1, SC3-1
김대현	G1-13, G1-14
김대호	P2-SA2-9
김 덕	P1-G2-23
김덕연	SC1-4
김도경	SC4-6, SC2-3, P1-G2-22, P1-G3-2, P1-G2-2, G3-6
김도식	P1-G2-19
김도향	P1-G8-1, SB1-11
김동건	P2-I3-1
김동석	P1-G2-2, SC4-6, SC2-3
김동완	P1-G2-20, P1-G2-21
김동주	SC3-7, P2-SC3-4
김동진	P1-G1-22
김두호	P2-SB4-5
김득중	P1-G3-9
김득진	P2-SC4-3
김리나	P2-SF6
김명재	P1-G4-2
김명준	SD1-3
김명호	P2-SA6-5, SA6-4, SA6-5
김명훈	P2-SE2-1
김무현	P2-I2-1
김미주	SC4-4
김민석	P1-SA3-14, P1-SA3-13
김민성	SA3-4
김민숙	P2-SC4-1
김민아	P2-SC4-3
김범성	P2-SD3-3, P2-SD3-5, P2-SD3-4, SD3-2
김병국	SE1-5, SB2-7
김병근	P2-SD6-12
김병수	P1-G2-13
김병욱	P1-SB5-3
김병익	SE1-7
김병호	P2-SA3-8
김보랑	P1-G9-6
김보민	P1-G6-5, P1-G6-4, SD5-4
김보영	P1-G1-33, P1-SA3-11, P1-SA3-9
김복희	P2-G2-8, P2-G2-8
김봉서	SE1-4
김봉재	SA2-8
김봉준	G3-2
김상기	SD6-3
김상모	SD1-2
김상주	P1-G8-5
김상준	G4-1
김상현	P2-I3-4
김상호	P1-G2-23, P1-G2-8, P1-G2-9

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
김석영	P2-SC5-2, SC1-2, P2-SC1-1, SC5-4
김선동	G2-1, G2-2, P2-G2-23, P2-G2-22, P1-G2-7, P2-G2-21
김선아	P2-G2-18
김선일	P1-SA3-23, P1-SA3-24
김선진	SB5-8
김선혜	P1-G3-26, P2-SC3-3, SC3-5
김성경	P2-SA2-7
김성구	P1-G3-27, SD5-3, P1-G3-7, P1-G3-6
김성근	P1-G2-19
김성대	SB1-12
김성민	P1-G1-17, P1-G1-7
김성수	SD6-4
김성웅	P2-SB5-3, SB5-4
김성원	SC7-2, P1-G3-4, P1-G3-3, P2-SC7-1
김성진	P1-G9-8, SB5-6
김성호	P1-G1-23, G1-12
김성훈	G3-1
김세영	SC5-2, P1-G3-18, SC6-1, SC2-4, SC5-2, SC5-4
김세윤	P1-G7-4
김세일	P1-G1-38
김세훈	P2-SC4-1
김수길	P2-I3-12
김수룡	P1-G2-17, SD5-2, SD5-5, P2-SD5-3, P2-SD5-3, P2-SD5-2, SD5-6, SD5-3, P2-SD5-1, P2-SF6-1, SD5-7
김수민	SF3-4
김수진	P2-SD6-5, P2-SD6-9, SD6-7
김순길	SA3-4
김 신	SF1-6
김억수	G2-4
김연구	P1-G2-3
김영도	P1-G3-13
김영범	P2-I3-12
김영석	P1-G1-20, P1-G3-3
김영식	P2-I1-2
김영욱	G3-3, G3-4, P1-G3-22, P1-G3-21, SC3-6
김영진	P2-G2-15, P2-G2-14, P2-G2-3
김영철	G1-16, SE1-5
김영태	P1-G1-12
김영환	P1-G2-16, SB3-4
김영훈	P2-SC2-3
김영희	SD5-7, P1-G2-17, SD5-5, P2-SD5-2, SD5-6, P2-SD6-14, P2-SD6-12, SD5-3, P2-SD5-1, P2-SF6-1, P1-G3-27, G3-5
김완태	P1-G4-7, P1-G4-6
김완호	P1-G4-12
김왕현	P1-G2-8
김용건	SE2-6
김용규	P1-G3-20
김용남	P1-G2-5
김용수	P2-SD3-5
김용인	SF3-8
김용준	SB5-8
김우택	P2-SD6-2
김우형	P2-SC2-5, P2-SC2-4, P2-SC2-3
김원갑	G7-1
김원식	P1-G2-18, P2-SB7-2
김원정	P2-SA6-5, SA6-5
김원주	SC3-4, P1-G3-26, P1-G3-25, SC3-2, P2-SC6-2, SC3-5, P2-SC3-9, P2-SC3-5, P2-SC3-7, P2-SC3-2, P2-SC3-3, P2-SC3-1, SC3-6, SC3-1
김유진	P1-G4-8, P1-G6-3, P1-G6-2, SF3-1, SF3-2, P2-I3-7, SD3-1, P2-I3-14
김윤석	SA2-2
김윤화	P1-SA3-9, P1-SA3-5, P1-SA3-11
김은미	G1-6, P1-G4-13, P1-G4-11, P2-I3-11, P1-G4-10, P2-I3-10
김은희	P1-G7-6, P1-G2-13
김응수(경기대)	G1-10, G1-11, G1-12, SF1-2, P1-G1-23, P1-G1-26
김응수(KICET)	SF3-7, SF3-6, SF3-5, SF3-4, SF3-3
김익진	P2-SC5-3, P2-SC5-2, SC5-3, SC5-2
김인영	G2-11
김인예	SB4-2
김일두	G1-4, G4-1, SB7-2, SB7-4
김일용	SE2-1
김일주	P1-G4-8
김일현	P2-SC3-9
김일호	SB5-3, P2-SB5-5
김 재	P2-SC5-1
김재관	P2-SF6-4
김재균	SA2-7, SA2-7
김재선	SE1-5
김재성	P1-G3-7, P1-G3-6, P1-G3-27, G3-5
김재은	SA1-7
김재찬	P1-G2-20, P1-G2-21
김재필	P1-G4-12
김재홍	SD1-4
김재훈	SB7-4
김정곤	P2-SD6-21
김정민	SB5-9, P2-SB5-3
김정일	SC6-3, P1-G3-25, P1-G3-7, P1-G3-6, P1-G3-27, G3-5
김정주	P2-SA2-5, P2-G2-1, P1-G1-5
김정한	P2-SD6-2
김정현	SC3-5, P2-SC3-3
김정호	G6-1
김정훈	P1-G2-25, P1-G2-24
김종기	P1-G4-14
김종영	SD4-6, SB5-1, P1-G4-4, P1-G4-3, P1-G1-6
김종우	SA6-3, P2-SA6-7
김종헌	P2-SC3-4, SC3-7
김종현	SD6-5, P2-SD5-4, SD6-6
김종호	P1-G3-16, P1-G1-31, P1-G1-30
김종화	P2-SB3-10
김종훈	P1-SA3-21, P1-SA3-22
김종희	SA6-1, G2-8, P1-G1-12
김주선	P2-SB2-3
김주성	SC1-1
김주형	SC2-3
김준규	P2-SD6-11, SD6-6
김준래	P2-SA2-6
김준식	P2-I3-9
김준영	G2-3
김지민	P1-G2-15, P1-G2-11, P1-G2-12
김지수	SE1-5, G1-16
김지웅	P1-G8-3
김지혜	P2-G2-10
김지환	G3-9
김지훈	P1-G2-13
김진명	SC4-10, P2-SC4-2, SE1-8, SC4-7, SC4-8, SC4-5, SC4-4
김진상	SB1-9, SB5-7
김진연	P1-G8-1, SB1-11
김진혁	G2-11, G1-5
김진형	SB2-4
김진호(경북대)	P1-G1-19
김진호(KICET)	P1-G9-7, P1-G6-1, P1-SA3-8, P2-SD1-1, P1-G9-3, P2-SB6-2
김찬석	G2-5
김찬훈	SB7-2
김창민	P2-G2-2
김창열	P1-G1-14, P1-G1-14, P1-G1-15, P1-G1-13, P1-G1-8
김창일	P1-G1-9
김창해	SA3-6
김철진	P2-SD6-12
김춘식	SF6-8, P2-SF6-3
김태경	P1-G3-24, P1-G3-19
김태관	P1-G7-3
김태균	SE4-2
김태민	P2-I5-3, P1-G2-6, P2-I5-6

성 명	논 문 번 호
김태우	P1-G7-1
김태헌	P2-SB4-5
김태혁	SD6-1
김태현	SD5-2
김태형	P1-G1-34
김태희	P1-G2-13
김택남	SD1-1
김택수	P2-SD3-3, P2-SD3-5, P2-SD3-4, SD3-2
김하늘	SE1-8, SC4-7, SC4-8, SC4-5, SC4-10, P2-SC4-2, SC2-6, SC4-4
김하준	P1-SA3-5
김학준	P1-G5-5
김한미	P1-G8-2
김한준	P2-I3-14, P2-I3-7
김해두	SC4-10, P2-SC4-2
김향태	P1-G2-7
김헌덕	P2-SD5-4
김 현	P2-SB4-4, P2-SB4-3, P2-SB4-2
김현기	P1-SA3-1
김현길	P2-SC3-9, P2-SC3-8, P2-SC3-6
김현미	G3-1
김현민	P1-SA3-13, P1-SA3-12, P2-SB5-4, P1-SA3-14
김현석	SA2-1
김현우	P2-SD6-8, P2-SD6-7
김형순	P1-G6-7, G3-2, P1-G9-9, P1-SA3-23, P1-SA3-24, P1-G7-3, P2-SC4-1, P1-G3-4, G5-1
김형우	P2-SD6-4
김형준(서울대)	P1-G1-7, P1-G1-18, P1-G1-17, P1-G1-20, P2-SD6-8, P2-SD6-7
김형준(KICET)	P1-G6-2
김형태	SF1-1, SF3-1, SF3-2, SC7-2, SC7-6, P1-G3-4, P2-SC7-1
김혜정	G6-3, G6-1, G6-2
김혜진	P2-I3-5, P2-I3-12
김홍대	G2-4, P1-G2-4
김황주	P2-SD6-21
김황필	P2-SA6-1
김효선	P2-SA2-3
김효태	P1-G1-25
김효한	G1-1, P1-G1-39
나경한	P1-G4-6
나문경	SD6-7, P2-SD6-3, P2-SD6-2
나사균	P2-SC5-4
나연수	SC3-6
나영흠	P2-G2-23, P2-G2-22, P2-G2-21, G2-1
나주관	SE4-1

성 명	논 문 번 호
나혜진	SA3-2
남경완	I1-8
남덕희	P2-SD6-11
남 산	G1-9, P1-G1-25, G1-13, G1-14, SC7-2, P2-SC7-1, P2-SB6-2
남상우	SC4-9
남선우	P2-SD3-5
남성영	P2-SF6-3, SF6-8
남성철	P1-G3-28
남우현	P2-SB5-7
남욱희	SC2-2, SC2-7
남윤희	P1-SA3-25
남재현	P2-SB3-9
남호석	SE1-6
노임준	SB5-7
노형구	SF3-6
노혜란	P1-G3-10
도달현	SA6-5
도영락	P1-SA3-3, P1-SA3-4
도환수	P1-G3-30, G3-2, P1-G9-9, G3-1, P2-SC4-1, G5-1
룬 펑	SC2-9
류광현	SB2-3
류도형	SD5-4, P1-G6-5, SD5-3, P1-G6-4, P1-G3-7, P1-G3-6, P1-G3-27, G3-5
류병기	SE1-4
류성수	P1-G3-15, SC4-3
류성연	P2-SA2-11, SB1-8
류정호	P2-SA6-7, P2-SA6-4, P2-SA6-3, SA6-3
류종훈	P1-G6-5, P1-G6-4
류현주	P1-G4-1
류호진	G3-7
리덕탕	G1-8
마너스	P2-G2-4
마호진	G3-6, SC4-6, P1-G2-2
명재민	P1-G4-14
묵 신	G2-6, P2-SC6-4, SC2-1, SC6-8, P2-SC6-3
문기연	SF6-1, SF6-4
문대규	P1-G4-14
문선영	P1-G8-1, SB1-11
문수현	P1-G1-29, P1-G1-28, P1-G1-43
문승현	SA1-2, O2-SA1-6
문정현	P2-SD6-9, P2-SD6-10, P2-SD6-5, P2-SD6-4, SD6-7
문주호	P1-G2-11, P2-SB2-3, P1-G2-12, P1-G2-15
문태환	P2-I3-7, P2-I3-14
민경미	P2-SB3-6, SC3-3

성 명	논 문 번 호
민복기	SE1-4
민성존	P1-G5-5
민승의	P2-SF6-3, SF6-8
박건식	SD6-3
박경봉	P1-G2-13
박경수	P2-SD3-2, SD3-3
박경순	P2-SB5-4, P1-SA3-12
박경태	SD3-2, P2-SD3-5, P2-SD3-4
박광일	P1-G3-20
박광헌	P2-SC3-7
박귀일	SA6-2
박기대	P2-SB7-3
박동수	SA6-3
박동준	P2-SC3-6, P2-SC3-9, P2-SC3-8
박동철	P1-G7-2
박미선	P2-SD6-21
박민혁	P2-I3-7, P2-I3-14
박범경	SB3-1
박봉제	G6-3
박상엽	SD3-5, P1-G9-8, P1-G2-27
박상진	SC3-3
박상환	SF1-4
박서연	P2-I5-5
박석운	P2-SF6-4
박석주	SB3-1, P2-SB3-5
박석훈	G2-10
박선아	SB3-2
박선중	P2-I2-1
박성범	P2-SB3-3
박성우	P1-G2-21
박성준	G1-2, P1-G6-6
박성환	P1-G6-5, P1-G6-4, SD5-4
박세민	SD1-1
박세용	SB7-5, P2-SB7-1
박세진	SB2-4
박수동	SE1-4
박수한	P1-G3-19, P1-G3-24
박승복	P1-G9-1
박승환	SB2-5
박신서	P1-G1-9
박영군	P1-G3-5
박영조	SC4-7, SC4-8, SE1-8, SC4-5, SC4-10, P2-SC4-2, SC4-4
박영증	G7-1
박영호	SE1-7
박용일	P2-SB3-3
박원규	SD5-1
박윤태	P2-G2-13
박은길	P1-G1-18, P1-G1-7

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
박이현	SC3-3, P2-SB3-6
박인성	SA1-6
박인용	P1-SA3-20, P1-SA3-2
박재량	P2-SD3-2
박재성	P2-SB5-5
박재우	P2-G2-13, P2-G2-4
박재혁	SA2-4
박정수	P1-G2-16, SB3-4
박정용	P2-SC3-9, P2-SC3-8, P2-SC3-6
박정웅	SB1-2, SE2-6, SA2-8
박정환	P2-SC3-9, P2-SC3-8, P2-SC3-6, SC3-4
박종근	P2-SC2-5
박종성	G1-14
박종혁	I5-6
박종호	SE1-4
박주석	G3-2, P1-G9-9, P1-G3-30, G3-1, P1-G7-3, P2-SC4-1, G5-1
박준규	SA3-6
박준식	P1-G1-33
박준영	P2-SC2-4, P1-G1-12, P2-SC2-3
박준표	P1-G3-16
박준혁	G7-1
박준홍	P2-SB6-2
박중규	SC5-4, P2-SC5-3, P2-SC5-2, SC5-3, SC5-2, SC5-4
박지숙	P1-G3-15, SC4-3
박지연	P2-SC6-2, SC3-1, P1-G3-26, P1-G3-25, SC3-2, SC3-5, P2-SC3-5, P2-SC3-7, SC3-4, P2-SC3-2, P2-SC3-3, P2-SC3-1, P2-SC7-2
박지영	P2-SD3-3
박지운	P1-G1-20
박진수	SA6-5
박진아	SB2-2
박 찬	P2-SB3-9, P2-SB5-6, SB5-5
박창식	P1-G3-23
박철희	SB5-5
박춘길	P2-SA6-3, P1-G3-17, P1-G9-2
박충권	P2-SC6-1
박태수	SD6-4
박태언	P1-G3-20
박태완	P1-G1-1
박태형	P2-I3-12
박현순	SB1-10
박현아	G6-5
박현욱	P2-SD1-1
박혜원	P1-G2-24, P1-G2-25
박홍식	SC6-6

성 명	논 문 번 호
박홍채	P1-G3-31
박훈기	P2-I5-6
박훈식	SA5-3
박힘찬	P2-SD6-1
방보극	SA3-6
방완근	P2-G2-7
방 욱	P2-SD6-10, P2-SD6-9, P2-SD6-4, SD6-7
방정원	P2-SD5-2, SD5-6
배민석	P2-SB3-2
배선영	P2-G2-3
배승묵	P2-G2-20
배완기	SA3-3
배중면	P2-G2-6, P2-G2-12, P2-SB3-2
백수정	P2-SA2-8
백승협	SB1-9, P1-G8-1, SB1-11
백용균	P1-G3-10
백운규	SB3-4, SC7-4, SC7-7
백종범	P2-G2-2
백종오	SD1-3
백종후	G1-8, G1-9, SA5-1, P1-G1-9, P1-G1-2, P1-G1-1
백창연	SC2-3, P1-G2-2
변대섭	SD6-6, SD6-9, P2-SD6-12
변응선	SC2-7
변응선*	SC2-2
변준형	SC2-8
서덕기	P1-G1-9
서두원	P2-G2-23, P2-G2-22, P2-G2-21, G2-1, G2-2, P1-G3-18
서무현	P1-G4-6
서민수	G2-2, SC6-1
서민호	P1-G5-5
서상원	P2-SC2-1
서석준	P2-SD3-5, P2-SD3-4, SD3-2
서성관	P2-SB6-1
서성록	I2-0
서슬기	P2-SB5-7
서영범	SF6-6
서영수	P2-SA2-3
서영준	P1-G6-7
서원선	P2-SD6-14, P2-SD6-20, P2-SD6-11, SD6-9, P2-SD6-12, SD6-6, P2-SB5-7, P2-SD6-13, P2-SB5-5, P1-G5-2, P1-G5-1, SB5-5
서종수	P2-SB3-1, P2-G2-19
서준민	P2-I5-4
서진원	G8-2, SE1-9
서푸른	P2-SB7-1

성 명	논 문 번 호
서한길	P2-G2-19
서항석	P1-G2-19
서효진	SA3-7, P1-SA3-19, P1-SA3-18, P1-SA3-17, P1-SA3-16, P1-SA3-15
석승원	P1-G2-7, G2-2
석오균	P2-SD6-4
석태현	O2-SA1-6
성민제	P2-SD5-4, SD6-5
성영훈	P1-G3-18, SC6-1, SC2-3, SC2-4, SC5-2
성태현	P1-G1-3
소병진	G6-3
소성민	P1-G9-9
손근식	SB5-3
손기선	SA3-8, P1-SA3-14, P1-SA3-13
손승길	SB2-4
손영준	P1-G5-5
손준우	SB1-6
손지희	SE1-4
손진욱	P1-G1-16
손천명	P1-G1-9
송 경	SB1-7
송광염	P1-G1-36, G2-11
송도원	SC7-7
송락현	SB3-1, P2-SB3-5, SB2-3
송봉준	P1-G1-30, P1-G1-31
송상현	SB2-2
송선주	P2-G2-11, P2-G2-10, P2-G2-9
송슬지	P2-I3-12
송아림	P1-G3-5
송인혁	SC4-2, SB6-1, P1-G3-21, SC5-1, P2-SB6-3, P2-SC5-1
송정환	P1-G1-41, G1-2
송정훈	P1-G2-25, P1-G2-24
송준호	P1-G2-27, G1-5, SD3-5
송태권	P2-SA6-5, SA6-5
송태영	P1-SA3-1
송태웅	P1-G7-4
송희진	P1-G1-28, P1-G1-43
신광희	SD1-3
신동근	SD5-3, P2-SD5-1, P1-G2-17, SD5-5, P2-SD5-3, P2-SD5-2, SD5-6, P2-SF6-1, SD5-7, P1-G3-7, P1-G3-6, P1-G3-27, G3-5
신동욱	P2-SB2-2, P2-SB2-1
신동윤	P1-G4-9, P2-SD3-1
신란희	P1-G3-13
신석재	SB2-4
신수영	P2-SB5-6

성 명	논 문 번 호
신승학	P1-G1-5
신예원	P1-G1-24
신의철	P1-G1-29, P1-G1-28, P1-G1-43, P1-G8-4
신인철	SC6-5
신지영	G2-3, P2-G2-18, P2-SB3-4
신태호	SB3-5, SA5-1
신현익	P1-G3-3
신혜민	P1-G2-6
신호용	P1-G1-31, P1-G1-30, P2-G2-12
신효순	P1-G1-25, P1-G1-24, P1-G1-19, P1-G1-11
신희원	P2-SD6-21
심광보	P1-G2-17, G3-1, P1-G1-11
심영재	P2-SD6-3
심우영	P1-G4-4, P1-G4-3
심재진	SD3-2
심진기	P1-G4-5
심희석	SF3-5
아니시드위레스타리	P2-SA2-1, P2-SA2-5, P2-SA2-2
아비쉑샤르마	G1-7
안계석	SE4-2
안낙균	P2-SD3-2, P2-SD3-1
안무영	SC3-3
안익준	P1-G1-11
안종필	P1-G9-9
안지현	P2-SB7-3
안지환	P2-SF6-3, SF6-8, SF6-4, SF6-1, SF6-2
안창원	P2-SA6-6
안철우	SA6-3
안철현	P2-I3-4
안태호	SB5-5
안혁순	P1-G1-28
안현지	SA2-8
안효진	P2-SB3-8
양대열	P2-SA6-2
양병창	SB2-2
양비룡	P2-SB4-4, P2-SB4-3, P2-SB4-2
양성구	P1-G9-6
양승호	SA2-3, P2-SB5-5
양완희	P1-G7-5
양우석	P1-G2-11, P1-G2-12, P1-G2-15
양자윤	P2-G2-16
양재호	P2-SC3-4, SC3-7
양재훈	P1-G4-1
양진훈	G1-16
양찬호	SB1-1
양창헌	SD6-4, P2-SD6-2

성 명	논 문 번 호
양철웅	P2-SD6-11
양현경	P1-G8-6, P1-G6-6
양현욱	P2-SC4-3
양희선	P1-SA3-22, P1-SA3-21, P1-SA3-3
엄기태	G1-15
엄새란	P2-SE4-1
엄성호	P1-G2-3
엄승훈	SE2-2
엄정혜	G3-4, P1-G3-22, P1-G3-21
엄지용	SB7-6
엄창범	SB1-7
엄태용	P2-I3-6
여동훈	P1-G1-25, P1-G1-24, P1-G1-19, P1-G1-11
여인웅	P2-SB5-3
여임규	P2-SD6-21, SD6-8
여정구	SB3-4, P1-G2-16
예보라	P1-G2-4
오경식	SC4-1, SE2-3, P1-G5-5
오민욱	SE1-4, SB5-4
오복현	P1-G3-12
오상수	SA1-5
오상호	SB1-7
오새롬	P1-G1-31, P1-G1-30
오세문	P1-G1-19
오영우	P1-G3-28
오원재	O2-SA1-7
오윤석	SC7-3, SC7-2, P1-G3-4, P1-G3-3, P2-SC7-1
오윤정	P1-G2-12, P1-G2-11, P1-G2-15
오장수	P2-SC3-4, SC3-7
오정표	P2-I3-11, P1-G4-10, P1-G4-13, P1-G4-11, P2-I3-10, G1-6
오주현	P1-G8-6
오지혜	P1-SA3-3, P1-SA3-4
오지훈	SB7-4
오현명	P1-G3-23
왕경식	G1-16
우상국	P2-G2-23, P2-G2-22, P1-G2-7, P2-G2-21, G2-1, G2-2, P1-G3-18, SC6-1, SC2-4
우성필	SB4-4, SB4-3
우정주	P2-I3-11, P1-G4-10
우창현	P1-G3-25, P2-SC3-2
우형식	G1-3
원종일	SD6-3
위성복	SE4-2
위주형	SB5-8
유동수	SE2-2

성 명	논 문 번 호
유 리	P1-G4-8, P1-G6-3, P1-G6-2
유병하	P1-G3-7, P1-G3-6, P1-G3-27, G3-5
유상임	SA1-8, G1-7, O2-SA1-7, O2-SA1-6
유선문	SB7-4
유솜이	P2-SB5-1
유수산나	P2-SD6-17, P2-SD6-16, P2-SD6-15, P2-SD6-18
유승을	SB7-6
유승한	P1-G1-38
유시정	P2-I3-6
유연우	SC2-2, SC2-7
유영우	P2-G2-1
유정도	P2-SB3-2
유지수	SE4-1
유지행	P1-G1-43
유창형	P2-SD6-11, P2-SD6-20, P2-SD6-12
유치성	P1-G3-10
유현승	SE2-5, SE2-5
유희연	P1-SA3-4
윤가영	SE1-6
윤국헌	SC6-6
윤기로	SB7-4
윤당혁	SC2-1, SB7-1, P2-SC6-4, G2-6, SC6-8, SC6-7, P2-SC6-3, P2-SC6-5, SC6-9
윤명한	P1-G2-6
윤병일	P1-G3-7, P1-G3-6, P1-G3-27, G3-5
윤석영	P1-G3-31
윤성유	P2-SA2-9
윤순길	SA2-5, P2-SC3-2
윤승복	P2-SD6-2
윤영민	P1-G2-14
윤영수	SB4-4, SB4-1, SB4-5, P2-SB4-1, SB7-5, SB7-3, P2-SB7-1, SB4-3, SB4-2
윤영훈	P1-G3-20
윤운하	SA6-3
윤주호	SB7-6
윤준혁	G5-1
윤지선	G1-8, G1-9, P1-G1-9, P1-G1-2, P1-G1-1
윤지연	P1-G4-8, P1-G6-3, P1-G6-2
윤지영	P2-SD6-13, SD6-9, P2-SD6-12
윤지욱	P1-G1-33, P1-G1-34
윤진관	P2-SC4-3
윤철민	P2-SA2-4
윤한솔	P1-G1-40, P-G1-1
윤희숙	SE2-4
윤희창	P1-SA3-4
은태희	SD6-8
음상철	P1-G5-4

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
이강수	P2-SB7-1
이건원	P1-G3-10
이건재	SB5-8
이건철	P1-G7-2
이건호	P2-G2-6, P2-SF6-3, P2-G2-12, SF6-8
이경진	G2-9
이경화	P2-SD6-3
이광렬	P1-SA3-10
이광엽	P1-G8-1, SB1-11
이귀웅	G1-9, G1-8
이규형	P2-SB5-5, P2-SB5-3, SB5-4
이기성	P2-SC5-3, P1-G7-1, SC7-6, P2-SC7-2
이기정	P2-I3-12
이기헌	P1-SA3-21, P1-SA3-3
이나리	SF3-2
이노호	P2-SB3-8
이다희	P1-G3-8
이단비	SD1-4
이대수	SB1-7
이대양	P2-SF6-2
이대희	P2-SB2-3
이덕희	P1-G4-9
이도연	P2-SA2-8, SB1-8
이동규	P1-G5-7
이동원	SB2-1, P1-G2-5
이동헌	P1-G7-1
이동화	SB1-15
이동훈	P2-SD6-21
이동희	P2-SC3-7
이마스노비야나	P2-SA2-2, P2-SA2-5, P2-SA2-1
이명현	P2-SD6-14, P2-SD6-20, P2-SD6-11, SD6-9, P2-SD6-12, SD6-6, P2-SD6-13, P1-G5-2, P1-G5-1, P1-G3-1
이명환	SA6-5
이문균	SC4-9
이미사	P1-G3-9
이미재	P2-SC5-4, SC5-3, P1-G6-1, P1-SA3-8, P2-SD1-1
이미정	P2-I3-3
이민진	P2-G2-5
이민철	SE2-3
이민형	P1-G2-13
이보름	P2-I5-2
이 빈	G3-7
이상미	SD5-3
이상진	P1-G3-14, P1-G9-5, P1-G5-6, G2-7
이상한	SA2-8, P1-G2-6
이상헌	G6-4
이상혁	P1-G1-39
이상현	SA1-4, SD3-2
이상훈	SE2-2, P2-G2-4
이석근	P2-SC2-5, P2-SC2-4, P2-SC2-2, G7-1, P2-SC2-3
이석원	P1-G5-2, P1-G5-1
이석희	SB4-3
이성민	P1-G3-15, P1-G6-5, P1-G6-4, SC7-2, P1-G3-4, P1-G3-3, SC7-3, P2-SC7-1, SD5-4, SC4-3
이세욱	P2-SB2-2, P2-SB2-1
이세현	P1-G7-5
이세훈	SC2-6, SC2-9, SC2-3
이소명	P-G5-2
이수진	P2-SC7-1, SC7-2, P1-G3-3
이수형	P2-SD6-8, P2-SD6-7
이순일	P2-SB5-5
이승구	P1-G2-10
이승민	P1-G1-4, P1-G2-1
이승복	SB3-1, P2-SB3-5
이승수	SC7-5
이승재	SC3-6
이승준	P2-I3-9
이승현	P1-G4-14
이승호	SC6-9, P2-SC6-5, SC6-8, P2-SC6-3
이시원	P2-SB3-7, P2-SB3-2, P2-SB3-1
이시현	P2-SD6-21, G3-1
이신행	SF6-2
이연승	P2-SC5-4
이영기	P2-I1-1
이영민	SC3-3
이영우	P2-SC3-4, SC3-7
이영준	P1-G3-16
이영환	P2-I3-2, P2-I3-7, P2-I3-14
이영훈	G3-9
이 용	SB2-4
이우영	P2-SB5-3, P2-SB5-2, SB5-9, P2-SD3-4
이우형	G6-3, G6-2
이욱현	P1-G2-7
이웅규	P2-I3-4
이원영	P1-G2-9, SE1-2
이원오	SD4-5
이원재	P2-SD6-21, SD6-9, P2-SD6-12
이원준	P1-G9-3
이유나	SB7-3, SB4-3
이유성	P2-SB5-5
이윤구	P2-SA2-5
이윤주	SD5-5, P2-SF6-1, P1-G2-17, P2-SD5-3, P2-SD5-2, SD5-6, SD5-3, P2-SD5-1, SD5-7, P1-G3-27, G3-5
이윤철	P1-G3-1
이은실	P1-G4-3
이은정	P1-G9-1
이은주	P1-G3-9
이응석	G3-8
이의삼	G6-1
이인섭	P1-G6-5
이인철	P1-G5-5
이재광	SB1-14
이재욱	SE1-8, SC4-7, SC4-8, SC4-5, SC4-10, P2-SC4-2, SC4-4
이재찬	P1-G8-2, G1-15, G8-1
이재하	P1-G2-23
이재형	SC1-5
이재호	P2-I3-1
이재홍	P2-SA6-5
이재훈	SA1-2, O2-SA1-6
이정근	P2-SA6-4, P2-SA6-3, P1-G3-17
이정배	SA6-6
이정아	P2-SA2-5, P2-G2-1
이정용	P2-SB5-7
이정우	P1-G7-5, O2-SA1-6
이정욱	P1-G6-4, P1-G6-5, P1-G3-6, SD5-4
이정한	G6-2, G6-3
이정훈	P2-SD6-2
이제훈	G1-5
이종국	SD1-5, SD1-4, P1-G5-4
이종만	P2-SB6-3, SB6-1, SC5-1, P2-SC5-1, SC4-2
이종석	SD6-2
이종숙	SA5-5, P1-G1-29, P1-G1-28, P1-G1-43, P1-G8-4
이종원	SB3-1, P2-SB3-5, SB2-3
이종혁	SE1-10
이종호	SE1-5, P1-G1-28, SB2-7
이종환	P2-SD3-4
이종흔	G1-4, G1-3, P1-G1-33, P1-G1-34, P2-SB7-3, SE1-9
이주성	P1-G9-6
이주현	P1-G8-6, P1-G6-6
이준근	SE1-1
이준영	SF1-5
이준형	P1-G4-14, P2-G2-1, P1-G1-5
이준호	G3-7, G6-3, G6-2
이준희	SB1-16
이지선	P1-G6-1
이지은	P2-SD3-2, SB5-2, P2-SD6-12, SE1-4, SD3-3

성 명	논 문 번 호
이지현	P1-G9-7, G1-13
이지환	SC1-2
이지희	P1-G4-1
이찬기	P1-G4-9, P2-SD3-2, P2-SD3-1, SD3-3
이찬재	P1-G4-14
이창구	SD4-1
이창기	P1-G4-5
이창현	P1-G1-25, P1-G1-24, P1-G1-19
이철순	G1-4, P1-G1-33
이충국	SA5-3
이태겸	SC3-3
이태룡	P2-G2-9
이태섭	P2-SD6-16
이태준	P2-SB2-1, P2-SB2-2
이태호	P2-SC4-3
이학성	SB1-3
이한솔	G6-6
이한얼	SB5-8
이한철	P2-I4-2
이해원	SB2-7
이행기	SF6-7
이헌주	SA1-2
이헌형	P2-SB2-2, P2-SB2-1
이현권	P1-G3-24, P1-G3-23, P1-G3-19
이현근	SC3-2, P1-G3-26, P1-G3-25, P2-SC6-2, SC3-5, P2-SC3-5, P2-SC3-7, SC3-4, P2-SC3-2, P2-SC3-3, P2-SC3-1, SC3-1
이현동	P2-SF6-4
이현미	P2-G2-14
이현민	P1-G3-2
이현아	P1-G3-6, P1-G3-7, P1-G3-27, G3-5
이현우	SD3-4
이현재	P2-I3-1
이현철	SD1-1
이형범	P2-SF6-4
이형우	P2-SF6-3, SF6-8
이형윤	SD3-1, SD3-4
이혜선	P2-SE4-4, P2-SE4-3, P2-SE4-2
이혜지	P2-SA2-5, P2-SA2-2, P2-SA2-1
이호용	P2-SA3-24, P2-SA3-23, G8-2, P2-SA6-1
이호창	P2-G2-1
이화준	P1-G3-15, SC4-3
이훈희	P2-SD6-8
이휘종	P2-SB5-2, P2-SB5-3
이희수	G2-4, P1-G2-4
이희영	P2-SA2-5, P2-SA2-2, P2-SA2-1
이희웅	SE1-4
이희준	P2-SD6-21

성 명	논 문 번 호
이희진	P2-SA2-4
임광영	SC3-6
임대광	P2-G2-10, P2-G2-9
임대순	P1-G3-8, P1-G2-10, G3-8
임대영	P1-G1-41, G1-2
임병용	P2-SD3-2
임성실	P1-G3-1
임영균	P1-G2-10
임영목	SB1-12
임영수	P2-SB5-7, SB5-5
임예솔	P2-G2-7
임원빈	SA3-5, G6-4, G6-5, SA3-1, P1-SA3-9, P1-SA3-25, P1-SA3-6, P1-SA3-5, P1-SA3-11
임윤수	P2-SA6-4
임재홍	P2-SD5-4, SD6-5
임종우	SA6-1
임종인	P1-G3-30, P1-G1-31, P1-G1-30
임준형	G1-5
임지수	SB1-1
임지호	P1-G3-17, P1-G9-4, P1-G9-2
임채현	G2-3
임철환	SC3-3
임탁형	SB3-1, P2-SB3-5
임태영	SC5-3, P1-G6-1, P1-SA3-8, P2-SD1-1
임태원	SD6-2
임하니	P2-G2-9, P2-G2-11, P2-G2-10
임현호	P1-G3-11
임형미	SD5-7
임형태	P2-G2-15, P1-G2-26, P2-G2-14, P2-G2-3
장강일	SD3-4
장병국	SC7-6
장서준	P2-SE4-2
장성욱	G1-10
장연숙	P2-SD6-21
장용호	P1-G1-9
장윤진	P2-I3-9
장은표	P1-SA3-22
장정국	SF6-7
장정호	P2-SE4-2, P2-SE4-3, P2-SE4-4
장지수	G4-1, SB7-2
장진우	P1-G2-1
장형일	P1-G8-6, P1-G6-6
장혜정	SB1-11, P1-G8-1
장호성	SA3-2, P1-SA3-10, P1-SA3-1
장호원	P1-G2-6, P2-I5-3, P2-I5-4, P2-I5-6
전대우	P1-SA3-8, P2-SD1-1
전덕영	P2-I2-1, P1-SA3-1

성 명	논 문 번 호
전덕환	P1-G1-3
전명철	P2-SD6-21
전명표	P1-G1-16, P1-G1-10
전민광	SC2-7, SC2-2
전상호	P1-G3-5
전석우	SD4-2
전성용	P1-G5-9
전수혁	SC7-5
전승엽	P1-G1-10
전시욱	P1-G4-12
전신희	P2-SA2-10
전아름	P2-SB3-4, G2-3
전윤수	P1-G3-8
전재희	G5-3
전창준	G1-8, G1-9
정경채	P1-G2-3
정구명	P2-SC4-3
정국채	SA1-1
정권범	SA2-6
정다운	P2-SD3-3
정대용	SF3-3, P2-SA6-4, P2-SA6-3, P1-G1-40, P1-G3-17, P1-G9-4, P1-G9-2
정대한	P1-G3-21
정동휘	P2-SB3-4
정민정	P2-I3-4
정병욱	P2-SC2-2
정보라	G2-4, P1-G2-4
정봉욱	G8-1
정상민	P1-G3-25, P2-SC3-2, P2-SC6-2
정상윤	P1-G2-6
정석만	P1-G7-5
정성민	SD6-9, P2-SD5-3, P2-SD6-14, P2-SD6-20, P2-SD6-11, P2-SD6-12, SD6-6
정성훈	SC7-5, SC7-4
정세웅	P2-SD6-18
정수옥	P2-I3-12
정숙인	P1-G9-5, P1-G3-14
정양일	P2-SC3-9, P2-SC3-8, P2-SC3-6, SC3-4
정연길	SC7-1, P1-G7-6, SB3-4, SC7-5, SC7-4, SC7-7
정연수	P2-SC3-1, SC3-2
정영석	P2-SD6-15
정영준	P2-SA2-5
정영화	P1-G2-22
정영훈	G1-8, G1-9, P1-G1-9, P1-G1-2, P1-G1-1
정용재	SE2-2
정용주	P1-G2-8

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
정우영	G1-16
정우용	P2-SB3-3
정우철	SB3-2, P2-SB3-1, P2-G2-19, P2-SB3-2, P2-SB3-7, SE1-2
정욱기	SC4-6, G3-6
정운성	P1-G2-17, SD5-7
정운진	SA3-1, G6-4, G6-5, G6-6, P1-SA3-25
정은식	SD6-4, P2-SD6-2
정은진	P2-SD6-6, P2-SD6-14
정 인	SD4-3
정재훈	P1-G9-4, P1-G9-2
정준기	P1-G9-8
정준석	P2-I3-8
정준영	SB7-2
정지원	SB7-4
정진안	P2-SF6-2
정태주	P1-G5-5, SE2-3, SC4-1
정현묵	P2-SB7-3
정현성	G2-8, P1-G1-12
정현진	P2-SD6-10, SD6-7
정희철	P1-G5-8, P2-SC4-3
조경명	SC1-3, SD1-5
조계홍	SF6-4, SF6-1
조광민	P2-SA2-2, P2-SA2-1
조광연	P1-G3-7, P1-G3-6
조근호	P1-G7-6
조기식	P2-SC4-3
조남희	P1-G1-39, P1-G1-40, P-G1-1
조대연	P1-SA3-22
조대영	P1-G3-28
조대흥	P1-G1-3
조두형	SD6-3
조문성	P1-G2-3, P2-SC3-5
조민현	G1-16
조병진	SB5-8
조성환	P1-G6-7
조수연	P2-G2-17
조승연	P2-SB3-6, SC3-3
조연화	P1-G3-28
조영봉	P1-G1-9
조영재	SE1-10
조용대	SC3-3
조용수	P2-SB5-7, P1-G1-4, P1-G2-1
조용진	P2-I3-3
조우석	SF3-1, SF3-7, SF3-5, SF3-4, SF3-3, P2-SB6-2
조 욱	P2-SA6-1, P2-SA6-6
조재권	G6-6
조재승	G1-5, P1-G1-37
조재유	P1-G1-37, G1-5
조정호	G1-8, P1-SA3-21, G1-9, P1-G1-9, P1-G1-2, P1-G1-1
조준영	P2-SB5-6, P2-SB3-9
조중상	SE2-2
조진상	SF6-4, SF6-1
조태영	G3-3
조현진	G1-11, P1-G1-26
조현호	P1-G5-5
조형환	P1-G2-23, P1-G2-9
조희찬	P2-SF6-2
좌용호	P1-G1-42, P2-SD3-3, P1-G1-38
주낙용	SD6-2
주상욱	G2-3
주선아	P1-G3-5
주성재	SE1-4
주용완	G2-3, G2-5, P2-G2-2
주정식	P1-G6-6
주종훈	SA5-4, P1-G1-43
지대원	P1-G8-5
지상현	P1-G1-2
지상훈	P2-G2-19
지성길	SF6-6
지한울	P1-G3-24, P1-G3-19
진주성	P1-G2-26
진형진	SB1-13
차두환	G6-1
차재성	P1-SB5-4, P2-SA3-12
채상혁	SB7-1, SC6-8, P2-SC6-3
채연화	P2-SC7-2
채정민	SC7-3
채지훈	P1-G9-6
천대환	SD6-2
천승호	SC6-4
천지애	P1-G1-42
최강민	P2-SD6-19
최강식	SA3-6
최고은	P1-G5-3, P1-G4-1, P1-G5-3
최광민	P1-G4-4
최 균	SE1-9, G8-2
최기범	P1-G1-6
최낙운	P2-SB4-5
최단비	P1-SA3-3
최문관	SF6-4, SF6-1
최민구	P1-G2-20, P1-G2-21
최민근	P1-G9-4, P1-G9-2
최범진	P1-G1-9
최병준	SB1-8, P2-SA2-9, P2-SA2-8, P2-SB3-8, P2-SA2-11, P2-I3-12
최상훈	SD3-2
최선아	P1-G3-4, SC7-3
최선진	G4-1
최성창	P1-G3-5
최성철	P1-G1-8, SF3-8, SE4-2
최성호	SB2-2
최수완	SE4-2
최순목	SB5-3, P2-SB5-5
최시영	SB1-12, SB1-3, P2-SA6-7
최영주	G2-10
최영훈	SF6-2, SF6-5
최용규	G6-3, G6-2
최용만	SA5-2
최우석	SB1-4
최우철	P1-G3-27, G3-5
최웅휘	SC6-6
최원석	P2-I2-1, P1-G2-8, P1-G2-9
최원식	P1-G7-1
최원열	P1-G4-7, P1-G4-6
최은영	P1-G4-8
최의영	G1-15
최이식	SD6-1
최익진	P1-G2-1
최인석	P1-G4-11, P1-G4-13, P2-I3-11, P1-G4-10, P2-I3-10, G1-6
최장욱	P2-I1-3, I1-2
최재석	P1-G1-8
최재철	G7-1
최정혜	P2-I3-1, SB1-11
최정훈	SF3-7
최종우	SB2-2
최종진	P2-SA6-4, P2-SA6-3, SA6-3
최종현	P1-G2-18, P2-SB7-2
최주현	G6-1, P1-G4-12, G6-3, G6-2
최준원	P2-SC2-2
최준환	SA6-3
최지은	P2-I3-8
최진호	P1-G4-1, P1-G5-3
최택집	P2-SA2-4, P2-SA2-3
최한울	P1-G2-26
최헌진	SE4-1, P1-G5-2, P1-G5-1
최현빈	P1-G1-10
최현석	P2-G2-11
최현종	P2-G2-21, P2-G2-23, P2-G2-22, P1-G2-7, G2-1, G2-2
최형도	SB5-8
최형석	P2-SD6-13
최형진	SA2-5
최희채	P2-I5-1

성 명	논 문 번 호
추용식	P2-SB6-1, P1-G2-14
탄제완	P2-SB2-3
펑 룬	SC2-6
피재환	SD3-1, P1-G4-8, P1-G6-3, SF3-1, SF3-2
하대권	SC2-5, P2-SC2-1
하민우	P2-SD6-19
하장훈	SB6-1, SC5-1, P2-SB6-3, P2-SC5-1, SC4-2
하정민	P1-G6-4, SD5-4
하정수	P1-G5-8, P2-SC4-3
하홍수	SA1-5
한가람	SA3-1
한규성	P1-G9-7, P1-G9-3, P2-5B6-2
한동규	P1-G5-5
한동욱	SB7-6
한문희	P1-G2-7
한미경	SB5-6
한병동	P2-SA6-3, SA6-3
한 빙	P2-G2-8
한상목	SF1-3
한상원	P1-G5-9
한상진	P1-G1-7
한석현	P1-G2-23
한승우	SE1-3
한승윤	P1-G2-4
한영욱	SA1-3, SA1-5
한영환	SC1-5, P2-SC1-1, SC1-3, SC1-2
한윤수	SC4-3, P1-G3-15, P1-G3-13, P1-G3-4
한인섭	SC6-1, SC2-4, P1-G3-18, P2-SC5-3, SC5-2, SC5-4
한장원	P2-SB3-9, P2-SB5-6, SB5-5
한재길	P1-G3-5
한정우	SE1-2, P2-SB3-2
한준영	SA2-8
한지선	P2-SC2-1, SC2-5
한진순	SE4-2
한창열	P1-SA3-21
한창지	G3-8
한 춘	P2-SF6-3, SF6-8, SF6-2
한형수	P2-SA6-6
함경식	P1-G3-14
함다솜	P1-G5-4
허기석	P1-G4-13, P1-G4-11, P2-I3-11, P1-G4-10, P2-I3-10, G1-6
허 석	P2-SD5-3
허세윤	P1-G1-32
허영우	P2-SA2-2, P2-SA2-1, P2-G2-1, P1-G1-5

성 명	논 문 번 호
허재영	G2-11, P1-G1-36, P1-G1-37, G1-5
허재욱	SE4-2
허재훈	SF6-5, SF6-2
허정섭	P1-G3-28
허 종	G6-5, SA3-1, G6-3, P1-SA3-25
허주열	P2-G2-23
허진영	P1-G4-5
현도빈	SB5-7
현상일	SE1-7
현승균	P1-G6-1
현승담	P2-I3-7, P2-I3-14
현재영	P1-G4-12
홍근영	SA3-4
홍명환	P1-G4-9
홍민호	SE4-1
홍석륜	P2-SD6-20
홍성관	P2-SB3-3
홍성도	P1-G1-3
홍성은	P1-G2-5
홍성현	P1-G2-18, P2-SB7-2, P1-G1-21, P1-G1-32
홍순형	G3-7
홍아라	P2-SA3-10
홍연우	SA5-1
홍우태	P1-G8-6
홍재운	P2-G2-11
홍준성	P1-G3-7, P1-G3-6
홍창우	G1-5
홍창효	P2-SA6-6
홍희경	G2-11, P1-G1-36
황경준	P1-G2-8, P1-G2-9
황광택	P1-G9-7, P1-G9-3, P2-SB6-2
황국진	P1-G3-1, P1-G5-1
황규홍	SD1-5, SD1-2, SC1-3, SD1-4
황병진	SA2-3
황성문	P2-SA2-3
황성식	SC6-2
황성주	SD4-4
황성환	G2-8
황유경	P1-G3-28
황은석	P2-I3-9
황인지	SA6-5
황재권	G6-6
황재열	SB5-4
황정태	P1-G3-1
황종희	P1-G6-1, P2-SA3-8, P2-SD1-1
황지순	P1-G7-5
황진근	P1-G3-10
황진하	P2-G2-20

성 명	논 문 번 호
황철성	P2-I3-9, P2-I3-7, P2-I3-6, P2-I3-4, P2-I3-1, P2-I3-13, P2-I3-12, P2-I3-14
황해진	P1-G9-7, P1-G3-15, P2-SD1-1, SF3-1, P1-G4-4, P1-G9-3, P2-G2-5, SF3-3, P2-G2-7, G2-9, G2-10, P1-G9-1, SC4-3
후세인알리	P2-SA6-5, SA6-4

발표자 리스트

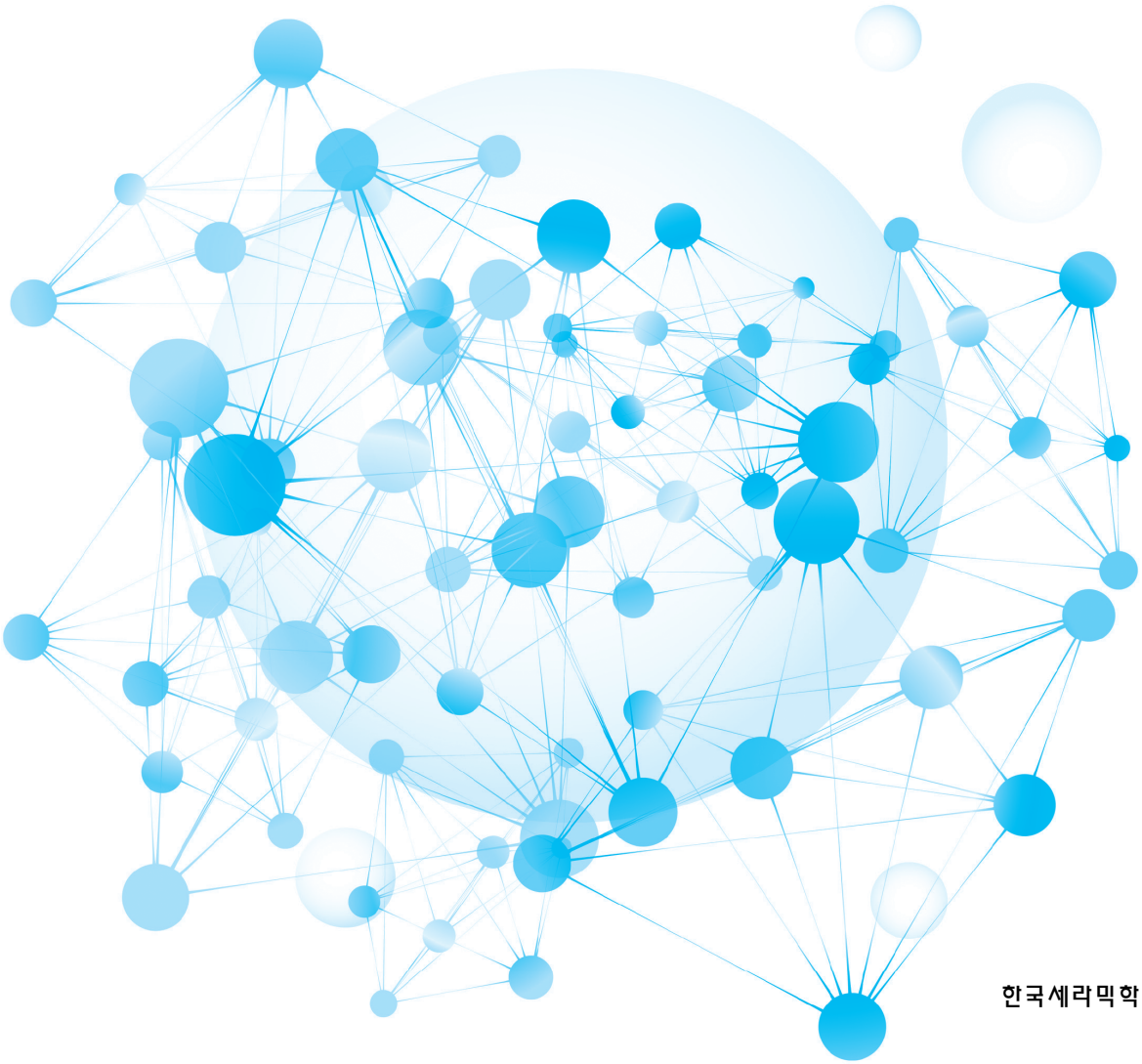
성 명	논 문 번 호
Adnan Maqbool	SA6-4, P2-SA6-5
Ali Basit	SD3-2
Ali Hussain	P2-SB5-9
Amit Siddharth Sharma	SC6-7, SC6-8, P2-SC6-3, P2-SC6-5, SC6-9
annapureddyvenkateswarlu	P2-SA6-8
Anush Mnoyan	P2-SA3-1
Artavazd Kirakosyana	P2-SA3-1
Atsushi Wakamiya	I2-6
Bukhari Syed Zaighum Abbas	SC5-1
Byeong-Soo Bae	I3-5
Byungju Lee	P2-I1-4, P2-I1-5, P2-I1-8
Chang Liu	I4-4
Changdeuck Bae	I2-7
Chang-Hyun Lim	P2-SB5-9, P2-SB5-10
Cheon Woo Moon	P2-I5-6
CHILAKALA RAMAKRISHNA	SF6-3
Cristian	G2-7
Cuili Chen	SA3-7, P2-SA3-19, P2-SA3-18, P2-SA3-17, P2-SA3-16, P2-SA3-15
D. A. Hakeem	P2-SB5-4, P2-SA3-12
Dang Thanh	P1-G1-43, P1-G8-4
Dang Thi Hang	P2-SA3-19, P2-SA3-18, P2-SA3-17, P2-SA3-16, P2-SA3-15
DANGTHIMYLINH	P1-G1-13
Didier Chaussende	SD6-9, P2-SD6-12
Dinsefa Mansur Andoshe	P2-I5-6
Do-hoon Kim	P2-I1-5
Dong Ok Shin	P2-I1-4
Eun-Ji Meang	P2-SB5-8
Gan Lin	SC4-7
Gengfeng Zheng	I5-5
Gengheng Zhou	SC2-8
Ha Minh Tan	P2-SD6-12, SD6-9
Hae Jin Hwang	P2-SB5-8
Haegyoem Kim	P2-I1-6
Han Cheng	SA3-7, P2-SA3-19, P2-SA3-18, P2-SA3-17, P2-SA3-16, P2-SA3-15
Han Gi Chae	I4-2
Hang Dang	SA3-7
Han-Ki Kim	I3-3
Hao PIAO	P2-I4-1
Haribabu Palneedi	P2-SA6-8, P2-SA6-7
Hee-Dae Lim	P2-I1-8
Hideo Hosono	I3-1
Hooseok LEE	P2-I4-1
Huang Qing	SC1-5
Hun-Kun Liu	I1-3
Husnu Emrah Unalan	I2-8
Hyeokjun Park	P2-I1-8
HYong Lee	P1-G1-29
Hyung-Ho Park	P2-SB5-10
Hyungsub Kim	P2-I1-8
Hyun-Jong Chung	I4-8
Hyunjung Shin	I2-7

성 명	논 문 번 호
Ik Jae Park	I2-4
Ikjae Park	I2-7
Il-Ho Kim	P2-SB5-8
Isamu OHSAWA	P2-I4-1, P2-I4-2, P2-I4-3
J. W. Seo	P2-SB5-4
Jamil Ur Rahman	P2-SB5-9
Jang-Ung Park	I3-5
Jatindranath Maiti	SB4-5, P2-SB4-1
Jeesoo Seok	I2-1
Ji Eon Kwon	P2-I1-7
Jiadong Zang	P2-SA6-6
Jia-Zhao Wang	I1-3
Jihun Oh	I5-8
Jihyun Hong	P2-I1-7
Jin Shi Zhao	P2-I3-13
Jin Young Kim	I2-4
Jing Wang	SA3-7, P2-SA3-19, P2-SA3-18, P2-SA3-17, P2-SA3-16, P2-SA3-15
Jinhyub Han	I1-6
Jin-Seong Park	I3-8
Jinsoo Kim	P2-I1-8
Jinyoung Kim	I2-7
Jong-Hyun Ahn	I4-6
Jong-Woo Kim	P2-SA6-8
JUN TAKAHASHI	I4-1
Jun TAKAHASHI	P2-I4-1, P2-I4-2, P2-I4-3
Jungho Ryu	P2-SA6-8
kakati nitul	SB4-1, P2-SB4-1
Kati	SC2-1, SB7-1, P2-SC6-4, G2-6, SC6-8, P2-SC6-3, SC6-9
Kazumasa Kawabe	P2-I4-2
Kazuyuki Hokamoto	P1-G1-41
Ki Chang Kwon	P2-I5-6
Kisuk Kang	P2-I1-4, P2-I1-5, P2-I1-6, P2-I1-7, P2-I1-8
Kongsy	P1-G1-41
Kwang Man Kim	P2-I1-4
Kyungbae Oh	P2-I1-4
Kyungkon Kim	I2-1
Kyungmi Lim	P2-I1-6
Kyu-Young Park	P2-I1-4
Lin Gu	I1-1
Lin Qin	SA3-7, P2-SA3-19, P2-SA3-18, P2-SA3-17, P2-SA3-16, P2-SA3-15
Lin Xie	I2-1
LinghangWang	P2-SA6-3
Lixia Yuan	I1-5
Lu Zhe	SC7-4, SC7-5, SC7-7
Maki Suemitsu	I4-5
Masashi Wada	P2-I4-3
Migyoung Lee	P2-I5-6
Min Ah Park	I2-4
Min Jae Ko	I2-2
Minji Kim	I3-5
Minoru Osada	G8-1
Mototaka Ochi	I3-6

성 명	논 문 번 호
Mutsumi Kimura	I3-7
Myong Ho Kim	P2-SB5-9
Myungjun Kim	I2-7
Naboneeta Sarkar	P2-SC5-2
Nam-Gyu Park	I2-5
Nboneeta Sarkar	SC5-3
NURHADISUKMAWALUYO	P2-SB3-5
Padmini Basumatary	P2-SB4-1
PAULRAJ	P2-SA3-6
Peiqing Cai	SA3-7, P2-SA3-19, P2-SA3-18, P2-SA3-17, P2-SA3-16, P2-SA3-15
Pham Minh Hoang	P1-G1-27
PHAM Thuy Linh	P1-G1-43
Pipit	SC6-8, P2-SC6-3, SC6-7, P2-SC6-5, SC6-9
Qihua Xiong	I5-1
Quynh Vu	SA3-7
Rehan Danish	SC3-3
Rizwan Ahmed Malik	P2-SA6-5, SA6-4
RizwanAhmad	SC4-2
Ronan Hinchet	I5-4
Sang-Hee Ko Park	I3-4
Sangmin Park	I1-6
Sangram Mazumder	P2-SC5-2, SC5-3, SC5-4
Sang-Woo Kim	I5-4
Sarkar	SC5-5
Satendra Pal Singh	P2-SA3-13
Satoshi Kitaoka	P2-I4-3
Sechan Lee	P2-I1-7
Seigo Ito	I2-3
SeokHoon Choi	P2-I5-6
Seon Yong Lee	P2-I5-6
Seongrok Seo	I2-7
Seonhee Lee	I2-7
SHAO XINGLONG	P2-I3-13
Shi-Jin Ding	I3-2
Shin R. Mukai	I4-3
Shisheng Lin	I5-3
Shi-Xue Dou	I1-3
Shu-Lei Chou	I1-3
Shuli Tang	P2-I4-2
SIYAR MUHAMMAD	P2-SB3-9
Soonil Lee	P2-SB5-8, P2-SB5-9, P2-SB5-10
Soon-Mok Choi	P2-SB5-10
So-Yun Kim	I3-5
Subhasree Bhaskar	P2-SC5-3
Sunhye Sahgong	I1-6
SWAIN BASUDEV	SD3-3
SYoung Choi	P2-SA6-8
Tae Kwon Song	SA6-4
Tae-Woo Lee	I4-7
Takahiro Hayashi	P2-I4-2
Tetsuhiko Murakami	P2-I4-2
Thamil Selvi Velayutham	P2-SA6-4

성 명	논 문 번 호
THENEPALLI THRIVENI	SF6-3
Tokiyoshi Matsuda	I3-7
Toshio Kamiya	I3-1
Vivek	P2-SB4-4, P2-SB4-3, P2-SB4-2
Vladimir Komijcuk	SB1-8
Vu Thi Quynh	P2-SA3-19, P2-SA3-18, P2-SA3-17, P2-SA3-16, P2-SA3-15
Wataru NAGATSUKA	P2-I4-3, P2-I4-1
Weijie Li	I1-3
Won Il Park	I5-2
Won Jeong Kim	SA6-4
Won-seon Seo	P2-SB5-8, P2-SB5-9, P2-SB5-10
Xianluo Hu	I1-5
Xishuang Liang	P1-G1-34
Yahui Tian	G1-4
Yixin Zhao	I5-7
Yongbeom Cho	P2-I1-9
Young Hwan Hwang	I3-5
Young-Gi Lee	P2-I1-4
Youngil Kim	I1-6
Youngjoon Bae	P2-I1-8
Youngsik Kim	I1-6
Yue Shen	I1-5
Yun Hee Jang	I2-1
Yunhui Huang	I1-5
Yunji Shin	P2-SD6-12
Yunxiao Wang	I1-3
Yun-Yong Nam	I3-5
Zhengfei Dai	G1-4
Zhou Xiaobing	SC1-5

좌장리스트

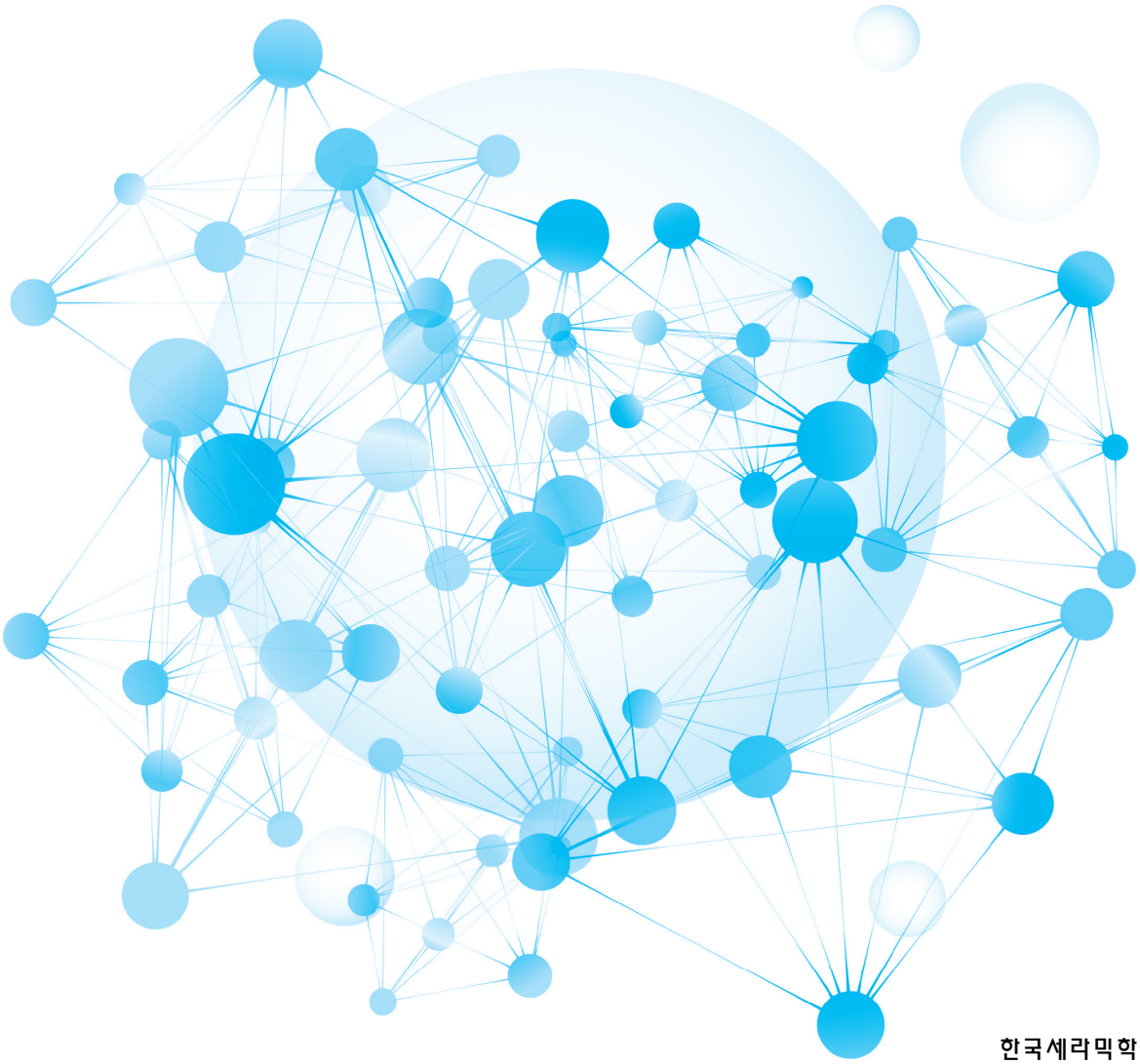


좌 장	소 속	RM	날 짜	시 간
강원호	단국대	102+103	11월 05일	11:30-12:00
김경훈	KICET	108	11월 05일	09:45-11:00
김남균	KERI	115	11월 05일	09:00-10:20
김석영	영남대	106	11월 05일	15:20-16:50
김선동	KIER	113	11월 05일	10:00-12:00
김성원	KICET	109	11월 05일	14:30-16:30
김성원	KICET	107	11월 06일	10:30:11:45
김세영	KIER	108	11월 05일	14:30-15:50
김영철	한국기술교육대	106	11월 06일	09:00-10:05
김용환	KISTI	102+103	11월 05일	11:00-11:30
김원주	KAERI	108	11월 06일	09:00-10:05
김윤석	성균관대	114	11월 05일	08:30-09:50
김윤석	성균관대	104	11월 06일	15:00-16:30
김재균	한밭대	104	11월 06일	13:30-14:50
김종영	KICET	108	11월 05일	11:15-12:15
김종영	KICET	109	11월 06일	10:45-12:15
김준수	엑세람머트리얼	102+103	11월 05일	15:30-16:00
김형준	KICET	201+202	11월 06일	09:00-11:00
류도형	서울과기대	108	11월 06일	13:30-14:25
류정호	KIMS	104	11월 05일	14:30-16:00
박경태	KITECH	104	11월 04일	10:30-12:00
박영조	KIMS	109	11월 05일	09:00-11:20
박지연	KAERI	108	11월 06일	10:20-11:45
방 욱	KERI	115	11월 05일	10:40-11:40
서원선	KICET	105	11월 05일	14:30-15:25
서원선	KICET	115	11월 05일	09:00-10:20
서효진	부경대	110+111	11월 05일	14:30-16:10
손준우	POSTECH	114	11월 05일	14:30-15:30
송선주	전남대	110+111	11월 06일	10:20-12:00
송인혁	KIMS	107	11월 05일	16:45-17:30
송종택	단국대	102+103	11월 05일	16:00-16:30
신광희	KC㈜	107	11월 06일	13:30-15:00
신동근	KICET	108	11월 06일	14:40-15:45
신태호	KICET	201+202	11월 05일	09:15-11:15
여정구	KIER	113	11월 06일	09:30-12:00
오경식	안동대	109	11월 05일	16:45-18:00
오민욱	한밭대	106	11월 06일	14:55-16:10
오부근	한국세라믹기술협의회	102+103	11월 05일	10:30-11:00
우상국	KIER	113	11월 05일	10:00-12:00
우상국	KIER	113	11월 05일	14:30-17:30
윤영수	가천대	114	11월 06일	13:30-14:40
이기태	전북대	201+202	11월 05일	14:30-16:15
이명현	KICET	115	11월 05일	10:40-11:40
이석희	가천대	114	11월 06일	09:00-11:20
이세훈	KIMS	107	11월 06일	09:00-10:15
이순일	KICET	105	11월 05일	16:40-17:35

이종국	조선대	107	11월 06일	15:40-16:00
이영진	KICET	104	11월 05일	16:00-17:30
이원재	동의대	115	11월 05일	14:30-15:50
이형의	LG 이노텍	105	11월 05일	15:35-16:30
장정호	KICET	106	11월 05일	14:40-15:20
장호성	KISTI	110+111	11월 05일	16:30-18:10
전명철	POSCO	115	11월 05일	14:30-15:50
정연길	창원대	109	11월 05일	14:30-16:30
조우석	KICET	107	11월 05일	08:40-10:00
조철구	태양애자 부설 세라믹연구소	102+103	11월 05일	15:00-15:30
조철희	충남대	113	11월 06일	09:30-12:00
주종훈	충북대	113	11월 05일	14:30-17:30
최 균	KICET	106	11월 06일	13:30-14:35
최시영	KIMS	114	11월 05일	15:50-17:10
최우석	성균관대	114	11월 05일	10:10-11:50
피재환	KICET	104	11월 04일	10:30-12:00
하홍수	KERI	104	11월 06일	09:00-12:00
한규성	KICET	107	11월 05일	10:10-11:30
한영환	영남대	107	11월 05일	14:30-15:10
한인섭	KIER	108	11월 05일	15:50-17:30
한정우	서울시립대	106	11월 06일	10:25-11:30
허재훈	한일시멘트	109	11월 06일	13:30-15:30
홍연우	KICET	116	11월 05일	09:30-12:00
황광택	KICET	107	11월 05일	16:00-16:45
황규홍	경상대	107	11월 06일	15:00-16:00
황성주	이화여대	109	11월 06일	09:00-10:30
황해진	인하대	110+111	11월 06일	09:00-10:15

THE KOREAN CERAMIC SOCIETY

전시업체리스트



(주)넥스트론					
대표자명	문학범	연락처	051-512-6771	E-mail	hbmoon@nextron.co.kr
주요품목	Micro Vacuum Probe Station			Homepage	www.nextron.co.kr

동일시마즈					
대표자명	이재준	연락처	02-540-5541	E-mail	kimdh@shimadzu.co.kr
주요품목	UV-2600HMV-G			Homepage	www.shimadzu.co.kr

(주) 한테크					
대표자명	김훈	연락처	031-479-1989	E-mail	hantech2k@naver.com
주요품목	전기로, Paste mixer, 열전도율 측정기, 분체저항 측정기, 3롤밀, 교반탈포기, 핸드프레스, 초음파분산기, 세라믹 재료, 나노울트라밀			Homepage	www.hantech98.com

유로산업(주)					
대표자명	이영숙	연락처	055-343-8062	E-mail	euro@euroind.co.kr
주요품목	분말성형기			Homepage	www.euroind.co.kr

(주)에스이오					
대표자명	박장호	연락처	031-298-9561	E-mail	seo@s-eo.com
주요품목	접촉각 측정기			Homepage	www.s-eo.com

(주)라미나					
대표자명	홍종팔	연락처	031-737-2375	E-mail	mykim@laminarm.co.kr
주요품목	테일러 화학 반응기			Homepage	www.laminarm.com

전시업체 리스트

(주)솔라세라믹					
대표자명	류도형	연락처	031-358-1608	E-mail	baguni55@solarceramic.co.kr
주요품목	Nano SPD 장비, 투명발열히터, FTO glass			Homepage	www.solarceramic.co.kr

(주)티엔에스베큠					
대표자명	정윤자	연락처	031-335-1711	E-mail	juj4688@daum.net
주요품목	heater, 고온용방열판 샘플			Homepage	www.tnsvac.com

레보딕스					
대표자명	신종훈	연락처	031-790-1907	E-mail	sales@revodix.co.kr
주요품목	퍼니스, 건조오븐, 점도계, 정량펌프 및 기타실험장비			Homepage	www.revodix.co.kr

엘지이노텍					
대표자명	이웅범	연락처	031-436-7966	E-mail	coneljung@lginnotek.com
주요품목	SiC 분말, 소결체, 에피웨이퍼			Homepage	wpm-sic.re.kr

(주)케이시엠시					
대표자명	염정훈	연락처	031-719-7975	E-mail	youngii2@kcmc.biz
주요품목	Pt wafer, aixACCT(Piezoelectric, Ferroelectric Measurement system) Sol-Gel Solution, 연구용 설비			Homepage	www.kcmc.biz

(주)네오사이언스					
대표자명	박홍신	연락처	02-2026-8260	E-mail	hskim@neoscience.co.kr
주요품목	- Impedance Analyzer, - Potentiostat/Galvanostat			Homepage	www.neoscience.co.kr

(주)지올코리아					
대표자명	김창순	연락처	02-511-5501	E-mail	jeol2@jeol.co.kr
주요품목	전자현미경			Homepage	www.jeol.co.kr

에코피아(주)					
대표자명	박영규, 이근택	연락처	031-427-8965	E-mail	andylee@ecopia21.co.kr
주요품목	홀효과 측정 시스템 (Hall Effect Measurement system) - 80K ~ 350K, RT ~ 773K.프로브 스테이션 (Probe station)열처리 장비 (Rapid Thermal Processing system) - 4인치, 6인치, Max 1200도.			Homepage	www.ecopia21.co.kr

엔아이국제무역					
대표자명	이나익	연락처	02-3487-8822	E-mail	ni@ni-international.com
주요품목	Simultaneous Thermal Analyzer. STA PT1600Thermo Dilatometer Platinum Series. Dilatometer L75HDifferential Scanning Calorimeter. DSC PT10Thermal Conductivity Measurement System. THB100			Homepage	www.ni-international.com

(주) 썸텍비젼					
대표자명	장병철	연락처	02-576-7440	E-mail	romatoga@hanmail.net
주요품목	모바일스코프 (NEW IMS)Highend SCOPE3D 입체현미경			Homepage	www.istvision.co.kr

(주)화신기계상사					
대표자명	박용정	연락처	02-3450-5600	E-mail	islee@hwashin.net / cwjung@hwashin.net
주요품목	세라믹 볼(Ceramic Ball), 세라믹 튜브(Ceramic Tube), 세라믹 도가니(Ceramic Crucible), 세라믹 볼밀(Ceramic Pot Mill), 초음파 세척기, 점도계, Texture Analyzer, PFT, 스프레이드라이어기			Homepage	www.hwashin.net

한국세라믹기술원(세라믹소재정보은행)					
대표자명	강석중	연락처	055-792-2787	E-mail	intercera@kicet.re.kr
주요품목	세라믹소재정보은행, 테스트베드, 시뮬레이션			Homepage	www.kicet.re.kr

전시업체 리스트

태명과학(주)					
대표자명	태원표	연락처	031-458-0025	E-mail	taemeong@chol.com
주요품목	Planetary Mill (유성형 볼밀), Vibratory Sieve Shaker (체진동기)			Homepage	www.fritsch.co.kr

(주)고순도코리아					
대표자명	최덕락	연락처	031-8069-7677	E-mail	korea@kojundo.com
주요품목	SPUTTERING TARGET, EB SOURCE, COATING MATERIALS, CERAMIC POWDER, METAL POWDER			Homepage	www.kojundo.com

(주)엠브로지아					
대표자명	조인식	연락처	041-530-2870	E-mail	mbrosia1018@naver.com
주요품목	동탄성 및 푸아송비 측정장비			Homepage	www.mbrosia.co.kr

(주)퓨전텍					
대표자명	송영옥	연락처	031-706-3642	E-mail	gerald2@chol.com
주요품목	Retsch GmbH: Ultra Centrifugal Mill, Model ZM 200Mixer Mill, Model MM 400Planetary Ball Mill Model PM 100Vibratory Sieve Shaker, Model AS 200 controlMortar Grinder, Model RM 200 Berghof Products + Instruments GmbH: High Pressure Reactor, Model BR-100Acid Purification, Medel BSB-939-IR			Homepage	www.f-t.co.kr