

2017 SPRING Meeting of
The Korean Ceramic Society

2017_년 한국세라믹학회 춘계학술대회 및 총회

날 짜 2017년 4월 19일(수) ~ 21일(금)

장 소 GSCO (군산 새만금컨벤션센터)

후 원



한국과학기술단체총연합회
KOFST | THE KOREAN FEDERATION OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY SOCIETIES



THE KOREAN
CERAMIC SOCIETY

대주전자재료만의 신소재는 언제나 가까이 있습니다

지구 곳곳을 달리게 할 배터리 소재기술을 찾아내고
태양의 무한한 에너지를 담은 신소재를 개발하며
터치 한 번으로 세상을 만날 수 있는 혁신.
대주전자재료의 신소재에 대한 식지않는 열정은
늘 그렇듯 세상에 가득 차 있습니다.



 **WE ARE HERE.**

LIB ANODE MATERIALS
Lithium ion battery anode materials

 **WE ARE HERE.**

SOLAR-CELL PASTE
Solar-cell Front Ag Paste

 **WE ARE HERE.**

TOUCH SCREEN PANEL
OLED Materials LED Phosphor



www.daejoo.co.kr

「자원순환 사회의 새바람」 친환경 시멘트

미국, 독일, 프랑스 등 선진국에서는
2000℃ 고온의 제조과정 특성을 갖고 있는
시멘트산업을 활용하여 순환자원을
깨끗하고 안전하게 재활용하고 있습니다.

Cement & Nature
시멘트와 자연이...
하나되다

2016 대한민국환경대상
Korea Environmental Awards



“자원순환 부문”
대상 수상

제조 분야 - 재료시험기, 시편준비 장치, 해양플랜트 신뢰성 시험기, 기타 주문 제작형, 소모품



신규 업무분야 소개 - 손상허용특성 시험평가 연구소

❖ Fatigue & Fracture

- 각종 구조재료의 파로 및 파괴 특성 평가
- 미세조직과의 상관 관계 규명
- 파로수명 예측 및 모델 연구



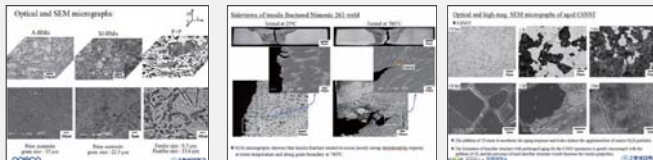
❖ Stress corrosion cracking & corrosion

- 금속재료의 일반부식 저항성 평가
- 금속재료의 응력부식균열 저항성 평가
- 부식 및 응력부식균열 거동 연구



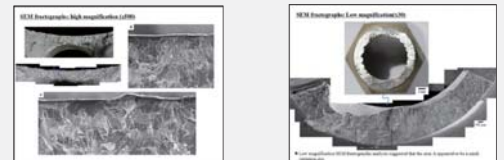
❖ Metallurgy

- 금속소재의 기계적 특성 평가
- 기계적 특성에 영향을 미치는 인자 파악



❖ Failure analysis

- 각종 기계 구조물의 파손원인 분석
- 파단면 분석을 통한 구조물 피로수명 예측



평가 장비

❖ Dynamic & static test machine





Thermal Conductivity & Thermal Diffusivity

열전도도와 열확산 계수 측정장비이며, 크게 Xenon과 Laser를 이용하는 Laser flash와 Heat flow 방식으로 구별되며, 열전도도가 높은 시료부터 낮은 단열재 시료까지 폭넓은 측정 범위와 다양한 사이즈의 시료측정이 가능합니다.



▲ Scan QR



Dilatometer

크게 접촉식(push rod)과 비접촉식(non-contact) 타입으로 나뉘어 있으며, 접촉식은 수평형과 수직형 두 가지 타입으로 구성되어 있습니다. 시료의 형태, 분석목적에 맞게 장비와 모듈을 선택하여 측정 가능하며, Powder Sintering과 시료의 열팽창/수축 측정에 특화되어 있는 장비입니다.



▲ Scan QR

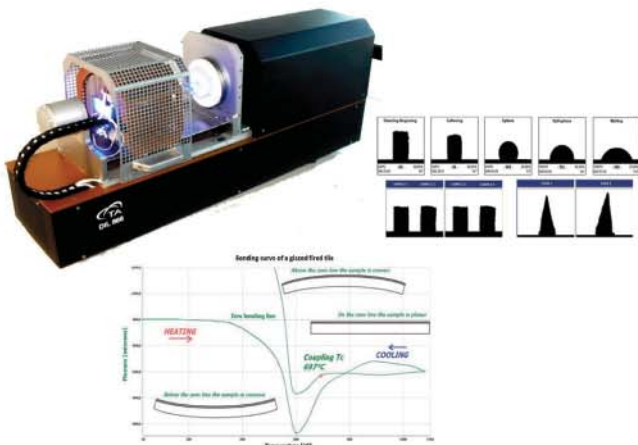


Quenching Dilatometer

Quenching dilatometer는 급격한 온도변화에 따른 길이 변화를 측정하고 연속냉각 TTT / DTT도표 등을 만들기 위해 사용되는 특수한 dilatometer 입니다. 승온속도 ≤ 4000 K/s, 감온속도 ≤ 2500 K/s 까지 가능하고 변형속도를 0.01 ~ 125mm/s까지 제어가능 합니다.



▲ Scan QR



Heating Microscope

Ash, Ceramic, Glass, Steel, Wood 등의 시료 분석에 특화되어 있는 장비이며, Non-contact Dilatometer, Fleximeter 기능까지 가능한복합장비입니다.



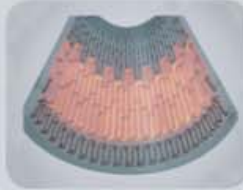
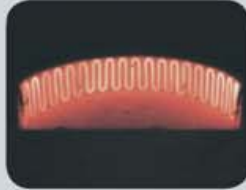
▲ Scan QR

■ MoSi₂ Heating Element

DELUXE 1700℃

PRIMA 1800℃

SUPER 1900℃



※ 설계 및 적용부위에 대한 특수형상 상담 환영

■ Paste · Ink



Application		Item	Process	Main Ingredients
Antenna		Conductor	Pad Printing Curing @ 80℃ ~ 200℃	Ag, Cu
Ceramic Component	Power Inductor	Inner Electrode	Screen Printing Photolithography Co-firing @ 800℃ ~ 1300℃	Ag, Ag/Pd, Pd, Pt Ag/Glass, Ferrite
	CMF LTCC Varistor / Filter	Via Paste Ultra Fine Line		
Ceramic Package / Heater		Adhesion, Via	Screen Printing Post firing type	Mo/Mn, MoSi ₂
HTCC		Electrode, Via	Screen printing Co-firing type	W, Mo, Ceramic
SOFC (Fuel Cell)		Anode, Electrode Interconnector Ceramic Collector	Screen Printing	LSM, LSCF, BSCR, MC, SSC GDC, Pt, LC, LC/Ceramic

■ Furnace & Kiln



Box Type Furnace



Tube Type Furnace



Elevator Type Furnace



E/V Type 대기 양산로



자동 열충격 실험로



Glass 유리용융로



SOFC 평가장치



N₂, H₂ 분위기 연속로



탄화 KILN [RHK, RK]

2017 한국세라믹학회 춘계학술대회 여성세라미스트 멘토링 워크숍

■ 일 시 : 2017년 4월 20일(목) 14:00~16:00

■ 장 소 : 지스코 GSCO (군산새만금컨벤션센터)

14:00-14:05 축 사 / 최성철 한국세라믹학회 회장

14:05-15:05 멘토링 특강

손지원 박사

- 한국과학기술연구원 고온에너지재료연구센터 센터장
- UST 겸임교수, KIST-HYU(한양대) 학연교수
- 국무총리 표창 (2016)
- 올해의 여성과학기술자 상(2013)
- 미국 스탠퍼드 대학 박사
- 서울대학교 무기재료공학과 학·석사



‘정답은 없다. 선택이 있을 뿐.’

15:10-16:00 융합시대 차세대 여성과학기술자를 위한 테이블 멘토링



❖ 멘토링 참석자 기념품 증정



THE KOREAN CERAMIC SOCIETY
한국세라믹학회
여성세라미스트부회
WOMEN CERAMISTS DIVISION



한국여성과학

본 사업은 과학기술진흥기금 및 복권기금의 지원을 받아 개최됩니다.

한국세라믹학회 시상 안내

■ 춘계학술대회

- **공로상:** 본 학회의 발전에 공로가 극히 많은 원로 회원
- **학술상:** 세라믹에 관한 저서 및 논문 등으로 세라믹학술 발전에 크게 이바지한 회원
- **기술상:** 국내외 세라믹산업의 기술 발전에 크게 이바지한 회원
- **양송포스터상:** 한국세라믹학회 학생회원으로 세라믹을 전공하는 자로서, 세라믹관련 우수포스터를 발표하여 세라믹발전에 공헌을 하였다고 인정되는 개인 또는 단체

■ 추계학술대회

- **학술진보상:** 세라믹에 관한 창의적 학술논문을 본 학회지에 최근 3년 내에 발표한 신진 학자로서 회원인자
- **기술진보상:** 세라믹에 관한 우수한 산업기술을 최근 3년 내에 개발한 신진기술자로 회원인 자
- **성욕상:** 한국세라믹학회 회원으로 10년 이상 세라믹계의 연구개발 및 생산분야에서 종사한자로서, 세라믹관계 연구 논문 및 특허 또는 탁월한 산업화 기술창출이 세라믹 발전에 지대한 공헌을 하였다고 인정되는 개인 또는 단체
- **양송논문상:** 한국세라믹학회 회원으로 한국세라믹학회지에 우수한 논문을 많이 발표하여 세라믹분야 및 학회의 발전에 지대한 공헌을 하였다고 인정되는 개인
- **양송세라모그라피:** 한국세라믹학회 회원으로 우수한 세라믹관련 세라모그라피를 발표하여 세라믹 발전에 지대한 공헌을 하였다고 인정되는 개인 또는 단체
- **양송포스터상:** 한국세라믹학회 학생회원으로 세라믹을 전공하는 자로서, 세라믹관련 우수포스터를 발표하여 세라믹발전에 공헌을 하였다고 인정되는 개인 또는 단체
- **젊은세라미스트상:** 한국세라믹학회 회원으로 지난 5년간 세라믹연구분야에 탁월한 업적을 가진 전도가 유망한 젊은 연구자에게 수여
- **진명상:** 한국세라믹학회 회원으로 지난 5년간 세라믹계의 연구개발 및 생산 분야에 종사한 자로서, 세라믹관계 연구 논문 및 특허 또는 탁월한 산업화 기술창출이 세라믹 발전에 지대한 공헌을 하였다고 인정되는 여성 세라미스트
- **차세대여성세라미스트 논문상:** 한국세라믹학회지에 40세 미만 또는 최고학위 (석사 또는 박사) 졸업 후 6년 미만의 주저자인 논문 중에서 "차세대여성세라미스트 우수논문"을 발탁하여 시상
- **학술기여상:** 금상, 은상, 동상 및 최다피인용상



2017 한국세라믹학회 추계학술대회 및 총회 국제 세라믹 산업전

2017년 10월 11일(수)~13일(금) / COEX, Seoul

발표분야

▶ 일반세션

- G1. 전자 세라믹스
- G2. 에너지 환경 세라믹스
- G3. 엔지니어링 세라믹스
- G4. 나노융합 세라믹스
- G5. 바이오 세라믹스
- G6. 유리 및 비정질 세라믹스
- G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스
- G8. 전산재료과학 및 재료분석
- G9. 생활 및 전통 세라믹스

▶ 주제별 심포지엄

심포지엄 개최를 원하시는 회원(비회원도 가능) 또는 부회는 개최 신청서를 작성하여 제출



THE KOREAN
CERAMIC SOCIETY

서울특별시 서초구 방배로 76, 머리재빌딩403호
T.02-584-0185, 588-5140

The Korean Ceramic Society

2017년 한국세라믹학회 추계학술대회

심포지엄 개최 신청서

한국세라믹학회 추계학술대회가 2017년 10월 11~13일 3일간 서울 COEX에서 개최됩니다.

이번 학술대회에 심포지엄을 개최하고자 하시는 회원과 각 부회 및 세라믹관련 연구그룹, 사업단의 많은 참여를 바라며, 본 개최신청서를 작성하신 후 6월 9일(금요일)까지 학회 이메일로 송부해 주시기 바랍니다. 비회원님들의 신청도 환영합니다.(심포지엄 등 주요 일정은 10월 12, 13일 예정)

신청문의: 02-584-0185, ceramic@kcers.or.kr

심포지엄 명	(국문) (영문)
조직위원 정보	조직위원장: (이름/소속) 공동 조직위원: (이름/소속) 대표 연락처: (이메일/직장번호/핸드폰)
심포지엄 개요 (5-6 문장 내외)	
심포지엄 세부 분야 (개조식)	- - - -
예상 참가 발표 건수	초청 강연 발표 건수: 일반 구두 발표 건수: 포스터 발표 건수:
기타 고려 사항	예) 초청 강연으로만 구성, 해외 심포지엄과 연계, 좌석 수, 요청 날짜 등.



THE KOREAN
CERAMIC SOCIETY

서울특별시 서초구 방배로 76, 머리재빌딩403호
T.02-584-0185, 588-5140

2017 SPRING Meeting of
The Korean Ceramic Society

2017_년 한국세라믹학회 춘계학술대회 및 총회

날 짜

2017년 4월 19일(수) ~ 21일(금)

장 소

GSCO (군산 새만금컨벤션센터)

후 원



한국과학기술단체총연합회
KOFST | THE KOREAN FEDERATION OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY SOCIETIES



THE KOREAN
CERAMIC SOCIETY

“이 발표 논문집은 2017년도 정부재원(과학기술진흥기금 및 복권기금)으로 한국과학기술단체총연합회의 지원을 받아 발간되었음”

모시는 말씀

존경하는 한국세라믹학회 회원 여러분!

새봄을 맞이하여 회원 여러분의 건승을 기원합니다.

한국세라믹학회는 2017년 춘계학술대회 및 총회를 4월 19일(수)부터 21일(금)까지 군산 새만금 지역에 위치한 군산새만금컨벤션센터(GSCO)에서 개최합니다. 그동안 노력하여 얻은 연구 성과를 발표하고 회원 간의 친목을 다지는 교류의 장 및 세라미스트 축제의 장으로 승화 되도록 노력하겠습니다.

또한 2017년 춘계 학술대회에도 회원님 여러분들께서 그동안 노력하여 얻은 소중한 연구 결과와 기업체의 관심분야를 회원님들과 공유하는 발표의 장이 되고, 우리나라 세라믹 관련분야의 현재를 확인하고, 미래를 준비하는 계기가 되기를 기원합니다.

이번 춘계학술대회에는 폴란드 세라믹학회장인 AGH Univ.의 Zbigniew Pędzich 교수와 LG화학 재료연구소 조승범 박사의 기조 강연, 일반 세션 및 주제별 심포지엄을 포함하여 약 600여 편의 연구논문이 발표될 예정입니다. 또한 대회 기간 중 젊은 꿈나무인 세라믹 전공 대학원생들의 유대강화를 위한 학생페스티벌도 마련하였습니다.

여러 업무에 바쁘시겠지만 군산새만금컨벤션센터에서 열리는 한국세라믹학회 2017년 춘계학술대회에 참석하시어 새만금의 드넓은 풍경과 군산의 먹거리도 만끽하면서, 활발한 토론 및 연구 정보에 대한 교류를 나누는 유익한 시간이 되도록 저희 학술대회 조직위원들은 최선을 다하겠습니다.

본 춘계학술대회의 성공적인 개최를 위하여 회원 여러분의 많은 참여와 성원을 부탁드립니다. 건강한 모습으로 만나 뵙기를 기원합니다.

2017년 한국세라믹학회 춘계 학술대회 조직위원회 위원 일동

2017 한국세라믹학회 춘계학술대회 조직위원회

2017년 4월 19일(수) ~ 21일(금) | 군산 GSCO

【 조직위원장 】

· 이승현(군산대)

【 조직부위원장 】

· 이기성(국민대)

· 이용제(군산대)

【 조직위원회 】

· 강기석(서울대)
· 변재철(연세대)
· 윤석영(부산대)
· 이현권(금오공대)
· 조정호(KICET)
· 황해진(인하대)

· 김익진(한서대)
· 신현정(성균관대)
· 윤희숙(KIMS)
· 이희수(부산대)
· 좌용호(한양대)

· 박원규(배재대)
· 여정구(KIER)
· 이성민(KICET)
· 조 욱(UNIST)
· 최원열(강릉원주대)

【 심포지엄 Organizer 】

G1	전자세라믹스		조욱(UNIST)
	S11	나노구조 반도체재료 가스센서	이종훈(고려대)
	S12	세라믹 압전 연구 동향 및 전망	조욱(UNIST)
	S13	산화물 반도체 소재 및 응용	허영우(경북대)
G2	에너지환경세라믹스		이종원(KIER)
	S21	수퍼스타 SOFC시즌2 : 희망을 연구하라	이기태(전북대)
	S22	차세대 전기화학 에너지저장 소재기술	최원창(KIST)
G3	엔지니어링세라믹스		이성민(KICET)
	S31	전력반도체용 고열전도 세라믹 방열기판	이현권(금오공대)
	S32	열,환경 차폐 코팅소재, 공정 및 적용기술	오윤석(KICET)
G4	나노융합세라믹스		이규형(강원대)
	S41	저차원 나노소재	이규형(강원대)
G5	바이오세라믹스		장정호(KICET)
	S51	뷰티케어 및 조직재생용 융합바이오세라믹스	장정호(KICET)
	S52	나노-바이오 융합재료	변재철(연세대), 이진형(KICET)
G6	유리 및 비정질 세라믹스		최용규(항공대)
	S61	광학유리의 최신동향	최용규(항공대)
G7	내화물 및 시멘트 세라믹스		송명신(강원대)
G8	전산재료과학 및 재료분석		오민욱(한밭대)
	S81	전산재료과학 및 재료분석을 통한 신소재설계	오민욱(한밭대)
G9	생활 및 전통 세라믹스		조우석(KICET)
SS1	제2회 한-폴란드 첨단 세라믹스 공동 워크숍		전재호(KIMS)
SS2	여성 세라미스트 워크숍		이종숙(전남대)

목 차

일정표

4

초록 전문

- 구두 발표 51
- 포스터 발표 I (수) 99
- 포스터 발표 II (금) 137

발표자 리스트

175

좌장 리스트

187

전시업체 리스트

191

일정표

2017년 4월 19일(수)

수(4/19)	등 록	
12:30-18:00	<div>Poster Session I (전시장 내)</div> <div>포스터 부착: 13:00~14:00</div> <div>포스터 게시: 13:00~18:00</div> <div>집 중 심 사: 16:00~17:00</div>	
13:00-14:00		
14:00-14:30		
14:30-15:00		
15:00-15:30		
15:30-16:00		
16:00-16:30		
16:30-17:00		
17:00-17:30		
17:30-18:00		
18:00-18:30		
18:30-19:00		

2017년 4월 20일(목)

목(4/20)	101호	201호	202+203호	204호	206호	207호	208+209호	Lily C	Lily A+B
08:00-17:00	등 록								
08:30-09:00	S11. 나노구조 반도체재료 가스센서 (이종훈/고려대)	G3. 엔지니어링 세라믹스 (이성민/KICET)	G2. 에너지 환경 세라믹스 (이종원/KIER)	G5. 바이오 세라믹스 S51. 뷰티케어 및 조직재생용 융합바이오 세라믹스 (장정호/KICET)		G6. 유리 및 비정질 세라믹스 (최용규/항공대)	G1. 전자 세라믹스 (조옥/UNIST)	G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스 (송명신/강원대)	G4. 나노융합 세라믹스 (이규형/강원대)
09:00-09:30									
09:30-10:00									
10:00-10:30									
10:30-11:00									
11:00-11:30	S32								
11:30-12:30	기조강연(컨벤션홀1) 조승범(LG화학) "산업계 관점에서 기능성 세라믹 재료개발에 지능형 전구체 설계가 중요한 이유는?"								
12:30-13:30	Lunch								
13:30-14:00	S11. 나노구조 반도체재료 가스센서 (이종훈/고려대)	S32. 열, 환경 차폐 코팅소재, 공정 및 적용기술 (오윤석/KICET)	S22. 차세대 전기화학 에너지저장 소재기술 (최원창/KIST)	S52. 나노-바이오 융합재료 (변재철/연세대, 이진형/KICET)	SS2. 여성세라미스트 워크숍 (이종숙/전남대)	S61. 광학유리의 최신동향 (최용규/항공대)	S12. 세라믹 압전 연구 동향 및 전망 (조옥/UNIST)	G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스 (송명신/강원대)	S41. 저차원 나노소재 (이규형/강원대)
14:00-14:30									
14:30-15:00									
15:00-15:30									
15:30-16:00									
16:00-16:30									
16:30-17:00									
17:00-17:40	기기전시 투어								
17:40-18:00	학술상 기념강연(컨벤션홀1) – 김도경, KAIST								
18:00-18:30	총회 (컨벤션홀1)								
18:30-20:00	세라미스트의 밤 (컨벤션홀2)								

일정표

2017년 4월 21일(금)

금(4/21)	101호	201호	202+203호	204호	206호	207호	208호	Lily A+B	전시장 내
08:00-17:00	등 록								
08:30-09:00	S13. 산화물 반도체 소재 및 응용 (허영우/경북대)	S31. 전력반도체용 고열전도 세라믹 방열기판 (이현권/금오공대)	S21. 수퍼스타 SOFC 시즌2 : 희망을 연구하라 (이기태/전북대)	G1. 전자 세라믹스 (조욱/UNIST)	G9. 생활 및 전통 세라믹스 (조우석/KICET)	G8. 전산재료과학 및 재료분석 S81. 전산재료과학 및 재료분석을 통한 신소재설계 (오민욱/한밭대)	SS1. 제2회 한-폴란드 첨단세라믹스 공동워크숍 (전재호/KIMS)	G4. 나노융합 세라믹스 (이규형/강원대)	Poster Session II 포스터 부착: 09:00-10:00 포스터 게시: 09:00-16:30 집중 심사: 13:00-14:00
09:00-09:30									
09:30-10:00									
10:00-10:30									
10:30-11:00									
11:00-11:30									
11:30-12:00	기조강연(컨벤션홀1)								
12:00-12:30	Zbigniew Pędzich(AGH UST) "Cavitation Damage of Ceramic Phases for Structural Applications"								
12:30-13:30	Lunch								포스터 집중심사 시간
13:30-14:00	G3. 엔지니어링 세라믹스 (이성민/ KICET)	G2. 에너지 환경 세라믹스 (이종원/KIER)	G1. 전자 세라믹스 (조욱/UNIST)		G8. 전산재료과학 및 재료분석 S81. 전산재료과학 및 재료분석을 통한 신소재설계 (오민욱/한밭대)	SS1. 제2회 한-폴란드 첨단세라믹스 공동워크숍 (전재호/KIMS)			
14:00-14:30									
14:30-15:00									
15:00-15:30									
15:30-16:00									
16:00-16:30									
16:30-17:00	시상 및 경품추첨 (컨벤션홀1)						시상 및 경품추첨		
17:00-17:30									

일반세션 및 심포지엄 발표 일정

세션명			Organizer	발표 일자	룸번호
G1	전자세라믹스		조옥(UNIST)	목(08:30-11:30) 금(09:00-15:45)	208+209호
	S11	나노구조 반도체재료 가스센서	이종훈(고려대)	목(08:30-17:15)	101호
	S12	세라믹 압전 연구 동향 및 전망	조옥(UNIST)	목(13:30-17:15)	208+209호
	S13	산화물 반도체 소재 및 응용	허영우(경북대)	금(09:00-11:30)	101호
G2	에너지환경세라믹스		이종원(KIER)	목(09:00-11:20) 금(13:40-16:00)	202+203호
	S21	수퍼스타 SOFC시즌2 : 희망을 연구하라	이기태(전북대)	금(08:40-11:30)	202+203호
	S22	차세대 전기화학 에너지저장 소재기술	최원창(KIST)	목(13:30-17:00)	202+203호
G3	엔지니어링세라믹스		이성민(KICET)	목(08:30-10:15) 금(13:30-15:45)	201호
	S31	전력반도체용 고열전도 세라믹 방열기판	이현권(금오공대)	금(08:30-11:30)	201호
	S32	열,환경 차폐 코팅소재, 공정 및 적용기술	오윤석(KICET)	목(10:40-17:10)	201호
G4	나노융합세라믹스		이규형(강원대)	목(09:20-11:25) 금(09:10-11:25)	Lily A+B
	S41	저차원 나노소재		목(13:30-17:00)	Lily A+B
G5	바이오세라믹스		장정호(KICET)	목(08:30-11:30)	204호
	S51	뷰티케어 및 조직재생용 융합바이오세라믹스	변재철(연세대), 이진형(KICET)	목(13:30-16:30)	204호
	S52	나노-바이오 융합재료			
G6	유리 및 비정질 세라믹스		최용규(항공대)	목(08:45-11:30)	207호
	S61	광학유리의 최신동향		목(13:30-16:45)	207호
G7	내화물 및 시멘트 세라믹스		송명신(강원대)	목(09:00-17:00)	Lily C
G8	전산재료과학 및 재료분석		오민욱(한밭대)	금(08:30-16:30)	207호
	S81	전산재료과학 및 재료분석을 통한 신소재설계			
G9	생활 및 전통 세라믹스		조우석(KICET)	금(09:00-11:30)	206호
SS1	제2회 한-폴란드 첨단 세라믹스 공동 워크숍		전재호(KIMS)	금(09:10-17:40)	208호
SS2	여성 세라미스트 워크숍		이종숙(전남대)	목(14:00-16:00)	206호

일정표

구두발표

Room 101



2017년 4월 20일(목)

S11. 나노구조 반도체재료 가스센서 (Organizer: 이종훈/고려대)

08:00-17:00

등록

좌장: 박인규(KAIST)

- S11-1** Fabrication and Optimization of Operation Condition of Pt-doped SnO_2 Thin Film Micro Gas Sensor to CO, Toluene, and HCHO Gases
08:30-08:45 강준구^{1*}, 박준식², 이후정¹ (¹성균관대, ²KETI)
- S11-2** Downsizing Gas Sensors for Internet of Things: Fundamental Aspects of Sensing Area on Gas Sensing Property
08:45-09:00 송영근^{1,2*}, 심영석² (¹고려대, ²KIST)
- S11-3** Nickel Oxide Decorated Cobalt Oxide Nanorods for Enhanced Gas Sensing Properties
09:00-09:15 서준민^{1*}, 이충원¹, 심영석², 장호원¹ (¹서울대, ²KIST)
- S11-4** Fabrication and Characterization of Oblique and Vertically Aligned $\text{Cu}_{x(x=1,2)}\text{O}:\text{SnO}_2$ Thin Film for Low ppm Range H_2S Gas Sensing
09:15-09:30 엄누시아^{*}, 황태연, 조홍백, 좌용호 (한양대)
- S11-5** Signal Processing Techniques for Chemical Sensors Array (invited)
09:30-10:00 변형기^{*} (강원대)

10:00-10:15

Coffee Break

좌장: 변형기(강원대)

- S11-6** Selective and Controlled Integration of Nanomaterials on MEMS/NEMS Platform and its Application to Environment Sensors (invited)
10:15-10:45 박인규^{*}, 조인철 (KAIST)
- S11-7** Ultrahigh Sensitive and Selective Humidity Sensors Based on rGO/MoS₂ Hybrid Composites
10:45-11:00 박서연^{*}, 장호원 (서울대)
- S11-8** Chemically Fluorinated Graphene Oxide for Room Temperature Ammonia Detection Capability at ppb Levels
11:00-11:15 김연후^{1*}, 박지수¹, 최유림¹, 박서연¹, 이선용¹, 손운배¹, 심영석², 이종훈³, 박종래¹, 김태훈¹, 이동화⁴, 장호원¹ (¹서울대, ²KIST, ³고려대, ⁴POSTECH)
- S11-9** Pd-SnO₂ Yolk-shell Micro-reactors with Catalytic Co₃O₄ Overlayer Sensors for Ultrasensitive Detection of Sub-ppm-level Benzene
11:15-11:30 정성용^{*}, 윤지옥, 김태형, 정현목, 이철순, 강윤찬, 이종훈 (고려대)

11:30-12:30

기조강연 (컨벤션홀1)

좌장: 김형태(KICET)

PL-1

“산업계 관점에서 기능성 세라믹 재료개발에 지능형 전구체 설계가 중요한 이유는?”
조승범(LG화학)

12:30-13:30

Lunch

좌장: 신홍주(UNIST)

- S11-10** Oixde Nanomaterials Based Hydrogen Sensing (invited)
13:30-14:00 김상섭^{*} (인하대)
- S11-11** Cr₂O₃/ZnCr₂O₄ Hetero-nanostructures for Selective and Sensitive Detection of Xylene
14:00-14:15 김재혁^{*}, 정현목, 나찬웅, 윤지원, 이종훈 (고려대)
- S11-12** Pt Catalyst-Loaded WO₃ Nanobelts Using Bio-Inspired Templates for Selective Detection of H₂S
14:15-14:30 김민혁^{*}, 장지수, 구원태, 최선진, 김상준, 김일두 (KAIST)
- S11-13** Au-functionalized SnO₂ Nanowells for Diagnosis of Colorectal Cancer with Extreme Selectivity to Methyl Mercaptan
14:30-14:45 심영석^{1*}, 노명섭¹, 서준민², 한수덕¹, 송영근^{1,3}, 장호원², 강종윤¹ (¹KIST, ²서울대, ³고려대)
- S11-14** 2차원 재료를 이용한 저소비전력 저항변화식 가스 센서 (invited)
14:45-15:15 장호원^{*} (서울대)

15:15-15:30

Coffee Break

구두발표

Room 101



2017년 4월 20일(목)

좌장: 장호원(서울대)

- S11-15** Suspended Carbon Nanowire based Gas Sensor (*invited*)
 15:30-16:00 신흥주*, 임영진, 서준영 (UNIST)
- S11-16** Tailored Combination of Bio-inspired Templates for Pt functionalized WO₃ Nanotube Scaffold Toward Superior H₂S Sensors
 16:00-16:15 김동하*, 최선진, 조희진, 장지수, 구원태, 김민혁, 김일두 (KAIST)
- S11-17** Selective Detection of Xylene Gas Using NiO/NiMoO₄ Nano-composite Hierarchical Spheres
 16:15-16:30 김보영*, 안지현, 윤지욱, 이철순, 강윤찬, 이종훈 (고려대)
- S11-18** Tellurium-based Ultra-high Sensitive Hydrogen Sulfide Gas Sensor Operating at Room Temperature and Enhanced Fast Response by Modification of Microstructure
 16:30-16:45 황태연¹*, 엄누시아¹, 송요셉¹, 권영태¹, 류승환¹, 명노상², 좌용호¹ (¹한양대, ²Univ. of California)
- S11-19** Oxide Semiconductor Gas Sensors without Humidity Interference (*invited*)
 16:45-17:15 이종훈*, 윤지욱 (고려대)

17:00-17:40 기기전시 투어

17:40-18:00 학술상 기념강연 (컨벤션홀1)

PR-1 "Innovative Processing of Nano Ceramics and its Application to Engineering and Energy Field"
 김도경(KAIST)

좌장: 구본급(한밭대)

18:00-18:30 총회 (컨벤션홀1)

18:30-20:00 세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀2)

구두발표

Room 201



2017년 4월 20일(목)

08:00-17:00

등록

G3. 엔지니어링 세라믹스
(Organizer: 이성민/KICET)

좌장: 송인혁(KIMS)

G3-1 코어-셸 구조를 가진 Ag-Ni 분말의 소결 거동

08:30-08:45 김경호*, 구준모, 김형태, 한윤수 (KICET)

G3-2 Fabrication of in-situ TiC-Fe₃Al Cermets by Mechanical Alloying

08:45-09:00 김용인¹*, 최성철¹, 고세현² (¹한양대, ²KITECH)

G3-3 Al₂O₃-TiO₂/SiO₂-ZrO₂ Based Porous Ceramics from Particle-Stabilized Wet Foam

09:00-09:15 김익진¹*, Bijay Basnet¹, Naboneeta Sarkar¹, 박중규¹, 한인섭² (¹한서대, ²KIER)

G3-4 Fabrication and Optimization of Clay Bonded SiC Flat Tubular Membrane Support for Microfiltration Applications

09:15-09:30 Bukhari Syed Zaighum Abbas*, 하장훈, 이종만, 송인혁 (KIMS)

G3-5 The Effect of Initial Pore Condition on Mechanical Properties of Ceramic-Resin Hybrid Block

09:30-09:45 조용현¹*, 소성민¹, 박주석¹, 이성갑² (KICET, ²경상대)

G3-6 Novel Processing to Wet Foam and Porous Ceramics (invited)

09:45-10:15 김익진* (한서대)

S32. 열, 환경 차폐 코팅소재, 공정 및 적용기술
(Organizer: 오윤석/KICET)

좌장: 오윤석(KICET)

S32-1 열환경/차폐 (E/TBC) 코팅재 개발 및 열, 기계적 특성평가 (invited)

10:40-11:10 이기성* (국민대)

S32-2 열차폐코팅용 ZrO₂-La₂O₃-Gd₂O₃계 산화물의 상형성 및 열전도도

11:10-11:30 김성원*, 이소율, 오윤석, 이성민, 김형태 (KICET)

11:30-12:30

기조강연 (컨벤션홀1)

좌장: 김형태(KICET)

PL-1

“산업계 관점에서 기능성 세라믹 재료개발에 지능형 전구체 설계가 중요한 이유는?”
조승범(LG화학)

12:30-13:30

Lunch

좌장: 이성훈(KIMS)

S32-3 열차폐 코팅의 열적 내구성 및 안정성 평가방법 (invited)

13:30-13:55 정연길¹*, 이기성² (¹창원대, ²국민대)

S32-4 Thermal and Mechanical Properties of ZrO₂ Thermal Barrier Coatings by Thermal Exposure (invited)

13:55-14:25 Byung-Koog Jang¹*, Kouichi Yasuda², Seongwon Kim³, Yoon-Suk Oh³ and Hyung-Tae Kim³
(¹National Institute for Materials Science, Japan, ²Tokyo Institute of Technology, Japan, ³KICET)

S32-5 발전용 가스터빈 블레이드의 열차폐 코팅 (invited)

14:25-14:55 정길진* (두산중공업(주))

S32-6 EDC-TBC 코팅 소개 (invited)

14:55-15:25 양성호*, 장기수 (한전KPS)

15:25-15:35

Coffee Break

S32-7 YSZ 단열 세라믹 코팅층의 미세조직 및 열전도도 제어 (invited)

15:35-16:00 백경호*, 박희진, 강상운 (충남대)

S32-8 EB-PVD TBCs의 YSZ 미세조직 변화에 따른 열전도 특성

16:00-16:20 이성훈*, 유연우, 변웅선, 박영진, 남옥희 (KIMS)

구두발표

Room 201



2017년 4월 20일(목)

- S32-9** 열차폐 코팅재의 압흔, 마모, 피로하중에 의한 기계적 거동
16:20-16:40 이동현*, 이기성 (국민대)
- S32-10** SiC 섬유강화세라믹 복합소재 내환경 코팅 분말 제조 및 코팅 특성 (invited)
16:40-17:10 문홍수^{1*}, 김지유¹, 이기성² (¹주)세원하드페이징, ²국민대)

17:00-17:40	기기전시 투어
17:40-18:00	학술상 기념강연 (컨벤션홀1)
PR-1	“Innovative Processing of Nano Ceramics and its Application to Engineering and Energy Field” 김도경(KAIST)
18:00-18:30	총회 (컨벤션홀1)
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀2)

구두발표

Room 202+203



2017년 4월 20일(목)

08:00-17:00

등록

G2. 에너지 환경 세라믹스
(Organizer: 이종원/KIER)

좌장: 이종원(KIER)

G2-1 Accelerated Discovery of Heterostructured Photocatalyst Materials by First-principles Calculations

09:00-09:20 최희재* ((주)버추얼랩)

G2-2 Synthesis and Characterization of the Nano-sized $\text{Nd}_{0.66}\text{Sr}_{0.33}\text{Co}_{0.3-d}$ Perovskite Oxide Catalyst by Inverse Micro-Emulsion Method as an OER Catalyst

09:20-09:40 임재현^{1*}, 신지영², 김진태¹ (¹UNIST, ²숙명여대)

G2-3 고전압 박막 리튬 이차전지용 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 양극 소재 연구

09:40-10:00 김중현*, 양대규, 김형도, 김현석 (충남대)

10:00-10:20

Coffee Break

G2-4 Synthesize of $\text{Li}_2\text{S}-\text{P}_2\text{S}_5$ Solid Electrolyte for All-Solid-State Batteries(ASSBs) via High Temperature & Pressure Technique(HTPT)

10:20-10:40 오승현*, 최선호, 박종엽, 신동욱 (한양대)

G2-5 Defect Engineering toward Strong Photocatalysis of Nb-doped Anatase TiO_2 : Computational Predictions and Experimental Verifications

10:40-11:00 최희재* ((주)버추얼랩)

G2-6 Self-encapsulated Sb-C Nanocomposite with High Capacity and Stability as an Anode Material for Na-ion Batteries

11:00-11:20 Xuan-Manh Pham*, Ngo Duc Tung, 박찬진 (전남대)

11:30-12:30

기조강연 (컨벤션홀1)

PL-1

“산업계 관점에서 기능성 세라믹 재료개발에 지능형 전구체 설계가 중요한 이유는?”

조승범(LG화학)

좌장: 김형태(KICET)

12:30-13:30

Lunch

S22. 차세대 전기화학 에너지저장 소재기술
(Organizer: 최원창/KIST)

좌장: 최원창(KIST)

S22-1 Development of Cathode Materials and their Electrodes for Sodium-Ion Rechargeable Batteries (invited)

13:30-14:00 한동욱* (KATECH)

S22-2 전고체전지용 산화물 고체전해질 이온전도성 향상 기술 (invited)

14:00-14:30 정규남^{1*}, 박민식², 이종원¹ (¹KIER, ²경희대)

S22-3 Development of Lithium Titanate as Anode Material for High Power Batteries (invited)

14:30-15:00 정훈기*, 윤빈나 (KIST)

15:00-15:30

Coffee Break

S22-4 Surface Modification of Electrode for Aqueous Rechargeable Lithium Battery (invited)

15:30-16:00 문준영*, 트론 (인천대)

S22-5 Carbon Coating on SSiOx Core-Shell Nanoparticles for Li-ion Battery's Anode (invited)

16:00-16:30 장보윤* (KIER)

S22-6 Investigation of the Effect of Binder for the Silicon Electrode (invited)

16:30-17:00 이제남*, 최수정¹, 조현우¹, 임태은², 김영준³, 정구진¹ (¹KETI, ²인천대, ³성균관대)

17:00-17:40

기기전시 투어

구두발표

Room 202+203



2017년 4월 20일(목)

17:40-18:00

PR-1

학술상 기념강연 (컨벤션홀1)
“Innovative Processing of Nano Ceramics and its Application to Engineering and Energy Field”
김도경(KAIST)

18:00-18:30

총회 (컨벤션홀1)

18:30-20:00

세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀2)

구두발표

Room 204



2017년 4월 20일(목)

08:00-17:00	등록
	G5. 바이오 세라믹스 S51. 뷰티케어 및 조직재생용 융합바이오세라믹스 (Organizer: 장정호/KICET)
	좌장: 김성현(KICET)
S51-1	Functional Ceramic Hybrid Formulations with Controlled Release for Tissue Regeneration Application (<i>invited</i>)
08:30-08:50	장정호* (KICET)
S51-2	의료용 세라믹의 상업화 적용 (<i>invited</i>)
08:50-9:10	박상수* ((주)티디엠)
S51-3	Development of Anti-Cancer Therapeutic Antibody through Enhancement of Antibody Selectivity (<i>invited</i>)
09:10-09:30	박창식* ((주)레코캠바이오사이언스)
G5-1	Functional Polymer Thin Films Designed for Various Biomedical Application (<i>invited</i>)
09:30-09:50	성대경* (KICET)
09:50-10:05	Coffee Break
	좌장: 성대경(KICET)
G5-2	Synthesis of Octacalcium Phosphate at Various Condition by Precipitation Method
10:05-10:20	이담아크발*, 김주성, 이승엽, 김석영 (영남대)
G5-3	플래시소결법으로 제조한 수산화아파타이트의 미세구조분석
10:20-10:35	황창훈 ¹ *, 김주성 ² , 웨이진 ³ , 조대영 ¹ , 김석영 ² , 한영환 ² , 클라우스 반벤템 ³ , 윤준도 ¹ (¹ 경남대, ² 영남대, ³ 미국 유씨데이비스)
G5-4	Fabrication of Porous Scaffold around PLGA Fibers Including 45S5 Bioactive Glass for Bone Tissue Engineering
10:35-10:50	류정현*, 홍민호, 김광만 (연세대)
G5-5	Skin Adhesive Effectiveness of O/W Cream Containing Homogenized Water Phase Treated with Various Resonant Signal Processes (<i>invited</i>)
10:50-11:10	최순호 ¹ *, 김석원 ² , 조현대 ¹ (¹ (주)코스메카코리아, ² (주)레조나랩)
G5-6	Fast and Highly Efficient Purification of Antibody by the Oriented Immobilization of Protein A on Magnetic Nanoparticles (<i>invited</i>)
11:10-11:30	김성현* (KICET)
11:30-12:30	기조강연 (컨벤션홀1)
	좌장: 김형태(KICET)
PL-1	“산업계 관점에서 기능성 세라믹 재료개발에 지능형 전구체 설계가 중요한 이유는?” 조승범 (LG화학)
12:30-13:30	Lunch
	S52. 나노-바이오 융합재료 (Organizer: 변재철(연세대), 이진형(KICET))
	좌장: 최원일(KICET)
S52-1	2차원 반데르발스 이종구조 소자 (<i>invited</i>)
13:30-13:50	이관형* (연세대)
S52-2	나노바이오세라믹재료에 의한 전기 및 수소 생산을 위한 인공광합성 시스템 (<i>invited</i>)
13:50-14:10	황이택* (KICET)
S52-3	바이오-광전기화학 시스템을 이용한 이산화탄소의 선택적 전환 (<i>invited</i>)
13:50-14:10	이수연* (KIER)
S52-4	구리 선택적 결합 애플타머를 활용한 환경친화적 구리회수 플랫폼 개발 (<i>invited</i>)
14:30-14:50	김양훈 ¹ *, Simranjeet Singh Sekhon ¹ , 이상희 ¹ , 이경아 ¹ , 민지호 ² , 이병태 ³ , 김경웅 ³ , 안지영 ¹ (¹ 충북대, ² 전북대, ³ GIST)
14:50-15:10	Coffee Break

구두발표

Room 204



2017년 4월 20일(목)

좌장: 이진형(KICET)

- S52-5** 진단과 모니터링에 응용하기 위한 기능성 나노재료 (*invited*)
 15:10-15:30 이준석* (KIST)
S52-6 기능성 나노윤반체 내 산화철 나노입자 로딩양 최적화를 통한 효율적인 종양 표적화 및 진단 (*invited*)
 15:30-15:50 최원일* (KICET)
S52-7 리소좀기반의 항균제 발달 (*invited*)
 15:50-16:10 민지호* (전북대)
S52-8 치과용 고정체 적용을 위하여 Aerosol Deposition 공정을 이용한 수산화인회석 코팅층의 평가 (*invited*)
 16:10-16:30 이경민*, 박재혁, 김대근 (KJLones)

17:00-17:40 기기전시 투어

17:40-18:00 학술상 기념강연 (컨벤션홀1)
PR-1 "Innovative Processing of Nano Ceramics and its Application to Engineering and Energy Field"
 김도경(KAIST)

18:00-18:30 총회 (컨벤션홀1)

18:30-20:00 세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀2)

구두발표

Room 206



2017년 4월 20일(목)

08:00-17:00	등록	
11:30-12:30	기조강연 (컨벤션홀1)	
PL-1	“산업계 관점에서 기능성 세라믹 재료개발에 지능형 전구체 설계가 중요한 이유는?” 조승범(LG화학)	좌장: 김형태(KICET)
12:30-13:30	Lunch	
SS2. 여성 세라미스트 워크숍 (Organizer: 이종숙/전남대)		
14:00-14:05	축사	최성철(한국세라믹학회 회장)
14:05-15:05	멘토링 특강 ‘정답은 없다. 선택이 있을 뿐.’	손지원(KIST)
15:10-16:00	융합시대 차세대 여성과학기술자를 위한 테이블 멘토링	
17:00-17:40	기기전시 투어	
17:40-18:00	학술상 기념강연 (컨벤션홀1)	
PR-1	“Innovative Processing of Nano Ceramics and its Application to Engineering and Energy Field” 김도경(KAIST)	
18:00-18:30	총회 (컨벤션홀1)	
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀2)	

구두발표

Room 207



2017년 4월 20일(목)

08:00-17:00

등록

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

좌장: 정운진(공주대)

- G6-1** PbS QDs on Nd-O Clusters in Silicate Glasses (*invited*)
08:45-09:15 허 중* (POSTECH)
- G6-2** LCD패널 산업에서 발생하는 폐 유리의 가치있는 재활용
09:15-09:30 김기철*, 김기동 (군산대)
- G6-3** Sm³⁺의 형광을 이용한 유리 내 국부 온도 측정
09:30-09:45 소병진*, 허 중 (POSTECH)
- G6-4** UV-LED 색변환용 Eu²⁺가 첨가된 복합 나노결정 함유 oxyfluoride 결정화유리
09:45-10:00 이한솔*, 정운진¹, 최용규², 임원빈³ (¹공주대, ²항공대, ³전남대)

10:00-10:15

Coffee Break

- G6-5** Effect of BaO on Thermal and Mechanical Properties of Tellurite Glasses for Mid-IR Molded Lens Applications
10:15-10:30 Kadathala Linganna*, Ganesh Agawane, 인정환, 박 준, 최주현 (KOPTI)
- G6-6** 원적외선 렌즈용 고분산 Ge-Ga-Sb-S 칼코지나이드 유리
10:30-10:45 이준호¹, 이우형¹, 이정환¹, 김 현¹, 신상열¹, 최주현², 박봉제³, 최용규¹ (¹항공대, ²KOPTI, ³ETRI)
- G6-7** Cd-S-Se 양자점 함유 유리의 LED색 변환 특성에 대한 희토류 산화물 첨가 효과
10:45-11:00 한가람*, 임원빈², 허 중³, 정운진¹ (¹공주대, ²전남대, ³POSTECH)
- G6-8** Spectroscopic Studies on Fluoride Phosphate Glasses for 1.53 μ m Applications
11:00-11:15 Ganesh Agawane*, Kadathala Linganna, 최주현 (KOPTI)
- G6-9** 도로표지용 유리알의 재귀반사도와 굴절률의 상관관계
11:15-11:30 신상열¹, 정운진², 김진호³, 조성훈⁴, 최용규¹ (¹항공대, ²공주대, ³KICET, ⁴이화정공(주))

11:30-12:30

기조강연 (컨벤션홀1)

PL-1

“산업계 관점에서 기능성 세라믹 재료개발에 지능형 전구체 설계가 중요한 이유는?”
조승범(LG화학)

좌장: 김형태(KICET)

12:30-13:30

Lunch

S61. 광학유리의 최신동향
(Organizer: 최용규/항공대)

좌장: 김형준(KICET)

- S61-1** 적외선 광학유리소재 기술동향 및 산업동향 (*invited*)
13:30-14:00 최주현* (KOPTI)
- S61-2** 적외선 광학시스템 기술 및 산업동향 (*invited*)
14:00-14:30 정석현* (소모비전)
- S61-3** Development of the Oxide Materials for 3~5 μ m Mid Infrared Optical Glass (*invited*)
14:30-15:00 김성주*, 이선영 (KC Glass & Materials)

15:00-15:15

Coffee Break

- S61-4** As-S 유리 기반 저손실 중적외선 광섬유 제작 방법 및 ETRI에서 수행한 연구결과 (*invited*)
15:15-15:45 서홍석* (ETRI)
- S61-5** 유리 조성에 따른 고굴절 유리알 제조 및 특성 (*invited*)
15:45-16:15 조성훈¹, 김진호², 정운진³, 최용규⁴ (¹이화정공, ²KICET, ³공주대, ⁴항공대)
- S61-6** 유리렌즈 성형용 금형의 ta-C 보호 필름 제조 (*invited*)
16:15-16:45 오승근* (엠피닉스(주))



구두발표

Room 207



2017년 4월 20일(목)

17:00-17:40	기기전시 투어
17:40-18:00	학술상 기념강연 (컨벤션홀1)
PR-1	“Innovative Processing of Nano Ceramics and its Application to Engineering and Energy Field” 김도경(KAIST)
18:00-18:30	총회 (컨벤션홀1)
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀2)

구두발표

Room 208+209



2017년 4월 20일(목)

08:00-17:00

등록

G1. 전자 세라믹스
(Organizer: 조 옥/UNIST)

좌장: 정대용(인하대)

G1-1 Conceivable Strategies for Making Lead-free Piezoceramics Practical (*invited*)

08:30-09:00 조 옥* (UNIST)

G1-2 나노그레인 혼합에 의한 강유전특성 조절 (*invited*)

09:00-09:30 정대용¹, 이정근¹, 박준길¹, 최종진², 류정호² (¹인하대, ²KIMS)

G1-3 Low Temperature Sintering [001] Textured PZT-PZNN Ceramics by Template Grain Growth

09:30-09:45 이호준¹, 이태곤², 김대현¹, 남 산¹ (¹고려대, ²KU-KIST융합대학원)

G1-4 Effect of $(\text{Sn}_{1/2}\text{W}_{1/2})^{5+}$ Substitution for Nb^{5+} of $\text{Mg}_4\text{Nb}_{2-x}(\text{Sn}_{1/2}\text{W}_{1/2})_x\text{O}_9$ Ceramics

09:45-10:00 김정훈*, 김응수 (경기대)

10:00-10:15

Coffee Break

좌장: 안창원(울산대)

G1-5 파워라인 모니터링용 적응형 자기전기에너지하베스터 모듈 (*invited*)

10:15-10:45 강형원¹, 한승호¹, 박근준¹, 김대수², 조유리¹, 정영훈³, 남 산⁴, 조 옥⁵, 류정호⁶ (¹KETI, ²호서대, ³KICET, ⁴고려대, ⁵UNIST, ⁶KIMS)

G1-6 BaTiO₃-Bi(Zn_{0.5}Ti_{0.5})O₃ 세라믹스의 전기열량효과

10:45-11:00 김대수¹, 김빛찬¹, 김정석¹, 강형원², 한승호², 천재일¹ (¹호서대, ²KETI)

G1-7 Fabrication of a Structural Health Monitoring Sensor Module based on BNT-ST/PVDF Nanofiber

11:00-11:15 지상현¹, 조정호¹, 백종후¹, 윤준도², 윤지선¹ (¹KICET, ²경남대)

G1-8 Red Luminescence Properties of La-Ti-O Phosphor

11:15-11:30 장성식* (강릉원주대)

11:30-12:30

기조강연 (컨벤션홀1)

좌장: 김형태(KICET)

PL-1

“산업계 관점에서 기능성 세라믹 재료개발에 지능형 전구체 설계가 중요한 이유는?”

조승범(LG화학)

12:30-13:30

Lunch

S12. 세라믹 압전 연구 동향 및 전망
(Organizer: 조 옥/UNIST)

좌장: 조 옥(UNIST)

S12-1 BNT계 무연 압전 세라믹스에 관한 연구 회고 및 전망 (*invited*)

13:30-14:00 이재신¹, 한형수¹, 김일원¹, 안창원¹, 조 옥² (¹울산대학교, ²UNIST)

S12-2 Origin of the Temperature-dependent Dielectric Relaxations in B-site Ordered/Disordered PST Relaxor

14:00-14:15 홍창효¹, Torsten Granzow², Ke Wang³, 조 옥¹

(¹UNIST, ²Luxembourg Institute of Science and Technology, ³School of Materials Science and Engineering)

S12-3 Structural and Piezoelectric Properties of CuO-added 0.96(Na_{0.5}K_{0.5})(Nb_{1-x}Sb_x)O₃ - 0.04CaTiO₃ Lead-free Piezoelectric Ceramics

14:15-14:30 조성훈*, 김대현, 이규탁, 남 산 (고려대)

S12-4 Anisotropic Electrical Properties of Bi_{0.5}(Na,K)_{0.5}TiO₃-based Ceramics Fabricated by Reactive Templated Grain Growth (*invited*)

14:30-15:00 안창원¹, 조 옥², 이재신¹ (¹울산대, ²UNIST)

S12-5 Growth of 0.8(Na_{0.5}Bi_{0.5})TiO₃-0.2(Ca_{1-x}Sr_x)TiO₃ Single Crystals by Solid State Crystal Growth

15:00-15:15 LE GIA PHAN*, J.G. Fisher (Chonnam Nat'l Univ.)

15:15-15:30

Coffee Break

구두발표

Room 208+209



2017년 4월 20일(목)

좌장: 이재신(울산대)

- S12-6** Piezoelectrically “Hard-Type” PMN-PT and PMN-PZT Single Crystals for High Power Piezoelectric Transducers (*invited*)
15:30-16:00 이호용^{1*}, 김동호², 오현택² (¹선문대, ²주)세라콤)
- S12-7** Growth of Single Crystals of $(0.97-x)K_{0.48}Na_{0.52}NbO_3-Bi_{0.5}(Na_{0.7}K_{0.2}Li_{0.1})_{0.5}ZrO_{3-x}(Bi_{0.5}Na_{0.5})TiO_3$ by Solid State Single Crystal Growth and their Characterization (*invited*)
16:00-16:30 J.G. Fisher^{*}, Eugenie Uwiragiye, Muhammad Umer Farooq, Su-Hyun Moon, Thuy Linh Pham, Dang Thanh Nguyen, Jong-Sook Lee (Chonnam Nat'l Univ.)
- S12-8** Piezoelectric Properties of $(1-x-y)PbZrO_3-xPbTiO_3-yPb(Ni_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ Ceramics and their Application in Energy Harvesters
16:30-16:45 이태곤^{*}, 이호준, 남 산 (고려대)
- S12-9** IDE PZT 압전 캔틸레버의 에너지 하베스팅 특성
16:45-17:00 이민선^{1*}, 윤지선¹, 박운익¹, 홍연우¹, 백종후¹, 조정호¹, 박용호², 정영훈¹ (¹KICET, ²부산대)
- S12-10** Flexible and High-performance Piezoelectric Energy Harvesters for Bio-medical and Electronic Applications
17:00-17:15 황건태^{1*}, 이건재², 류정호¹, 최종진¹, 아나푸레디¹ (¹KIMS, ²KAIST)

17:00-17:40 기기전시 투어

17:40-18:00 학술상 기념강연 (컨벤션홀1)

PR-1 “Innovative Processing of Nano Ceramics and its Application to Engineering and Energy Field”
김도경(KAIST)

18:00-18:30 총회 (컨벤션홀1)

18:30-20:00 세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀2)

구두발표

Room Lily C



2017년 4월 20일(목)

08:00-17:00	등록	
	G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스 (Organizer: 송명신/강원대)	
		좌장: 송영진(아하그린텍㈜)
G7-1	XRD-Rietveld법과 TGA를 이용한 수화물 정량 및 해석	
09:00-09:20	강국희*, 이승현, 임영진, 김동현 (군산대)	
G7-2	C ₃ S의 첨가제에 따른 수화물의 결정구조 분석	
09:20-09:40	김근수*, 이승현 (군산대)	
G7-3	순환 유동층상 보일러 플라이애시의 탄산화 반응에 관한 연구	
09:40-10:00	이웅걸 ¹ *, 김진웅 ² , 김경남 ¹ , 송명신 ¹ (¹ 강원대, ² (주)인트캡)	
10:00-10:10	Coffee Break	
		좌장: 송명신(강원대)
G7-4	Mechanical Properties of Phytoncide Modified-Liquid Sulfur Polymer/Epoxy Blend for Asphalt Application	
10:10-10:30	권 혁 ¹ *, 최성철 ¹ , 김구대 ² (¹ 한양대, ² KIST)	
G7-5	The Influence of Methanol Treated B ₄ C on ZrB ₂ Synthesis through Carbothermal and Borothermal Reduction	
10:30-10:50	허재욱*, 안계석, 한진순, 신재록, 이현승, 최성철 (한양대)	
11:30-12:30	기조강연 (컨벤션홀1)	
PL-1	“산업계 관점에서 기능성 세라믹 재료개발에 지능형 전구체 설계가 중요한 이유는?” 조승범(LG화학)	좌장: 김형태(KICET)
12:30-13:30	Lunch	
		좌장: 추용식(KICET)
G7-6	XRD 리트벨트 정량 분석을 통한 C ₃ S의 초기 수화 반응물 고찰	
13:30-13:50	박수현*, 이승현 (군산대)	
G7-7	알칼리 조건에서의 fly ash의 초기 이온 용출 특성	
13:50-14:10	박상진*, 전세훈, 김경남, 송명신 (강원대)	
G7-8	미생물 유래 Fructan이 OPC에 미치는 영향	
14:10-14:30	전세훈*, 이웅걸, 김경남, 송명신 (강원대)	
		좌장: 송명신(강원대)
G7-9	시멘트 산업관련 최근의 특허기술 동향 (invited)	
14:30-15:00	배은정* (한양국제특허법인)	
G7-10	삼척그린파워 유동층 플라이애시의 활용 확대 방안 (invited)	
15:00-15:30	송영진*, 강승민, 이의학, 하성우 (아하그린텍(주))	
		좌장: 송영진(아하그린텍㈜)
G7-11	Recent Studies on Blended Cement and Alkali Activated Materials in Japan (invited)	
15:30-16:00	Daiki ATARASHI* (Shimane Univ.)	
G7-12	콘크리트 레올로지 측정 및 적용 (invited)	
16:00-16:30	최명성* (동국대)	
G7-13	해외 시멘트 산업에서의 플라이애쉬 활용 현황 (invited)	
16:30-17:00	송명신* (강원대)	
17:00-17:40	기기전시 투어	
17:40-18:00	학술상 기념강연 (컨벤션홀1)	
PR-1	“Innovative Processing of Nano Ceramics and its Application to Engineering and Energy Field” 김도경(KAIST)	
18:00-18:30	총회 (컨벤션홀1)	
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀2)	

구두발표

Room Lily A+B



2017년 4월 20일(목)

08:00-17:00

등록

G4. 나노 융합 세라믹스
S41. 저차원 나노소재
(Organizer: 이규형/강원대)

좌장: 이규형(강원대)

- G4-1** Cu 첨가량에 따른 n형 Bi-Te계 열전소재의 상변화 및 미세구조 변화 연구 (*invited*)
09:20-09:45 서강현¹, 김일호², 이순일³, 신원호³, 양승호⁴, 박재성⁴, 황창원⁵, 최병준⁵, 최순목^{1*} (¹한기대, ²한국교통대, ³KICET, ⁴희성금속, ⁵제철)
- G4-2** Novel Processing of Carbon Nanotubes on Zeolite Coated Carbonized Wood Template by CCVD Method
09:45-10:00 박종규^{1*}, Bijay Basnet¹, 김세영², Zhao wei³, 김석영³, 김익진¹ (¹한서대, ²KIER, ³영남대)
- G4-3** Synthesis of Carbon Based Nanocomposite Materials and their Electrochemical Properties (*invited*)
10:00-10:25 신원호^{*} (KICET)

10:25-10:40

Coffee Break

좌장: 최순목(한기대)

- G4-4** Improvement of Dispersion Stability in Photopolymers by Control of Coating Thickness of a Silane Coupling Agent on a Ceramic Particle Surface
10:40-10:55 송세연^{1*}, 조정호¹, 조성환², 노형진², 윤지선¹ (KICET, ²삼양사)
- G4-5** Characterization and Magnetic Properties of Mn-doped LaFeO₃ Nanofiber Synthesized by Electrospinning
10:55-11:10 정중훈^{1*}, 윤종원¹, 박만규², 오성훈¹, 한진주¹ (¹단국대, ²PSSOLUTION CO.)
- G4-6** The Two Dimensional Electride for Organic Synthesis
11:10-11:25 김예지^{*}, 김성용 (성균관대)

11:30-12:30

기조강연 (컨벤션홀1)

좌장: 김형태(KICET)

PL-1 “산업계 관점에서 기능성 세라믹 재료개발에 지능형 전구체 설계가 중요한 이유는?”
조승범(LG화학)

12:30-13:30

Lunch

좌장: 신원호(KICET)

- S41-1** 다양한 양자점 발광소자 최적화 기술 (*invited*)
13:30-13:55 김지완^{*} (경기대)
- S41-2** Exfoliation/Self-Assembly Route to Inorganic Nanostructures (*invited*)
13:55-14:20 김종영^{*} (KICET)
- S41-3** Quasi Two-Dimensional Transport in Electron-Doped SnSe₂ (*invited*)
14:20-14:45 이기문^{1*}, 이수연², 이영택², 황도경² (¹군산대, ²KIST)
- S41-4** 희토류 이중 충전 P형 스커테루다이트의 열전특성
14:45-15:00 신동길^{1*}, 김일호^{*1}, 최순목², 이순일³, 서원선³ (¹교통대, ²한기대, ³KICET)

15:00-15:15

Coffee Break

좌장: 이기문(군산대)

- S41-5** Fabrication of Transparent NiTe₂ Electrodes via Magnetron Sputtering Combined with Chemical Exfoliation (*invited*)
15:15-15:40 김석준^{*}, 이성혁 (한기대)
- S41-6** Electrochemical Deposition of Nanostructured Materials for Solar Energy Conversion (*invited*)
15:40-16:05 임재홍^{1*}, 윤상화², 유봉영², 김지원¹ (¹KIMS, ²한양대)
- S41-7** Enhanced Thermoelectric Performance of p-type Sb₂Te₃ Films by in-situ Generation of Ag₂Te Nanoprecipitates (*invited*)
16:05-16:30 김지원^{1*}, 이규형², 임재홍¹, Nosang V. Myung³ (¹KIMS, ²강원대, ³Univ. California, Riverside)
- S41-8** Strong Localization of Anionic Electrons at Interlayer for Electrical and Magnetic Anisotropy in Two-Dimensional Y₂C Electride
16:30-16:45 박종호^{1*}, 이기문², 김성용¹ (¹성균관대, ²군산대)
- S41-9** Enhanced Electropositivity of Dense Metallic Cuboid in Layer Structured Transition Metal-rich Chalcogenide Hf₃Te₂
16:45-17:00 유호성^{*} (성균관대)

구두발표

Room Lily A+B



2017년 4월 20일(목)

17:00-17:40	기기전시 투어
17:40-18:00	학술상 기념강연 (컨벤션홀1)
PR-1	"Innovative Processing of Nano Ceramics and its Application to Engineering and Energy Field" 김도경(KAIST)
18:00-18:30	총회 (컨벤션홀1)
18:30-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀2)

구두발표

Room 101



2017년 4월 21일(금)

08:00-17:00	등록	
S13. 산화물 반도체 소재 및 응용 (Organizer: 허영우/경북대)		
		좌장: 김정주(경북대)
S13-1	아연 질산화물 박막 트랜지스터의 불소 도핑에 따른 전기적 특성 변화	
09:00-09:15	김형도*, 김종현, 양대규, 김현석 (충남대)	
S13-2	Low Temperature Fabrication and Structural Analysis of 1D Titanium Dioxide for Photocatalysis	
09:15-09:30	송찬근 ^{1,2*} , 원종한 ² , 윤종원 ¹ (¹ 단국대, ² KBSI)	
S13-3	Electrodeposition of Metal Oxide Semiconductor Thin Films for Photosensitive Materials (invited)	
09:30-10:00	장호원* (서울대)	
S13-4	산화물 반도체 박막 증착을 위한 스퍼터링공정 이해 및 응용 (invited)	
10:00-10:30	송풍근* (부산대)	
S13-5	Recent Progress of Oxide Semiconductor Material and the Associated Thin Film Transistor (invited)	
10:30-11:00	박진성* (한양대)	
S13-6	Nanoparticles for Self-emitting Display Applications (invited)	
11:00-11:30	하미영, 문대규* (순천향대)	
11:30-12:30	기조강연 (컨벤션홀1)	
PL-2	"Cavitation Damage of Ceramic Phases for Structural Applications" Zbigniew Pędzich(AGH UST)	좌장: 전재호(KIMS)
12:30-13:30	Lunch	
16:30-17:00	시상 및 경품추첨 (컨벤션홀1)	

구두발표

Room 201



2017년 4월 21일(금)

08:00-17:00

등록

S31. 전력반도체용 고열전도 세라믹 방열기판
(Organizer: 이현권/금오공대)

좌장: 이현권(금오공대)

S31-1 전력반도체 재료로서의 SiC (invited)

08:30-09:00 방 옥*, 문정현, 나문경, 강인호, 김형우, 석오균, 김상철 (KERI)

S31-2 친환경 자동차용 차세대 파워모듈 패키징 기술 동향 (invited)

09:00-09:30 홍경국*, 김영석, 강수빈 (현대자동차)

S31-3 Challenges in the Development of Silicon Carbide Substrates for Power Device Applications (invited)

09:30-10:00 김영옥* (서울시립대)

10:00-10:15

Coffee Break

S31-4 전력모듈 방열기판용 질화알루미늄의 저온소결 및 고강도화 (invited)

10:15-10:40 류성수*, 이화준 (KICET)

S31-5 가스압 소결법에 의한 고열전도 질화규소 제조 (invited)

10:40-11:05 고재웅*, 박영조, 김하늘, 김진명 (KIMS)

S31-6 고열전도도 질화규소 세라믹스의 강도 향상 연구 (invited)

11:05-11:30 박영조*, 고신일², 김진명¹, 김하늘¹, 고재웅¹ (¹KIMS, ²부산대)

11:30-12:30

기조강연 (컨벤션홀1)

좌장: 전재호(KIMS)

PL-2

“Cavitation Damage of Ceramic Phases for Structural Applications”
Zbigniew Pędzich(AGH UST)

12:30-13:30

Lunch

G3. 엔지니어링 세라믹스
(Organizer: 이성민/KICET)

좌장: 이성민(KICET)

G3-7 다중 혼합분말이 슬립캐스팅 알루미늄의 성형과 소결에 미치는 영향

13:30-13:45 민재홍*, 조정식 (금오공대)

G3-8 Effects of ZrO₂-La₂O₃ Co-addition on the Microstructural and Optical Properties of Transparent Y₂O₃ Ceramic

13:45-14:00 박영조*, ZHU Linlin, 김하늘, 김진명, 고재웅 (KIMS)

G3-9 Residual Stress and Mechanical Property of Carbon-doped TiZrN Coating

14:00-14:15 홍은표^{1*}, 전 설², 유현조³, 조익준⁴, 이희수¹ (¹부산대, ²국가기술표준원, ³위드앰캠, ⁴비알테크)

G3-10 ANALYSIS OF BEHAVIOR ABOUT UNIFORM DENSIFICATION IN C/SiC COMPOSITES BY CHEMICAL VAPOR INFILTRATION

14:15-14:30 김경미*, 서진원¹, 최 군¹, 이종훈² (¹KICET, ²고려대)

G3-11 Thermodynamic Prediction of TaC CVD Coating on C/C composite in C₃H₆-TaCl₅-H₂ System

14:30-14:45 김현미^{1,2*}, 최 군¹, 심광보² (¹KICET, ²한양대)

G3-12 내삭마 특성을 갖는 초고온 세라믹 섬유강화 복합재료 개발

14:45-15:00 이세훈^{1*}, 김도경², 정경운¹ (¹KIMS, ²KAIST)

G3-13 Evaluation of Microstructural and Mechanical Properties of Ion Irradiated SiC_f/SiC Composites Prepared by EPD and Hot-pressing

15:00-15:15 Pipit*, Amit Siddharth Sharma, 정동혁, Arifin Septiadi, 윤당혁 (Yeungnam Univ.)

G3-14 Aqueous Electrophoretic Infiltration of SiC-ZrB₂ Matrix and the Fabrication of SiC-fiber Reinforced Composites

15:15-15:30 Wahid Muhamad FR* (Yeungnam Univ.)

G3-15 Post-sintering Heat Treatments for Toughness Enhancement in Hot-pressed SiC_f/SiC Composites

15:30-15:45 Amit Siddharth Sharma* (Yeungnam Univ.)

16:30-17:00

시상 및 경품추첨 (컨벤션홀1)

구두발표

Room 202+203



2017년 4월 21일(금)

08:00-17:00

등록

S21. 수퍼스타 SOFC시즌2 : 희망을 연구하라
(Organizer: 이기태/전북대)

좌장: 이기태(전북대)

- S21-1** Improvement of Protonic Ceramic Fuel Cell (PCFC) Performance through the Electrolyte Optimization
08:40-09:00 최성민^{*}, 안혁순, 윤경중, 이해원, 김병국, 이종호 (KIST)
- S21-2** The Study of Durable Intermediate Temperature-protonic Ceramic Fuel Cells(IT-PCFCs) with Various Operating Logics
09:00-09:20 박가영^{*}, 이태희, 김남인, 박준영 (세종대)
- S21-3** A Breakthrough to Improve the Performance and Stability of Protonic Ceramic Fuel Cells
09:20-09:40 배기호^{1*}, 김동환¹, 장동영¹, 최형중¹, 손지원², 심준형¹ (¹고려대, ²KIST)
- S21-4** MnO Exsolved Catalyst Nanoparticle on Layered Perovskite for Solid Oxide Fuel Cell Anodes
09:40-10:00 Sivaprakash Sengodan^{1*}, 신지영², 김건태¹ (¹UNIST, ²숙명여대)

10:00-10:10

Coffee Break

- S21-5** Cathodic Electrochemical Deposition of Doped CeO₂: Application as a Thin-Film-based Low-Temperature Solid Oxide Fuel Cell Cathode
10:10-10:30 서한길^{*}, 최윤석, 구본재, 장아름, 정우철 (KAIST)
- S21-6** Novel Redox Regenerative Layered Perovskite Electrodes for Symmetrical Solid Oxide Fuel Cells
10:30-10:50 김경준^{*}, 마너스, 이강택 (DGIST)
- S21-7** Investigation of Redox Behavior of Ni-YSZ Anode Materials for Solid Oxide Fuel Cells
10:50-11:10 박재우^{*}, 박윤태, 이기태 (전북대)
- S21-8** Infiltration법을 적용한 Steam/CO₂ Co-Electrolysis Cell 전기화학적 성능평가
11:10-11:30 홍재운^{*}, 임하니, 김인호, 남궁연, 송선주 (전남대)

11:30-12:30

기조강연 (컨벤션홀1)

좌장: 전재호(KIMS)

PL-2

“Cavitation Damage of Ceramic Phases for Structural Applications”
Zbigniew Pędzich(AGH UST)

12:30-13:30

Lunch

G2. 에너지 환경 세라믹스
(Organizer: 이종원/KIER)

좌장: 이종원(KIER)

- G2-7** Conformal Bi-layered Perovskite/Spinel Coating on a Metallic Wire Network for Solid Oxide Fuel Cells via an Electrodeposition-based Route
13:40-14:00 박범경^{1*}, 송락현², 이승복², 임택형², 홍종은², 정우철¹, 이종원² (¹KAIST, ²KIER)
- G2-8** Various Factors Affecting SOFC Degradation Under H₂S Containing Fuel
14:00-14:20 이현미^{*}, 임형태 (창원대)
- G2-9** 고온-고성능 전극을 위한 혼합전도성 산화물 담지형 금속나노입자에 대한 연구
14:20-14:40 최윤석^{1*}, 차승근¹, 하현우², 이시원¹, 김상욱¹, 김현우², 정우철¹ (¹KAIST, ²충남대)

14:40-15:00

Coffee Break

- G2-10** A Study on Adsorption Characteristics of Volatile Organic Compounds over Flexible Zeolite Nanofibers
15:00-15:20 지상현^{1*}, 조정호¹, 윤준도², 윤지선¹ (¹KICET, ²경남대)
- G2-11** Highly Selective Alcohol and Water Sensor based on Controlled Interaction between Solvent-Fluorophore-Silica Substrate
15:20-15:40 정경운^{1*}, 권민상², 김진상³ (¹KIMS, ²UNIST, ³Univ. of Michigan)
- G2-12** Preparation of Silicon Carbide Fiber Mats with Different Solvent Medium
15:40-16:00 KHISHIGBAYARKHOSERDENE^{*}, 주영준, 조광연 (KICET)

16:30-17:00

시상 및 경품추첨 (컨벤션홀1)

구두발표

Room 204



2017년 4월 21일(금)

08:00-17:00

등록

G1. 전자 세라믹스
(Organizer: 조 옥/UNIST)

좌장: 송태권(창원대)

- G1-9** Low-loss Piezoelectric Single-Crystal Fibers for Enhanced Magnetic Energy Harvesting with Magnetoelectric Composite (invited)
09:00-09:30 류정호^{1*}, Annapureddyvenkateswarlu¹, 김미소², 정대용³ (¹KIMS, ²한국표준과학연구원, ³인하대)
- G1-10** 저온 공정의 게이트 절연막을 이용한 산화물 박막트랜지스터의 전기적 특성 분석
09:30-09:45 양대규^{*}, 김형도, 김종현, 김현석 (충남대)
- G1-11** Dichromatic Electroluminescence from Position-controlled *n*-ZnO Wire Arrays/*p*-GaN Film Heterojunction
09:45-10:00 정준석^{*}, 최지은, 홍영준^{*} (세종대)
- G1-12** Eco-friendly Antibacterial Activity Films using Al doped ZnO based Thin Films
10:00-10:15 최형진^{*}, 윤순길(충남대)

10:15-10:30

Coffee Break

좌장: 조 옥(UNIST)

- G1-13** Wrinkle- and Defect-Free Graphene Grown Directly at Chemical Vapor Deposition at low temperature
10:30-10:45 박병주^{*}, 윤순길 (충남대)
- G1-14** Electrical of Ba_{1-x}La_xSnO₃ and BaSn_{1-x}Sm_xO₃ Cubic Perovskite Nanowires Prepared by Electrospinning
10:45-11:00 오성훈^{1*}, 윤종원¹, 한진주¹, 박만규² (¹단국대, ²PSSOLUTION CO.)
- G1-15** 건식 나노입자 프린팅 공정을 이용한 산화구리 기반 유연 습도센서 개발에 대한 연구
11:00-11:15 김형섭^{*}, 박수빈, 박윤찬, 유봉영, 이선영 (한양대)
- G1-16** Stability Phase Diagram of GdBa₂Cu₃O_{7-δ} for the Nominal Composition and Refinement of Oxide Inclusion in GdBCO Films
11:15-11:30 박인성^{1*}, 오원재¹, 이재훈², 문승현², 유상임¹ (¹서울대, ²(주)서남)

11:30-12:30

기조강연 (컨벤션홀1)

좌장: 전재호(KIMS)

PL-2

“Cavitation Damage of Ceramic Phases for Structural Applications”
Zbigniew Pędzich(AGH UST)

12:30-13:30

Lunch

좌장: 조 옥(UNIST)

- G1-17** Relation between Ferroelectric and Piezoelectric Hysteresis Loops (invited)
13:30-14:00 송태권^{*}, 김명호, 김다정, 박진수, 이명환 (창원대)
- G1-18** Phase Transitions and Piezoelectric Properties of (Na_{0.5}K_{0.5})(Nb_{1-x}Sbx)-SrZrO₃ Ceramics (invited)
14:00-14:30 남 산^{*}, 이규탁, 김대현, 이태곤, 조성훈 (고려대)
- G1-19** 대용량 산화아연 바리스터의 조성 및 공정 개발에 관한 연구
14:30-14:45 최승규^{1*}, 정현학², 정경진³, 이재복⁴, 강성만⁴ (¹부산대, ²인하대, ³(주)아이스팩, ⁴KERI)

14:45-15:00

Coffee Break

- G1-20** The Study on LDH Fabrication Method to Reduce Atmospheric Carbon Dioxide Concentration using Water
15:00-15:15 엄지호^{*}, 윤순길 (충남대)
- G1-21** Core Loss Improvement in the Soft Magnetic Composites Composed of Alumina-coated Fe Metal Powder
15:15-15:30 최성준^{*}, 이선우, 유재형, 유상임 (서울대)
- G1-22** The Post-annealing Effect of GdBa₂Cu₃O_{7-δ} Coated Conductors via RCE-DR Process
15:30-15:45 오원재^{1*}, 박인성¹, 이재훈², 문승현², 유상임¹ (¹서울대, ²Nano & Advanced Materials Corporation (SuNAM Co.))

16:30-17:00

시상 및 경품추첨 (컨벤션홀1)

구두발표

Room 206



2017년 4월 21일(금)

08:00-17:00	등록	
	G9. 생활 및 전통 세라믹스 (Organizer: 조우석/KICET)	
		좌장: 조우석(KICET)
	G9-1 Development and Prospect of Additive Manufacturing Process based on Ceramic Compositions (<i>invited</i>)	
09:00-09:30	한규성 [*] , 김진호, 김응수, 황광택, 조우석 (KICET)	
	G9-2 N 도핑한 광촉매성 TiO ₂ 의 합성 및 광분해능 특성 연구	
09:30-09:45	이나리 [*] , 피재환, 유 리, 김유진 (KICET)	
	G9-3 Inlet GAS를 이용한 대형가마 온도 산포 억제 Simulation에 관한 연구	
09:45-10:00	최정훈 ^{1*} , 강은태 ¹ , 김응수 ² , 조우석 ² (¹ 경상대, ² KICET)	
	G9-4 Chromatic Characteristics of Traditional Korean Copper Glaze with the Addition of Copper Oxide and Sintering Atmosphere	
10:00-10:15	노형구 [*] , 김응수, 조우석 (KICET)	
10:15-10:30	Coffee Break	
	G9-5 SiO ₂ Effect on Densification in Dense Polycarbosilane-derived SiC without Additives	
10:30-10:45	이지환 [*] , 김석영, 이재형 (영남대)	
	G9-6 고상반응법에 의한 TiO ₂ -SnO-ZnO의 주황 안료 합성에 관한 연구	
10:45-11:00	김수민 [*] , 김응수, 조우석 (KICET)	
	G9-7 Effect of Flash Sintering Temperature and Atmosphere on the Densification of Hydroxyapatite	
11:00-11:15	김주성 [*] (영남대)	
	G9-8 유약 조성이 화학 강화된 본차이나 도자기의 기계적 물성에 미치는 영향	
11:15-11:30	최재호 ^{1*} , 박형빈 ¹ , 김형준 ¹ , 김기수 ² , 한윤수 ¹ (¹ KICET, ² 한국도자기)	
11:30-12:30	기조강연 (컨벤션홀1)	
	PL-2 "Cavitation Damage of Ceramic Phases for Structural Applications"	좌장: 전재호(KIMS)
	Zbigniew Pędzich(AGH UST)	
12:30-13:30	Lunch	
16:30-17:00	시상 및 경품추첨 (컨벤션홀1)	

구두발표

Room 207



2017년 4월 21일(금)

08:00-17:00	등록	
	G8. 전산재료과학 및 재료분석 S81. 전산재료과학 및 재료분석을 통한 신소재설계 (Organizer: 오민욱/한밭대)	
		좌장: 오민욱(한밭대)
S81-1	Hydrogen-induced Reversible Phase Transition and Hydrogen Storage in Correlated Oxides (invited)	
08:30-09:00	손준우* (POSTECH)	
S81-2	Strain Engineering via First-principles Calculations (invited)	
09:00-09:30	최민석* (인하대)	
S81-3	오픈소스기반 CFD 코드 : OpenFOAM 및 연구 사례 소개 (invited)	
09:30-10:00	우태호, 오경택, 이효동* (㈜경원이앤씨)	
10:00-10:20	Coffee Break	
S81-4	Integration of Materials Size Effects into Mechanical Responses of Hollow Ceramic Nano-Architectures (invited)	
10:20-10:50	Jang Dongchan*, 나예은, 신다혜, 김기선, 전석우 (KAIST)	
S81-5	취성 소재의 전산나노역학 해석: 그래핀과 금속유리 (invited)	
10:50-11:20	유승화*, 이상륜 ¹ , 한지훈 ² , 김성환 ¹ , 허재원 ¹ , 장동찬 ¹ (¹ KAIST, ² 국방과학연구소)	
11:30-12:30	기조강연 (컨벤션홀1)	
PL-2	"Cavitation Damage of Ceramic Phases for Structural Applications" Zbigniew Pędzich(AGH UST)	좌장: 전재호(KIMS)
12:30-13:30	Lunch	
		좌장: 최민석(인하대)
S81-6	유-무기 페로브스카이트 광전 소재 및 소자 (invited)	
13:30-14:00	임상혁* (경희대)	
S81-7	신규 태양전지 소재와 소자 개발을 위한 계산연구 (invited)	
14:00-14:30	홍기하* (한밭대)	
S81-8	Materials Characterization of Organic-inorganic Hybrid Perovskite from First-principles Calculations (invited)	
14:30-15:00	이동화* (POSTECH)	
15:00-15:20	Coffee Break	
		좌장: 유승화(KAIST)
G8-1	강유전체에 대한 상장모델링 소개	
15:20-15:35	이재욱* (KIMS)	
G8-2	A Theoretical Study of Near Edge X-ray Absorption Fine Structure (NEXAFS) Spectra of Catalytic Materials	
15:35-15:50	이노도*, 조은경, 김정필, 주민호 (LG전자)	
G8-3	유한요소법을 이용한 SiO ₂ 증착용 쿼츠버너의 연소반응 해석	
15:50-16:10	박형빈*, 최재호 ¹ , 김형준 ¹ , 최성철 ² , 한윤수 ¹ (¹ KICET, ² 한양대)	
G8-4	TiO ₂ Anatase 결정구조에서 표면 변형에 따른 CO 분자의 흡착 거동에 관한 연구	
16:10-16:30	송봉준*, 오새롬, 임종인, 최철호, 현상일 (KICET)	
16:30-17:00	시상 및 경품추첨 (컨벤션홀1)	

구두발표

Room 208



2017년 4월 21일(금)

08:00-17:00

등록

SS1. 제2회 한-폴란드 첨단 세라믹스 공동 워크숍
The 2nd Korean-Polish Joint Workshop on Advanced Ceramics
(Organizer: 전재호/KIMS)

Chair: Jae-Ho JEON

SS1-1 Manufacturing of Intelligent Magnesia-based Refractories with Improved Corrosion Resistance

09:10-09:40 Jacek Szczerba*, Dominika Madej, Ilona Jastrzębska, Ryszard Prorok, and Edyta Śnieżek (AGH UST, Poland)

SS1-2 IMPROVEMENT OF DENSIFICATION UNIFORMITY IN Carbon/Silicon Carbide COMPOSITES BY CHEMICAL VAPOR INFILTRATION

09:40-10:10 Kyoon Choi^{1*}, Jin-Won Seo¹, Kyung-Mi Kim^{1,2}, and Jong-Heun Lee² (¹KICET, ²Korea Univ., Korea)

SS1-3 Composites in the γ -al₂O₃/hexagonal Boron Nitride System with Anisotropic Properties

10:10-10:40 Agnieszka Wilk and Mirosław M. Bućko* (AGH UST, Poland)

SS1-4 Effect of Rare-earth Oxides on the Nitridation Process of Silicon

10:40-11:10 Ha-Neul Kim*, Yinsheng Li, Mi-Ju Kim, Jin-Myung Kim, Young-Jo Park, and Jae-Woong Ko (KIMS, Korea)

11:30-12:30

기조강연 (컨벤션홀1)

좌장: 전재호(KIMS)

PL-2

"Cavitation Damage of Ceramic Phases for Structural Applications"
Zbigniew Pędzich(AGH UST, Poland)

12:30-13:30

Lunch

Chair: Zbigniew PEDZICH

SS1-5 Ceramic Materials – New Medical Solutions

13:30-14:00 Magdalena Ziabka* (AGH UST, Poland)

SS1-6 Brushite Bone Cement with Granulated Calcium Phosphates

14:00-14:30 Kyung-Sik Oh* (Andong Nat'l Univ., Korea)

SS1-7 Spinel Coatings Deposited Electrophoretically on Ferritic Stainless Steel Designed for Application in Solid Oxide Fuel Cell Interconnects

14:30-15:00 Tomasz Brylewski* (AGH UST, Poland)

SS1-8 Enhancement in the Long Term Stability of Ni-YSZ Anodes Used for SOFCs by Employing Various Sintering Inhibitors and Infiltrated Transition Metal Particles

15:00-15:30 Seung-Bok Lee*, Muhammad Shirjeel Khan, Jong-Won Lee, Tak-Hyoung Lim, Seok-Joo Park, Jong-Eun Hong, Rak-Hyun Song (KIER, Korea)

15:30-15:40

Coffee Break

Chair: Mirosław BUCKO

SS1-9 Functional Layers of Black Glasses on Titanium Substrate

15:40-16:10 Maciej Sitarz* (AGH UST, Poland)

SS1-10 Laser Annealing Process; Unleashing the Full Potential of Magnetoelectric Coupling in Film Heterostructures

16:10-16:40 Jungho Ryu* (KIMS, Korea)

SS1-11 Colloidal Chemistry in Processing of Functional Ceramics and Composites

16:40-17:10 Mikolaj Szafran* (Warsaw University of Technology)

SS1-12 Resistive Switching Memory Integrated with Nanogenerator for Self-powered Bio-implantable Devices

17:10-17:40 Bo-Yun Kim, Woong-Hee Lee, Hyun-Gyu Hwan¹, Jeong-Hun Kim, and Sahn Nahm* (Korea Univ., Korea)

16:30-17:00

시상 및 경품추첨 (컨벤션홀1)

구두발표

Room Lily A+B



2017년 4월 21일(금)

08:00-17:00	등록	
	G4. 나노 융합 세라믹스 (Organizer: 이규형/강원대)	
		좌장: 임재홍(KIMS)
	G4-7 ALimit of the Goldsmid–Sharp Equation and its Alternative (<i>invited</i>) 09:10-09:35 김현식 ^{1*} , Zach M. Gibbs ² , Heng Wang ³ , G. Jeffrey Snyder ⁴ (¹ 삼성종합기술원, ² California Institute of Technology, ³ Materials Science, ⁴ Northwestern Univ.)	
	G4-8 Independently Controlled Electrical and Thermal Conductivities in TiO ₂ –Graphene Nanocomposites (<i>invited</i>) 09:35-10:00 임영수 ^{1*} , 남우현 ² , 이정용 ³ , 서원선 ⁴ (¹ 부경대, ² IBS, ³ KAIST, ⁴ KICET)	
	G4-9 Effects of Nanocompositions on Thermoelectric Transport Properties of Higher Manganese Silicides (HMS) 10:00-10:15 이휘종 ^{1*} , 김관식 ¹ , 임현준 ¹ , 이규형 ² , 이우영 ¹ (¹ 연세대, ² 강원대)	
10:15-10:30	Coffee Break	
		좌장: 김현식(삼성전자종합기술원)
	G4-10 Functionalized γ -Fe ₂ O ₃ Superparamagnetic Nanoparticle by Surface Treatment in Acid–Base Atmosphere 10:30-10:45 채동호 [*] , 안계석, 최수완, 김태균, 이현승, 최성철 (<i>한양대</i>)	
	G4-11 Importance of Controlling Charge Depletion Region Width in Donor–doped TiO ₂ Photocatalyst 10:45-11:00 최희재 ^{1*} , Sovann Khan ² , 조소혜 ² , 김승철 ² (¹ 주)버추얼랩, ² KIST)	
	G4-12 Mg ₂ Si계 열전소재의 미세구조 특성 (<i>invited</i>) 11:00-11:25 이호성 ^{1*} , 장정인 ² (¹ 경북대, ² KERI)	
11:30-12:30	기조강연(컨벤션홀1)	
	PL-2 “Cavitation Damage of Ceramic Phases for Structural Applications” ZbigniewPędzich(AGH UST)	좌장: 전재호(KIMS)
12:30-13:30	Lunch	
16:30-17:00	시상 및 경품추첨 (컨벤션홀1)	

포스터발표

Poster-I



2017년 4월 19일(수) 14:00-17:00

G1. 전자 세라믹스

- P1-G1-1 산화 니켈과 산화 텅스텐 박막의 보관 조건에 따른 전기변색 소자의 광학적, 전기화학적 특성 변화
이도현^{*}, 김예경, 서진우, 김형근 (KETI)
- P1-G1-2 Electrical Properties of Manganite-based Thin Films
전창준^{*}, 최용호, 정영훈, 윤지선, 박운익, 백종후, 홍연우, 조정호 (KICET)
- P1-G1-3 Effect of Cu Substitution on Electrical Properties of $[(\text{Ni}_{0.3}\text{Mn}_{0.7})_{1-x}\text{Cu}_x]\text{O}_4$ Thin Films
전창준^{*}, 최용호, 정영훈, 윤지선, 박운익, 백종후, 홍연우, 조정호 (KICET)
- P1-G1-4 발표 취소
- P1-G1-5 Plasmonic-Phosphor Layers on a ZnONanorod-Array for White Light-Emitting Diodes
장진우^{*}, 권오현, 이태현, 김유리, 조용수 (연세대)
- P1-G1-6 Rapid Pattern Generation of Si-containing Block Copolymers using Binary Solvent Mixtures
최영중^{*}, 박태완, 정영훈, 백종후, 조정호, 박운익 (KICET)
- P1-G1-7 Piezoelectric Properties of $0.77(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3-0.23\text{Sr}(\text{Ti}_{1-x}\text{Sc}_x)\text{O}_3$ Lead-free Ceramics
김성원^{1*}, 윤지선¹, 정영훈¹, 백종후¹, 백운규², 조정호¹ (¹KICET, ²한양대)
- P1-G1-8 발열 성능 개선을 위한 Low-E 기반 투명 다층박막의 전극 최적설계
홍경표^{1*}, 김예경¹, 정명희¹, 최재봉², 장세홍¹, 김형근¹ (¹KETI, ²성균관대)
- P1-G1-9 Investigation of High-mobility Tungsten-doped Indium Oxide as Transparent-electrode for Organic Solar Cells via Polymer Assisted Solution Process
안태규^{*}, 박 철, 김지훈 (공주대)
- P1-G1-10 Mn-doped and Undoped ZnO based Resistive Random Access Memory (RRAM) by Polymer Assisted Solution Process
양지연^{*}, 김지훈 (공주대)
- P1-G1-11 금요일 발표로 변경
- P1-G1-12 New Melilite Phosphor: Structural and Spectroscopic Analysis for Application in white LEDs
김하준^{*}, Sanjith Unithrattil, 김윤화, 임원빈 (전남대)
- P1-G1-13 Study of Inorganic - Organic Halide Perovskite Quantum Dots by Surfactant and Sensitizer
길경훈^{*}, 임원빈, Paularj Arunkumar, 원 섭 (전남대)
- P1-G1-14 pulsed laser deposition 방법으로 증착한 ZnO:(Al,Sb) 박막의 산소 분압에 따른 구조적, 전기적 특성
구한솔^{*}, 김정주, 이준형, 허영우 (경북대)
- P1-G1-15 $\text{TiO}_2/\text{In}_2\text{O}_3$ 나노튜브의 합성 및 CO 가스에 대한 감응 특성
김형호^{*}, 홍성현 (서울대)
- P1-G1-16 RF-magnetron sputtering 방법으로 증착한 ZnO:Al 박막의 구조적 전기적 특성에 미치는 ZnO buffer layer의 효과
김창훈^{*}, 김정주, 이준형, 허영우, 신승학 (경북대)
- P1-G1-17 금요일 발표로 변경
- P1-G1-18 Effect of Oxygen-deficiency on the Magnetoelectric Properties of NiFe_2O_4 Structures.
조재현^{1*}, Haribabu Palneedi², 류정호², 황영훈¹, 조 옥¹ (¹UNIST, ²KIMS)
- P1-G1-19 금요일 발표로 변경
- P1-G1-20 Effect of Nb-site ionic size on the Microwave Dielectric Properties of $\text{Mg}_4\text{Nb}_2\text{O}_9$ -based Ceramics
김정훈^{*}, 김응수 (경기대)
- P1-G1-21 Dependence of Microwave Dielectric Properties on the isovalent Substitution for Ti-site of Mg_2TiO_4 -based Ceramics
김재민^{*}, 현무열, 김응수 (경기대)
- P1-G1-22 FeS_2 foam을 이용한 열전지 성능 최적화
김인예^{*}, 윤영수 (가천대)

포스터발표

Poster-I



2017년 4월 19일(수) 14:00-17:00

- P1-G1-23 전고상 전지에 적용하기 위한 Ta5+의 첨가에 따른 NASICON-type의 고체전해질에 대한 연구
신서윤*, 윤영수 (가천대)
- P1-G1-24 단일 전구체를 이용한 CdCr₂S₄ 박막 증착
나찬웅^{1*}, Arunava Gupta², 김용환¹ (¹KITECH, ²Univ. Alabama)
- P1-G1-25 온도와 환원 분위기에 따른 AI 전극 PTC 써미스터의 전기적 특성
김광수*, 이수민, 이용재 (군산대)
- P1-G1-26 메탄 이량화 반응을 위한 NiFe₂O_{4-δ}-GDC 복합체 멤브레인
조상영^{1*}, 유지행², 이수열¹ (¹충남대, ²KIER)
- P1-G1-27 마이크로웨이브 열처리법을 이용한 Core/Shell 구조를 가진 BaTiO₃ 세라믹스 제조 및 Multiferroic 특성 분석
윤한솔*, 조남희 (인하대)
- P1-G1-28 Solution-Processed, Large-Scale, and Flexible Transparent Electrode using Self-assembly of Cell-shaped Ag Nanowires
신지원*, 권영태, 류승한, 좌용호 (한양대)
- P1-G1-29 Fabrication and Photocatalytic Properties of ZnS Powders by Glycolthermal Process
박상준*, 송정환 (배재대)
- P1-G1-30 Wide-temperature AC Behavior of KNN-based Lead-free Piezoelectric Single Crystals Grown by Solid State Crystal Growth
Pham Thuy Linh*, Dang Thanh Nguyen, Muhammad Umer Farooq, Eugenie Uwiragiye, J.G. Fisher, 이종숙 (전남대)
- P1-G1-31 금요일 발표로 변경
- P1-G1-32 Parametric Impedance Analysis vs. Admittance Spectroscopy on ZnO Bicrystalline Interfaces
Thi Lan Tran^{1*}, Dang Thanh Nguyen¹, Joachim Maier², 이종숙¹ (¹전남대, ²Max Planck Institute for Solid State Research)
- P1-G1-33 Microstructural Effect on Permeation of Membrane Fabricated by Tape Casting
강은정^{1*}, 나범탁², 이종훈¹, 유지행³ (¹고려대, ²충북대, ³KIER)
- P1-G1-34 Photo-curable Silicone Polymer for 3D Printing Materials: Effect of Molecular Weight and Monomer Ratio on Physical Properties
정과정*, 양현승, 박성대, 이우성 (KETI)
- P1-G1-35 3D 프린팅용 광경화성 세라믹/고분자 복합체의 물성평가
원준성^{1*}, 양현승², 박성대², 조용수¹, 이우성² (¹연세대, ²KETI)
- P1-G1-36 안료가 포함된 3D 프린팅용 광경화형 유무기 복합소재의 광경화 거동에 대한 연구
하민지^{1*}, 양현승¹, 박성대¹, 이우성¹, 윤호규² (¹KETI, ²고려대)
- P1-G1-37 Study on High Permeability Characteristics of Multi-layer Ni-Zn Ferrite Film Using the Spin-spray Methods
남경진^{1*}, 양형우², 이우성³, 남 산¹ (¹고려대, ²KETI)
- P1-G1-38 Crystallographic and Impedance Spectroscopic Studies of a New Layered Metal Phosphate
김성철*, 김승주 (아주대)
- P1-G1-39 Microstructure and Sintering Properties of ZnS + Mg(OH)₂ Synthetic Nanopowders
여서영^{1*}, 김유비², 홍연우¹, 조정호¹, 백종후¹, 정영훈¹, 윤지선¹, 박운익¹ (¹KICET, ²연세대)
- P1-G1-40 P2-S13-8로 변경
- P1-G1-41 Magnetic Properties in Multi-layer Ferrite Thin Films via Spin-spray Deposition
양형우^{1*}, 남경진², 이우성¹ (¹고려대, ²KETI)
- P1-G1-42 Electromigration (EM) Reliability Study in Printed Metal Line
유채리*, 김지훈 (공주대)

G2. 에너지 환경 세라믹스

- P1-G2-1 Plasma Spray Coating of Copper - Manganese Spinel Oxide for SOFC Interconnects
NURHADISUKMAWALUYO^{1*}, 송락현², 이승복², 임택형², 홍종은², 이종원² (¹UST, ²KIER)

포스터발표

Poster-I



2017년 4월 19일(수) 14:00-17:00

- P1-G2-2 Investigation on the Competitive *in situ* Growth of the Electro-catalytic Nanoparticles from Perovskite Oxides
권오훈^{1*}, 신지영², 김진태¹ (¹UNIST, ²숙명여대)
- P1-G2-3 Different Durability Test of Solid Fuel Cells under Various Current Conditions
김유동^{*}, 이진인, 박준영 (세종대)
- P1-G2-4 Ionic Conductivity and Relaxations of Indium Doped GDC (Gadolinium Doped Ceria) System
이호창^{*}, 이준형, 허영우, 김정주 (경북대)
- P1-G2-5 Ni/GDC가 infiltrated 된 R-SOFC 나노 구조 Ni/YSZ 연료극의 전기화학적 특성
신재화^{*}, 이민진, 황해진 (인하대)
- P1-G2-6 Electrons Transport Properties in YttriaDoped Barium Cerate – Gadolinium Doped Ceria (BCY-GDC) Composite Electrolyte
이호성^{*}, 정명근, 임형태 (창원대)
- P1-G2-7 고체산화물 연료전지 공기극 재료 La_{0.8}Sr_{0.2}FeO_{3-δ}의 전기적 특성 및 열/화학 안정성 평가
배호환^{*}, 임하니, 김인호, 송선주 (전남대)
- P1-G2-8 Effect of Current Collector Material and Structure on SOFC Durability during Thermal Cycling
서권덕^{*}, 임형태 (창원대)
- P1-G2-9 Ultimate Understanding AC Response of Zirconia Solid Electrolytes Studied for Decades
Pham Thuy Linh^{1*}, 정태주², Martin Lerch³, 이종국⁴, 손지원⁵, 이종호⁵, 이종숙¹
(¹전남대, ²안동대, ³Technische Universität Berlin, ⁴조선대, ⁵KIST)
- P1-G2-10 PCFCs의 전해질을 위한 4가 금속 pyrophosphate-알칼리 탄산염 복합체의 전기적 특성
임지원^{*}, 임하니, 송선주 (전남대)
- P1-G2-11 리튬-니켈-망간-코발트 옥사이드의 기계적 성질 및 물리적 성질
홍기철^{1*}, EricJianfeng Cheng², Nathan John Taylor², 최희만¹, Jeff Wolfenstine³, Jeff sakamoto²
(¹국민대, ²Univ.Micigan, ³Army Research Laboratory)
- P1-G2-12 High Efficiency Double Absorber PbS Thin Film Solar Cells Fabricated on a ZnO Nanorod Array
이채윤^{*}, 연득호, 이승민, 조용수 (연세대)
- P1-G2-13 Fabrication of ZnO-In₂S₃@polyaniline Nanohybrid on FTO Glass for Enhanced Hydrogen Generation
김 현^{*}, 양비룡, Amine Brayek (금오공대)
- P1-G2-14 TiO₂/Polyaniline Core/Shell on FTO Glass with the Enhanced Absorption and Photocatalytic Performance for Hydrogen Generation
김 현^{*}, 양비룡, Amine Brayek (금오공대)
- P1-G2-15 Ion Transport Membrane 제조를 위한 GDC 합성 연구
진연호^{*}, 송철한, 양재교 (IAE)
- P1-G2-16 Low Temperature CO Catalytic Oxidation Over Pd - Cu/Mn Catalysts Calcined at Different Temperatures
이지호^{*}, 김세희, 이희숙, 이학송, 배석수, 한양수 ((주)세일애프에이)
- P1-G2-17 니켈을 이용한 셀룰로오스 소재의 저온촉매탄화 및 특성 평가
성영훈^{1*}, 김세영¹, Luyun Jiang², John Foord², 한성욱¹, 김희연¹, 한인섭¹ (¹KIER, ²Oxford Univ.)
- P1-G2-18 Influence of Applied Anode Voltage on the Structural and Mechanical Properties of Oxide Layers Formed on Al-1050 by Plasma Electrolytic Oxidation
박상준^{*}, 임대영, 송정환, 변지철 (배재대)
- P1-G2-19 Degradation and Morphological Change of the SiCFibers in the Acid/Alkali Solution at Elevated Temperatures
박영지^{*}, 김정운, 김현우, 김철진 (경상대)
- P1-G2-20 Binder-free RuO₂ Decorated RuO₂/CNT Composite for Rechargeable Li-O₂ Batteries via Atomic Layer Deposition
신현섭^{1*}, 정규남², 김한성¹, 황진하³, 이종원² (¹연세대, ²KIER, ³홍익대)
- P1-G2-21 Mesoporous Rare Earth NanocrystallineCeO, CeNbO₄ and Nb₂O₅ Ceramic Materials for Gas Sensing Application
CHANDRAN BALAMURUGAN^{*}, 손찬진, 김인호, KiKi Mulyadi, 송선주 (전남대)
- P1-G2-22 Inorganic Charge Transport Layers Grown by Atomic Layer Deposition for Water-Resistant Perovskite Solar Cells and a Strategy for Tandem Devices
서성록^{*}, 배창득, 정성화, 인용재, 신현정 (성균관대)

포스터발표

Poster-I



2017년 4월 19일(수) 14:00-17:00

- P1-G2-23 Investigation of Solution Coated Compact and Mesoporous TiO_2 Layers for the Application of Perovskite Solar Cells
정우일*, 구현모, 양정엽 (군산대)
- P1-G2-24 전도성 세라믹 양극을 이용한 금속산화물의 전해환원
김성욱*, 이상권, 전민구, 박우신, 허진목, 최은영 (KAERI)
- P1-G2-25 Zr 표면 산화막이 염소와의 반응에 미치는 영향 분석
전민구*, 최은영 (KAERI)
- P1-G2-26 가압경수로 사용후핵연료 시편의 전자현미경 분석을 위한 감마 선량을 평가
권형문*, 박명철, 서항석, 김도식 (KAERI)
- P1-G2-27 Effect of the Surface Treatment on the Performance of LNCA Cathode Material
양재형*, 김학연, 김태중, 김용선 (인하대)
- P1-G2-28 HfC 나노결정이 균일분산된 SiC섬유의 제조 및 평가
배성균*, 신동근, 이윤주, 이현명, 조광연, 김영희 (KICET)
- P1-G2-29 Performance Improvement of All-solid-state Li-S Batteries with Optimizing Morphology and Structure of Sulfur Composite Electrode
최한울*, 임형태 (창원대)
- P1-G2-30 용사코팅 된 YSZ 기판과 NiO-YSZ 감지 전극을 이용한 혼합 전위차 형 NOx 센서 특성 평가
손찬진¹*, 홍재운¹, 노효섭², 송선주¹ (¹전남대, ²드림소재)
- P1-G2-31 열수탄화 공정을 통한 Biomass (chamaecyparissobtusa wood) 탄화체의 기계-구조적 특성에 관한 연구
김세영*, 김현욱, 한인섭, 성영훈, 윤석민 (KIER)
- P1-G2-32 소듐이차전지용층상형 양극 소재의 성능 향상을 위한 Mg이 도핑된 $\text{Na}[\text{Mg}_x\text{Ni}_{1-x/3}\text{Fe}_{1-x/3}\text{Mn}_{1-x/3}]\text{O}_2$ 특성 평가
최재용¹*, 한규승¹, 정규남², 이종원² (¹충남대, ²KIER)
- P1-G2-33 Sodium Disorder Induced Polymorphic Transitions in NASICON-type Materials
TRAN THI HUYEN TRAN*, Pham Thuy Linh, Dang Thanh Nguyen, 송진주, 박소현, 김윤화, 김하준, 임원빈, 김재국, 이종숙 (전남대)
- P1-G2-34 Study of Anti-Corrosion Effects with Ceramic Materials Coating
방정원¹*, Nguyen Minh Dat², 안수빈¹, 김수룡¹, 김영희¹, 권우택¹ (¹KICET, ²Gyeongsang Nat'l Univ.)
- P1-G2-35 Growth of Semi-insulating SiC Single Crystals by PVT Method
정은진¹*, 권용진¹, 정성민¹, 이명현¹, 최두진², 김영희¹ (¹KICET, ²연세대)
- P1-G2-36 Ruddlesden Popper 결정구조 페로프스카이트 산화물의 구조적 특성에 기인한 $\text{La}_{1.7}\text{Ca}_{0.3}\text{Cu}_{x-1}\text{Ni}_x\text{O}_{4-5}$ 의 특성과 고체산화물 연료전지 양극으로써의 성능
김한빛*, 신미영, 신태호 (KICET)

G3. 엔지니어링 세라믹스

- P1-G3-1 Preparation of Boron Nitride/Silicon Nitride Composites with High Mechanical and Dielectric Properties
이세훈*, Lin Zhao (KIMS)
- P1-G3-2 SiC-based Ceramic Matrix Composites Prepared by Precursor Impregnation and Pyrolysis Process
이세훈*, 배창준, 정경운 (KIMS)
- P1-G3-3 Optimization for Permeability and Electrical Resistance of Porous Alumina-Based Ceramics
김 재*, 하장훈², 이종만², 송인혁³ (¹UST, ²KIMS)
- P1-G3-4 Effects of High-energy Ball Milling and Reactive Spark Plasma Sintering on the Densification of HfC-SiC Composites
FENG LUN*, 이세훈 (KIMS)
- P1-G3-5 PVA 폴리머(Polyvinyl alcohol) 용액합성법으로 제조한 Ni-based Y_2O_3 나노복합분말의 특성분석
한영민¹*, 정충환¹, 이종현², 장진성¹ (¹KAERI, ²충남대)
- P1-G3-6 Sol-gel 법을 활용한 SiC fiber 표면 탄화물 계면상 코팅 연구
이현근¹*, 송 희², 김대중¹, 박지연¹, 김원주¹ (¹KAERI, ²한기대)
- P1-G3-7 고성능 방열소재 개발을 위한 Cu-SiC 복합체 제조 및 특성 분석
마충일*, 이상진 (목포대)

포스터발표

Poster-I



2017년 4월 19일(수) 14:00-17:00

- P1-G3-8 고분자와 단분자 복합분산체가 수계 중 YSZ 입자의 분산성에 미치는 영향
김수현*, PestaSinaga, 배성환 (경남대)
- P1-G3-9 대전방지 지르코니아 세라믹스의 전기적 특성
이삼행^{1*}, 박주석¹, 안종필¹, 소성민¹, 이성갑² (¹KICET, ²경상대)
- P1-G3-10 용융침투 공정을 이용한 섬유강화 세라믹 복합소재의 섬유/모재간 결합력 강화를 통한 열전도도 향상 연구
송종섭^{1*}, 김세영², 한인섭², 우상국², 성영훈², 윤석민² (¹충남대, ²KIER)
- P1-G3-11 열간가압소결법으로 제조한 Si₃N₄-BN 복합체의 기계가공성
안종필^{1*}, 박주석¹, 소성민¹, 김형순² (¹KICET, ²인하대)
- P1-G3-12 용융침투 공정으로 제조된 섬유강화 세라믹 복합소재의 섬유체적비 변화에 따른 특성 연구
김세영^{1*}, 한인섭¹, 우상국¹, 성영훈¹, 이슬희² (¹KIER, ²연세대)
- P1-G3-13 Fabrication and Property Evaluation of Pressureless Sintered Honeycomb SiC for the Reactor of Excess Enthalpy Combustion Scrubber
성영훈*, 한인섭, 서두원, 김세영, 우상국 (KIER)
- P1-G3-14 Rheological and Colloidal Properties of SiC Suspension to Porous Ceramics by Direct Foaming
김익진^{1*}, Bijay Basnet¹, 장우영¹, 박종규¹, 한인섭², 김미나³, 임형미³ (¹한서대, ²KIER, ³KICET)
- P1-G3-15 Highly Porous SiC Ceramics from Particle Stabilized Suspension
장우영^{1*}, Bijay Basnet¹, 박종규¹, 김태우², 한인섭², 김익진¹ (¹한서대, ²KIER)
- P1-G3-16 A Study on Adhesion and Electrical Properties of Silicon Carbide Coating on Alumina Substrate for Automobile Exhaust Gas Sensor
공정훈*, 백창연, 김도경 (KAIST)
- P1-G3-17 서스펜션플라즈마 스프레이를 이용하여 반도체산업용 내플라즈마 YOF 코팅 In-situ 제조
박상준^{1*}, 김형순², 오윤석¹, 이성민¹ (¹KICET, ²인하대)
- P1-G3-18 Microstructural Characterization of Additive-Doped UO₂ Pellets with Thermal Tests
김동석*, 오장수, 김동주, 김종현, 김진식, 양재호 (KAERI)
- P1-G3-19 Oxidation Behavior under Beyond-Design-Basis Accident Condition of Silicon Carbide Ceramics for Fully Ceramic Micro-encapsulated Fuel
임광영^{1*}, 나연수¹, 이승재¹, 김영욱² (¹한전원자력연료, ²서울시립대)
- P1-G3-20 Synthesis and Characterization of Exchange Coupled Sr-hexaferrite/MnZn Ferrite Composite for Permanent Magnet Applications
고태원*, 이강혁, 유상임 (서울대)
- P1-G3-21 발표 취소
- P1-G3-22 알루미늄반응소결 공정 (RBAO)을 이용한 알루미늄-알루미나 접합
김태경*, 박찬영, 이현권 (금오공대)
- P1-G3-23 저온소결이 가능한 고강도 저수축의 알루미늄접합재 개발
정태영*, 김득중, 이계욱 (성균관대)
- P1-G3-24 Electrical and Thermal Properties of SiC-based Composites with Ytria and Scandia Additives
류의현*, 장승훈, 김영욱 (서울시립대)
- P1-G3-25 Processing of Frit-Bonded Silicon Carbide Membrane Supports
김현민^{1*}, 류의현¹, 김수창¹, 김영욱¹, 송인혁² (¹서울시립대, ²KIMS)
- P1-G3-26 Synthesis of Hexagonal Boron Nitride Structure by the Atomic Substitution Reaction Using Hexagonal Carbon Materials
김혜영^{1*}, 김우식¹, 김철진² (¹KICET, ²경상대)
- P1-G3-27 TiC-ZrC 복합 분말을 사용하여 제조된 TiC-ZrC-Ni/Co 복합체의 미세조직 및 기계적 물성
문아람^{1*}, 권한중², 서창열², 서용재², 김병수² (¹UST, ²KIGAM)
- P1-G3-28 보론 화합물을 첨가한 폴리카보실란의 고온열분해 거동
박소정^{1*}, 배성균², 조광연², 신동근², 김영희², 류도형¹ (¹서울과학기술대, ²KICET)
- P1-G3-29 조성 및 제조공정 조건에 따른 자동차 센서용 세라믹 Sealing 소재의 리크특성
강원경*, 민준원, 유승을 (KATECH)

포스터발표

Poster-I



2017년 4월 19일(수) 14:00-17:00

- P1-G3-30 첨가제를 함유한 UO₂ 소결체의 산화 특성
오장수*, 김진식, 김동주, 김종현, 김동석, 양재호 (KAERI)
- P1-G3-31 SiCl₄ 원료를 이용한 기상법 및 액상법 고순도 실리카 분말 제조
김종호*, 정진호, 이동제, 정은진 (RIST)
- P1-G3-32 방열 필러를 적용한 유리섬유 강화 복합체 제조 및 특성 평가
이수연*, 문소윤, 임형미 (KICET)
- P1-G3-33 THE EFFECTS OF ACIDITY-ALKALINITY CONTROL ON DISPERSION PROPERTIES OF ZrO₂ SLURRY
SINAGA PESTARIA*, 김수현, 배성환 (경남대)
- P2-G3-7 건식 저장 조건에서의 UO₂ 핵연료 소결체 산화 거동
김동주*, 김진식, 송근우, 국동학, 양재호 (KAERI)
- P2-G3-5 Mechanical and Electrical Properties of Liquid phase Sintered Porous SiC using Al₂O₃-Y₂O₃-SiO₂ as Sintering Additives
박상환¹*, 윤성일¹, 남 산², 염미래¹ (KIST, ²고려대)
- P2-G3-6 Fabrication of Meso-Macro Porous β -SiC Body by a Direct Reaction Between Metallic Si and Carbon Black
염미래¹*, 윤성일¹, 박상환¹, 최성철² (KIST, ²한양대)

G4. 나노 융합 세라믹스

- P1-G4-1 Effect of Grinding Media Properties in a Traditional Ball Mill by Discrete Element Method Simulation
Amgalan¹*, Ichinkhorloo Batchuulun¹, Uyanga Batjargal¹, Battsetseg Jargalsaikhan¹, Heekyu Choi¹, Seongsoo Kim¹, Bayanjargal Ochirkhuyag², Jehyun Lee¹ (¹창원대, ²Nat'l Univ, Mongolia)
- P1-G4-2 Analysis of Different Grinding Media in Milling Process by Stirred Ball Mill with DEM Simulation
Amgalan¹*, Battsetseg Jargalsaikhan¹, Ichinkhorloo Batchuulun¹, Uyanga Batjargal¹, Heekyu Choi¹, Seongsoo Kim¹, Ochirkhuyag Bayanjargal², Jehyun Lee¹ (¹창원대, ²Nat'l Univ, Mongolia)
- P1-G4-3 Fabrication of Soft Magnets with High Saturation Magnetization from Fe/CoRatio Control by Electroless-plating
김단비*, 임재홍 (KIMS)
- P1-G4-4 마이크로파 하에서 융합된 SiC/ceramic 시트의 열적 특성
주영준¹*, KHISHIGBAYARKHOSERDENE¹, 김철진², 조광연¹ (¹경상대, ²KICET)
- P1-G4-5 SiC 섬유 생산을 위한 큐어링 인자 평가
주영준¹*, KHISHIGBAYARKHOSERDENE¹, 김철진², 조광연¹ (¹경상대, ²KICET)
- P1-G4-6 유기 바인더와 공정변수에 따른 세라믹 주형 및 중자의 강도 향상 연구
박혜영*, 최현희, 조근호, 김봉구, 김은희, 정연길 (창원대)
- P1-G4-7 세라믹 코어 제작을 위한 3D 프린팅 기술 연구
최현희*, 박혜영, 조근호, 김봉구, 김은희, 정연길 (창원대)
- P1-G4-8 RF 마그네트론스퍼터링 방법으로 증착한 TiInZnO계 다층 구조 박막의 산소 분압에 따른 특성 평가
김은미¹*, 오정표², 이다인¹, 허기석¹ (¹KITECH, ²전남대)
- P1-G4-9 금요일 발표로 변경
- P1-G4-10 Roll-to-Roll sputter으로 유연성 기판에 증착한 TiInZnO 박막의 전기, 광학적 특성
오정표¹*, 김은미², 이다인², 허기석² (¹전남대, ²KITECH)
- P1-G4-11 ZnS:Cu,Mn과 고분자 분산 액정을 이용한 전기발광 스마트윈도우 제작
이다인¹*, 오정표², 김은미¹, 허기석¹ (¹전남대, ²KITECH)
- P1-G4-12 전자파 환경 제어를 위한 Fe₂O₃ 자성 나노 섬유 제조
나경한¹*, 김원태¹, 박동철², 신현규³, 최원열¹ (¹강릉원주대, ²(주)위드애펙, ³KTL)
- P1-G4-13 Ti 금속의 미세구조 변화에 따른 TiO₂ 나노튜브 어레이의 광결정 특성
김원태*, 나경한, 최원열 (강릉원주대)
- P1-G4-14 Synthesis and Chracterization of ABS-Ceramic Powder Hybrid Filament for 3D Printing
배동식*, 최연빈 (창원대)

포스터발표

Poster-I



2017년 4월 19일(수) 14:00-17:00

- P1-G4-15 The Fabrication and Characterization of Glass Fiber coated with Carbon Materials
배동식*, 이원준 (창원대)
- P1-G4-16 Fabrication and Characterization of Barium Doped Ceria Nanoparticles with High Catalytic Activity
배동식*, 옥지영, 손정훈 (창원대)
- P1-G4-17 Enhanced Mechanical Properties of Alumina/Epoxy Nanocomposites by 3D Ordered, Nanostructured Alumina
안창의*, 조수민, 현가예, 조동휘, 전석우 (KAIST)
- P1-G4-18 Atomic Layer Deposition of Titanium Oxsulfide and its Application in Visible Light-Driven Water Splitting
남호철*, 배창득, 신현정 (성균관대)
- P1-G4-19 Au Nanoparticles on ALD-grown TiO₂ Nanotube Array for Photodetector Application using Surface Plasmon Resonance
김은수*, 신현정 (성균관대)
- P1-G4-20 공간선택성에 의한 다공성 TiO₂ 어레이의 약물 용출 분석
김완태*, 이창규, 나경한, 최원열 (강릉원주대)
- P1-G4-21 양극산화의 감압공정 적용을 통한 TiO₂ 나노튜브 어레이와 치과용 임플란트의 계면 안정성 향상
김완태*, 이은민, 나경한, 최원열 (강릉원주대)

G5. 바이오 세라믹스

- P1-G5-1 Evaluation of in-vitro Mechanical Properties of Biodegradable PolylacticAcid/Si-substituted β -tricalciumPhosphate Composite
유경현*, 박진수, 김용준, 김현진, 윤석영 (부산대)
- P1-G5-2 Preparation and Characteristic Evolution of Biological Adaptable, Injectable Calcium Phosphate Composite Bone Cements
김용준*, 김현진, 박진수, 유경현, 윤석영 (부산대)
- P1-G5-3 Mechanical Strength of Artificial Bone Block Prepared by the Crystal Growth of β -TCP Crystallites
김병기*, 장명철 (군산대)
- P1-G5-4 3차원 패속 조형법을 사용한 치과 임플란트용다공성 인산 칼슘 세라믹스의 제조
양소영*, 이상범, 김규형, 최은창 (ETRI)
- P1-G5-5 바이오연료 생산 향상을 위한 상용화 연속식밀링 장치의 목질계바이오매스 전처리 적용 가능성 연구
구양모*, 권정희, 이진형 (KICET)
- P1-G5-6 Two-step Sintering of Partially-stabilized Zirconia for Applications in Ceramic Crowns
Darmawan bobby aditya*, J.G. Fisher, Gye-JeongOh, Sang-Won Park (전남대)
- P1-G5-7 우레아가수분해법을 이용한 Y-TZP 분말 합성 및 ZrOCl₂ 농도변화에 따른 소결특성 비교
정형도*, 김형진, 이종국 (조선대)
- P1-G5-8 주입성형을 통한 지르코니아 세라믹 소결 물성 비교
김대성*, 조경명, 이종국 (조선대)
- P1-G5-9 Brushite Bone Cement 제작에 사용된 β -Tricalcium Phosphate 과립의 열처리 조건에 따른 주사특성
오경식*, 김현우, 조현호 (안동대)
- P1-G5-10 β -Tricalcium Phosphate 과립의 혼합비에 따른 Brushite Bone Cement의 주사 배출 특성
오경식*, 박경남, 조현호 (안동대)
- P1-G5-11 Hydration Study of Calcium Phosphate Mineral; Octacalcium Phosphate
이승엽*, 김주성, 이맘야크발, 김석영 (영남대)
- P1-G5-12 Ceramic/Camphene Based Three-dimensional Co-extrusion for Biomimetic Structure
김종우*, 최재원 (고려대)
- P1-G5-13 경사기능형 다공성 바이오 세라믹 소재 제조를 위한 양적층 방법의 3D프린팅 제조기술
안민경*, 김종우, 고영학 (고려대)
- P1-G5-14 3차원 패속 적층기술을 이용 한 자연골 모방 구조의 튜브형 다공성 인산칼슘계 세라믹 지지체 제작 기술 및 응용
조인환*, 고영학, 맹우열, 최재원 (고려대)
- P1-G5-15 광경화성 세라믹 기반 3D 프린팅 기술을 이용한 다공성 생체세라믹 스캐폴드의 제조 및 평가
이정빈*, 고영학, 맹우열, 이윤희 (고려대)

포스터발표

Poster-I



2017년 4월 19일(수) 14:00-17:00

- P1-G5-16 치과용 CAD/CAM용 하이브리드 세라믹 블록의 3점 굴곡 강도와 이축 굴곡 강도에 따른 상대적 신뢰도의 비교
유현철^{1*}, 강종호¹, 김원호¹, 오명환², 이명현³, 오남식 (¹주베리콤, ²KICET, ³인하대)
- P1-G5-17 Preparation of Hydroxyapatite Nanopowders by Wet-chemical Precipitation
이병우* (해양대)
- P1-G5-18 치과용 지르코니아의 화학적 결합 유도 중간제 개발
손시원*, 김준형, 김성민, 임형봉 ((주)하스)

S51. 뷰티케어 및 조직재생용 융합바이오세라믹스

- P1-S51-1 Comparative Evaluation of Bone Regeneration Characteristics by Synthetic Multichannel Biphasic Calcium Phosphate Granular Bone Substitutes based on Size Difference
Mirana Taz*, 배상호, 정해일, 조현득 (순천향대)
- P1-S51-2 Evaluation of Novel Ceramic Composite with Biphasic Calcium Phosphate (BCP) – Calcium Sulfate Dehydrate (CS) Embedded in Agarose Gel for Bone Repairing
MD Lemon Hassan*, Reiza Ventura (순천향대)

S52. 나노-바이오 융합재료

- P1-S52-1 Ceramic-Artesunate Nanohybrid System as a Novel Antimalarial Drug ; Oral and Intravenous Administration Routes
김지영*, 최고은, 최진호 (이화여대)
- P1-S52-2 Biocompatible Ceramic Nanohybrid as Multi-minerals and Vitamin Supplement for Patients with Type 2 Diabetes Mellitus
류현주*, 최진호, 최고은 (이화여대)
- P1-S52-3 In situ-synthesized Cadmium Sulfide Nanowire Photosensor with a Parylene Passivation Layer
김홍래*, 변재철 (연세대)
- P1-S52-4 Top-down Synthesized TiO₂ Nanowire Assisted Laser Desorption/Ionization Mass Spectrometry for Detection of Small Molecule
박종민*, 변재철 (연세대)
- P1-S52-5 Effect of Reducing Agents to Fabricate Well-deposited Ag NP's onto the SiO₂ as an Antibacterial Agent by Impregnation Method.
배동식*, 잠스란수쿠바야르 (창원대)
- P1-S52-6 Comparative Bone Regeneration Potential Studies of Collagen, Heparin and Polydopamine coated Multi channelled Biphasic Calcium Phosphate Granules
이건희* (순천향대)

G6. 유리 및 비정질 세라믹스

- P1-G6-1 Fabrication of Phosphors in Glass for Blue Laser Diode and High Power LED
정홍채*, 박진영, 양현경 (부경대)
- P1-G6-2 Annealing 온도 조절이 Li₂O-Al₂O₃-SiO₂계 유리의 결정화에 미치는 영향
박경대*, 장재원, 한가람, 정운진 (공주대)
- P1-G6-3 전이금속 및 희토류 산화물이 첨가된 Li₂O-Al₂O₃-SiO₂계 결정화유리의 색 조절과 결정화 영향
장재원*, 박경대, 한가람, 정운진 (공주대)
- P1-G6-4 SiO₂ 용융로 내 열유동 해석
임항준*, 김안나 (산기대)
- P1-G6-5 쿼츠잉곳 내 기공의 특성에 미치는 알칼리 계 원소 칼륨의 영향
염호중*, 임항준 (산기대)
- P1-G6-6 Ge 나노입자가 함유된 코어를 갖는 광자결정 광섬유의 영분산 파장 제어에 따른 supercontinuum 발진 특성
이유승^{1*}, 주성민¹, 강성구¹, 김지훈¹, 류용탁¹, 정성묵², 한원택¹ (¹GIST, ²LIG넥스원)

포스터발표

Poster-I



2017년 4월 19일(수) 14:00-17:00

- P1-G6-7 인산의 양이 폐각으로 제조된 인산염 결정화 유리의 결정상에 미치는 영향
강태성*, 이상진 (목포대)
- P1-G6-8 금요일 발표로 변경
- P1-G6-9 금요일 발표로 변경
- P1-G6-10 방사속도 변화에 따른 D-glass 섬유의 물리적 특성
정보라^{1*}, 이지선², 이미재¹, 임태영¹, 이영진¹, 전대우¹, 신동욱³, 김진호¹ (¹KICET, ²인하대, ³한양대)
- P1-G6-11 Fluorocarbon 플라즈마와 Ar⁺ 이온의 식각에 의한 Aluminosilicate 산화물 유리의 내플라즈마 특성 평가
최재호*, 박형빈, 한윤수, 김형준 (KICET)

S61. 광학유리의 최신동향

- P1-S61-1 COMSOL 프로그램을 이용한 방사형 광섬유 팁의 광경로 및 분포 모델링
류용탁*, 주성민, 강성구, 이유승, 김지훈, 한원택 (GIST)
- P1-S61-2 Dy 이온이 함유된 광섬유의 제조 및 자기 광학 특성
주성민^{1*}, 김지훈¹, Pramod R. Watekar¹, 강성구¹, 이유승¹, 류용탁¹, 김복현¹, 안용호², 한원택¹ (¹GIST, ²전력연구원)

포스터발표

Poster-II



2017년 4월 21일(금) 09:00-16:30

G1. 전자 세라믹스

- P2-G1-1 To Enhance the Light Extraction Efficiency with ZrO_2 Spheres for WLEDs
문주영*, 이유진, 이우철, 박진영, 양현경 (부경대)
- P2-G1-2 $Sr_{10}(PO_4)_6O:Ce^{3+}$ Apatite Structure Phosphate Phosphor for White LED
박성준*, 이주현, 홍우태, 양현경 (부경대)
- P2-G1-3 무수축 LTCC 기술을 이용한 박형 단열 기판
유창민¹, 이창현², 신호순¹, 여동훈¹, 김성훈³ (¹KICET, ²고려대, ³신라대)
- P2-G1-4 Nb doping이 PZN-PNN-PZT 압전소자 특성에 미치는 영향
최정식¹, 이창현², 신호순¹, 여동훈¹, 이준형³ (¹KICET, ²고려대, ³경북대)
- P2-G1-5 Epoxy resin 에 powder 의 균일한 분산을 위한 silane coupling agent 와 분산제의 최적화
이유진*, 이창현², 신호순¹, 여동훈¹, 안성일³ (¹KICET, ²고려대, ³신라대)
- P2-G1-6 Change in Grain Growth Behavior during Sintering of Fine $BaTiO_3$ Powder: Mixed Control Model
문승윤¹, 정성윤¹, 강석중² (¹KAIST, ²KICET)
- P2-G1-7 열적비소광 형광체: 고출력 백색 LED의 응용
김윤환*, 임원빈 (전남대)
- P2-G1-8 Study of Effects of Ethylene Glycol for Growth of One-dimensional $BaTiO_3$ Nanoparticles Prepared by Hydrothermal Reaction
박영태*, 왕지은, 백창연, 김도경 (KAIST)
- P2-G1-9 Phase Stability Diagram of $YBa_2Cu_3O_{7-d}$ for the Nominal Composition of Y : Ba : Cu = 1 : 1 : 2.5 in Low Oxygen Pressures
이두호*, 박인성, 유상임 (서울대)
- P2-G1-10 탄소나노튜브-금속 촉매 복합체 형성 및 가스센싱 능력 향상
김현우*, 권용중, 최명식, 방재훈 (한양대)
- P1-G1-31 $BaTiO_3$ 세라믹스의 강유전 특성 및 전기 열량 효과
김빛찬*, 김대수, 김정석, 천채일 (호서대)
- P1-G1-11 금속소결법을 이용한 Bi-Te계 열전소재의 치밀화와 열전특성
이창현¹, 신호순², 여동훈², 남 산¹ (¹고려대, ²KICET)
- P1-G1-17 Fabrication of Aluminum Nitride Fibers by Electrospinning Method
전승엽*, 전명표 (KICET)
- P1-G1-19 무수축 기판 상에 UV 레이저에 의한 미세 홀 가공 시 Binder Burnout 영향
임진현¹, 여동훈¹, 신호순¹, 정대용² (¹KICET, ²인하대)

S11. 나노구조 반도체재료 가스센서

- P2-S11-1 Hydrogen Sensor based Self-heating: An Array of Single Suspended Carbon Nanowires Decorated with Palladium Nanoparticles
서준영*, 신호주 (UNIST)
- P2-S11-2 Highly Sensitive Ethanol Gas Sensor Using Interconnected Trimodally Porous SnO_2 Nanospheres
임겨레¹, 윤지옥¹, 최승호¹, 김준식¹, 장호원², 강윤찬¹, 이종훈¹ (¹고려대, ²서울대)
- P2-S11-3 ZnONanowire Forest Circumferentially Grown on a Suspended Carbon Nanowire for Use as the Gas Sensor
임영진*, 김수성, 신호주 (UNIST)
- P2-S11-4 Properties of M-doped TiO_2 (M=Mn, V) Nanotubes Synthesize by the Low-Temperature Solution Chemical Method
황진아¹, 전명표², 주병권¹ (¹고려대, ²KICET)
- P2-S11-5 Dual Gas Sensor for Detecting Trimethylamine and Hydrogen Sulfide by Molybdenum Trioxide Nanopaper
윤지원¹, Hua-Yao Li¹, Liang Huang², Xiao-Xue Wang³, 이철순¹, 윤지옥¹, Jun Zhou², Xin Guo³, 이종훈¹
(¹고려대, ²Wuhan National Laboratory for Optoelectronics, ³Laboratory of Solid State Ionics)
- P2-S11-6 Ambivalent Effect of Ni-loaded SnO_2 Gas Sensor on Gas Sensing Performance
조영무*, Michael Hübner², Alexander Haensch², 김효중¹, Udo Weimar², Nicolae Barsan², 이종훈¹ (¹고려대, ²Tübingen Univ.)
- P2-S11-7 나노 섬유의 전기수력학(electrohydrodynamic) 프린팅을 이용한 저전력 반도체식 가스센서 어레이 제작
강경남*, 조인철, 박재호, 박인규 (KAIST)

포스터발표

Poster-II



2017년 4월 21일(금) 09:00-16:30

- P2-S11-8 Localized Synthesis Method for SnO_2 Nanotubes and Application on Low Power Gas Sensors
조인철*, 강경남, 윤정훈, 박인규 (KAIST)
- P2-S11-9 Toward for All Printable Fabrication of Noble Thermoelectric Hydrogen Gas Sensor Composed with Bi_2Te_3 and Graphene Supported Pt Catalyst
고광명^{1*}, 황태연¹, 김세일², 명노상², 좌용호¹ (¹한양대, ²Univ. California, Riverside)
- P2-S11-10 LSM-CGO-YSZ Composite as a Sensing Electrode for Limiting Current Gas Sensor
김혜원^{1*}, 유지행², 백동현², 조용수¹ (¹연세대, ²KIER)
- P2-S11-11 배기가스 입자상 유해물질 검지센서
이지혜*, 엄재현, 서호철 (세종공업)

S12. 세라믹압전 연구 동향 및 전망

- P2-S12-1 Hardening Behaviors in CuO-added ($\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}$) NbO_3 - $\text{K}_{5.4}\text{Cu}_{1.3}\text{Ta}_{10}\text{O}_{29}$ Lead-free Piezoelectric Ceramics
한형수*, 이창현, Trang An Duong, Thi Hinh Dinh, 이재신 (울산대)
- P2-S12-2 Effect of High-Energy Ball Milling Treatment on Electric-Field-Induced Strain Properties of Bi-based Ceramic Composite
박영석*, 한형수, 이창현, 정광휘, 김성현, 이재신 (울산대)
- P2-S12-3 Large Electromechanical Strain in Lead-Free Relaxor/Ferroelectric Piezocomposite Ceramics
NGUYEN HOANG THIEN-KHOI*, Thi Hinh Dinh, 홍영환, 한형수, 이재신 (울산대)
- P2-S12-4 Origin of Large Piezoelectric Effect in $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})$ - PbTiO_3 Single Crystals
김황필^{1*}, 이호용², 조 옥¹ (¹UNIST, ²선문대)
- P2-S12-5 Influence of A-site Deficiencies on the Electrical Properties of BNT-BKT Lead-free Piezoceramics
최진영^{1*}, 김태은¹, 홍창효¹, 이진주¹, 조재현¹, 안창원², 조 옥¹ (¹UNIST, ²울산대)
- P2-S12-6 Influence of A-site Deficiencies on the Electric Properties of BNT-BT Lead-free Piezoceramics
이주현^{1*}, 최진영¹, 김태은¹, 이진주¹, 홍창효¹, 안창원², 조 옥¹ (¹UNIST, ²울산대)
- P2-S12-7 Piezoelectric Properties Dependent on Phase Structure and Composition of KNN-BNKLZ-BS Lead-free Ceramics
양선아*, 김병훈, 이정자, 이민구 (KAERI)
- P2-S12-8 Expedient Synthesis of Perovskite Lead-free Piezoceramics by Mechanochemical Reaction
이경자^{1*}, 박은광¹, 양선아¹, 박진주¹, 부상돈², 이민구¹ (¹KAERI, ²전북대)
- P2-S12-9 (K, Na) NbO_3 계 세라믹스에서 조성 비가 압전 특성 및 에너지 하베스터 성능지수에 미치는 영향
고수환^{1*}, 김대수¹, 한승호², 강형원², 이형규², 김정석¹, 천채일¹ (¹KETI, ²호서대)
- P2-S12-10 Phase Transition Behavior and Mechanical Properties of $(1-x)(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ - SrTiO_3 Lead-free Piezoceramics
조소라^{1*}, 홍창효², 김대수³, 박근준⁴, 조유리⁴, 안창원⁵, 이형규⁴, 남 산¹, 조 옥², 한승호⁴ (¹고려대, ²UNIST, ³호서대, ⁴KETI, ⁵울산대)
- P2-S12-11 전력 생산의 안정성 향상을 위한 압전 에너지 하베스팅 모듈의 최적화 설계
조유리^{1*}, 강형원¹, 김대수², 박근준¹, 한승호¹ (¹KETI, ²호서대)
- P2-S12-12 굴곡면 변위 센서 응용을 위한 중 모드 PZT 압전 파이버 복합체의 제조 및 구조적 특성
임재훈*, 이민선, 윤지선, 박운익, 홍연우, 백종후, 조정호, 정영훈 (KICET)

S13. 산화물 반도체 소재 및 응용

- P2-S13-1 페로브스카이트 태양전지의 HTM용도의 NiO 박막의 제조
김록윤*, 박경봉, 김태희 (안동대)
- P2-S13-2 Properties of the IZTO Thin Films Deposited on Polyethylene Terephthalate Substrates with SiO_2 Buffer Layer
박종찬*, 윤영섭 (인하대)
- P2-S13-3 Amorphous Indium Zinc Tin Oxide-Based Thin Film Transistors Utilizing TiO_2 Gate Dielectrics
PUTRI MARYANE ANUGERAH^{1*}, 아니사드위레스타리¹, 허영우², 이희영¹ (¹영남대, ²경북대)
- P2-S13-4 Photocatalytic Activity of Al- TiO_2 Nanotubes
이득용*, 김예나, 이혜란 (대림대)

포스터발표

Poster-II



2017년 4월 21일(금) 09:00-16:30

- P2-S13-5 Substantially Enhanced Water Oxidation Activity of BiVO_4 by Shape-Controlled Au Nanoparticles : Critical Role of Plasmonic Resonant Energy Transfer
이미경*, 장호원 (서울대)
- P2-S13-6 Properties of Ga_2O_3 Film from Furnace Oxidation of Freestanding GaN
손호기^{1*}, 이영진¹, 이미재¹, 김진호¹, 황종희¹, 전대우¹, 이인환² (¹KICET, ²전북대)
- P2-S13-7 Exploration of M-doped SnO_2 Optimized Composition Using Continuous Composition Spread and Fabrication of M-doped $\text{SnO}_2/\text{Ag}/\text{M-doped SnO}_2$ Multilayer Structure
장주희*, 최지원 (KIST)
- P2-S13-8 Influence of Oxygen Partial Pressure to RF Magnetron Sputtered Amorphous InZnSnO Thin Film Transistors
아니사드위레스타리^{1*}, Maryane Putri², 허영우³, 이희영¹ (¹영남대, ²경북대)

G2. 에너지 환경 세라믹스

- P2-G2-1 Pore Characterizations of Low-cost Natural Material-based Open-cell Pore Structure Ceramic Support Layers
이수진^{1*}, 하장훈¹, Bukhari Syed Zaighum Abbas¹, 최재령¹, 이종만¹, 송인혁¹, 이승준², 최재호² (¹KIMS, ²국방과학연구소)
- P2-G2-2 Application of Liquid Spray Coating for Carbon Steel in Oxidizing Environments
Nguyen Minh Dat^{1*}, 방정원², 안수빈², 김영희², 황규홍¹, 권우택² (¹Gyeongsang Nat'l Univ., ²KICET)
- P2-G2-3 Facile Synthesis of a Si/SiC Composite Electrode and its Electrochemical Characterization for Application in Li-ion Batteries
Ngo Duc Tung*, 김한별, 박찬진 (전남대)
- P2-G2-4 적외선 발열체용 탄화규소 섬유매트의 제조 및 특성평가
배성균*, 신동근, 이윤주, 이현명, 조광연, 김우식, 권우택 (KICET)
- P2-G2-5 Effect of Surface Resistance on Ceramic Membrane for Syngas Production
김준영^{1*}, 신지영², 김건태¹ (¹UNIST, ²숙명여대)
- P2-G2-6 그래핀 적용 $\text{V}_2\text{O}_5\text{-WO}_3$ 나노복합체 SCR 촉매의 활성연구
이민우^{1*}, 이희수², 김진우¹, 김홍대¹ (¹KITECH, ²부산대)
- P2-G2-7 리튬 이온 배터리의 전기화학적 특성 향상을 위한 금속-실리콘 합금 음극재의 합성
권성우*, 홍성현 (서울대)
- P2-G2-8 Study on Catalytic Activity of $\text{CeO}_2\text{-V}_2\text{O}_5\text{-ZrO}_2$ for NO_x Removal with NH_3
정보라*, 예보라, 김홍대 (KITECH)
- P2-G2-9 Preparation of Asbestos Solidification Agent and its Scattering Prevention Performance
한양수^{1*}, 최성우², 조재민², 차성학², 이지호¹ (¹(주)나노스페이스, ²(주)건명테크윈)
- P2-G2-10 Al과 Hf이 도핑된 PCS(Polycarbosilane)의 합성과 열분해 특성 평가
이현명*, 이윤주, 배성균, 김영희, 권우택, 신동근 (KICET)
- P2-G2-11 $\text{VP}_{1.75}\text{@C}$ Nanocomposite as a High Performance Anode Material for Lithium-Ion Batteries
김경호*, 홍성현 (서울대)
- P2-G2-12 Characterizations of SiC Coated Carbon Fiber Composite Used as Thermal Insulator by LSI Method
안수빈*, 권우택, 방정원, 김수룡, 김영희 (KICET)
- P2-G2-13 카본함유 ADU화합물 제조 및 열처리
정경채*, 조문성, 김연구, 김웅선 (KAERI)
- P2-G2-14 전기방사법을 이용한 one-dimensional $\text{g-C}_3\text{N}_4/\text{PAN}$ 탄소나노섬유 구조체 제작 및 광 전기화학적 특성 향상에 대한 연구
장준영* (한양대)
- P2-G2-15 Fabrication of Porous Graphene Shell on Silicon for High Performance Lithium-Ion Battery Anode
정철호*, 홍성현 (서울대)
- P2-G2-16 Effect of Magnetic Core Size of $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-mesoporous SiO}_2$ Core-shell Nanoparticles on Removal of Heavy Metal Ions
JIN SUYUE^{1*}, 박범철², 함우승², 김영근² (¹한국내화, ²고려대)
- P2-G2-17 Piezoelectric Energy Harvesting and Charging Performance of $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ Nanoparticle-Based Composite Nanofibers
김승원*, LiuKaiHua, 최홍제, 한찬수, 조아라, 김다빈, 조용수 (연세대)

포스터발표

Poster-II



2017년 4월 21일(금) 09:00-16:30

- P2-G2-18 Preparations and Characterizations of the Open-cell Pore Structure Pyrophyllite Support Layers
이수진^{1*}, 하장훈¹, Bukhari Syed Zaighum Abbas¹, 최재령¹, 이종만¹, 송인혁¹, 이승준², 최재호² (¹KIMS, ²국방과학연구소)
- P2-G2-19 BaTiO₃/CoO-PANI Nanostructure on FTO Glass with the Enhanced Absorption and Photocatalytic Performance for Hydrogen Generation
김 현*, Amine Brayek, 양비룡 (금오공대)
- P2-G2-20 Organic Binder-free Cathode Using FeS₂-MWCNTs Composite for Thermal Batteries
고재환*, 박 훈, 이유나, 이강수, 윤영수 (가천대)

S22. 차세대 전기화학 에너지저장 소재기술

- P2-S22-1 열처리 후 양극 활물질이 응집되지 않는 알루미늄 코팅 방법
강연희^{1*}, 김창삼², 유광수¹ (¹서울시립대, ²KIST)
- P2-S22-2 Free-Standing 3D Ordered Porous Carbon Decorated with SnO₂ Nanoparticles for Use in Lithium-Ion Batteries
현가예*, 안창의, 김기선, 조동휘, 남상현, 함영진, 조수민, 전석우 (KAIST)
- P2-S22-3 Sn₄P₃ - C 나노구조체 합성을 통한 리튬 및 소듐 이온전지 전기화학 특성 평가
최종현*, 홍성현 (서울대)
- P2-S22-4 Iodine Doped Graphene Nanoplatelets Decorated on Nd_{0.5}Sr_{0.5}CoO_{3-d} Nanorod as an Efficient Electrocatalyst for Oxygen Reduction Reaction and Oxygen Evolution Reaction in an Alkaline Media
김창민^{1*}, 신지영², 김진태¹ (¹UNIST, ²숙명여대)
- P2-S22-5 연료전지용 Nafion 기반 복합 고분자 전해질 막 개발 및 특성 평가
우성필^{1*}, 이강수², 이유나², 김인예², 고재환², 신서운², 윤영수² (¹연세대, ²가천대)
- P2-S22-6 ALD (Atomic Layer Deposition) Grown Metal - Oxide for High capacitance and Asymmetric Supercapacitors using Activated Carbon Cloth as Conductive Flexible Electrode
현진호*, 신현정 (성균관대)
- P2-S22-7 Nanoscale Electrochemical Reactivity of Polymer Electrolyte Membrane for Fuel Cell Applications
김보라*, 설대희, 김윤석 (성균관대)
- P2-S22-8 산소 투과 모델을 통한 복합체 분리막의 표면교환 반응 해석
나범탁^{1*}, 박정환¹, 유지행², 주종훈¹ (¹충북대, ²KIER)
- P2-S22-9 Integral-Type Porous Co₃O₄/CoO/Co Anode with Hybrid-Micro-Nano Architecture for Lithium Ion Batteries
박혜지^{1*}, 조훈휘², 김경배¹, 홍기철¹, 김재현¹, David C. Dunand³, 최희만¹ (¹국민대, ²한밭대, ³Northwestern Univ.)
- P2-S22-10 Development of Rock-Salt Structured for High Energy Density Lithium-Ion Batteries
홍순현*, 박지환, 강범희, Emmanuel Owusu Afranie, 김천중, 김도진 (충남대)
- P2-S22-11 LiNi_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}O₂ Cathode Materials with High Physicochemical Stability by addition of Binding Oxides
강범희*, 구예현, 홍순현 (충남대)
- P2-S22-12 P2-Na_{2/3}Ni_{1/3}Mn_{2/3}O₂/O3-NaMnO₂ Composite Cathodes for Sodium Ion Batteries
이연우^{1*}, 변동진², 김창삼¹ (¹KIST, ²고려대)
- P2-S22-13 Na-NiCl₂ 전지에서 NaCl 입자 성장에 의한 용량 변화
김한준^{1*}, 변동진², 김창삼¹ (¹KIST, ²고려대)
- P2-S22-14 Aerosol Deposition of Lithium Titanium Oxide (Li₄Ti₅O₁₂) and Lithium Lanthanum Zirconium Oxide (Li₇La₃Zr₂O₁₂) for Lithium-Ion Storage
AFRANIE EMMANUEL OWUSU*, Gyuhyeong Kim, 김천중, 김도진 (충남대)
- P2-S22-15 All Solid-state Li-thin Film Batteries for Driving Glucose Sensors on Smart Lenses
이현석^{1*}, PARMAR NARENDRA SINGH¹, 김광범², 최지원¹ (¹KIST, ²연세대)

G3. 엔지니어링 세라믹스

- P2-G3-1 Oxidation Behaviors of SiCBased Ceramics by Kerosene-Oxygen Flame
박지연^{1*}, 김대중¹, 이현근¹, 임병주², 김원주¹ (¹KAERI, ²대양산업)

포스터발표

Poster-II



2017년 4월 21일(금) 09:00-16:30

- P2-G3-2 Synthesis and Magnetic Properties of Ca-La M-type Hexaferrites
이강혁*, YAN WEI, 유상임 (서울대)
- P2-G3-3 저온 수열합성을 통하여 YSZ 나노 분말 제조시 pH의 영향
이재훈*, 오지환, 배성환 (경남대)
- P2-G3-4 Characteristics of Nano-Sized, α -2ZrO₂×P₂O₅ Powder Prepared by PVA Solution Method
마충일*, 이상진 (목포대)
- P2-G3-5 수요일 발표로 변경
- P2-G3-6 수요일 발표로 변경
- P2-G3-7 수요일 발표로 변경
- P2-G3-8 TiO₂/WO₃ 혼합체에 대한 탄화환원 과정 중 (Ti,W)C/(Ti,W)(CN)의 안정화 영역
권한중^{1*}, 김원백¹, 김지웅¹, 문아람², 김병수¹ (¹KIGAM, ²UST)
- P2-G3-9 Effect of Al₂O₃ on Properties of WC-Al₂O₃ Composites
손인진*, 김동기 (전북대)
- P2-G3-10 Fabrication of Multilayered SiC Processed by Tape Casting
정동혁*, Pipit, Amit Siddharth Sharma, Arifin Septiadi, 윤당혁 (영남대)
- P2-G3-11 Effects of Brazing Temperature and Time on the Properties of GDC-LSM/Crofer 22 APU Joints
김명동* (영남대)
- P2-G3-12 Simulation Using Different Preform Architectures and the Fabrication of Tubular SiC_f/SiC by EPD and Hot Pressing
Pipit*, Amit Siddharth Sharma, 정동혁, Arifin Septiadi, 윤당혁 (Yeungnam Univ.)
- P2-G3-13 Tape Casting and Hot Pressing of SiC-ZrB₂ Composites
Wahid Muhamad FR* (Yeungnam Univ.)
- P2-G3-14 Joining of SiC_f/SiC Composites with Ti₃AlC₂ and Ti₃SiC₂ Tapes
Arifin Septiadi*, Pipit, Amit Siddharth Sharma, 윤당혁 (Yeungnam Univ.)
- P2-G3-15 Joining of SiC_f/SiC Composites with a Pre-ceramic Polymer Containing Si and C
Arifin Septiadi*, Pipit, Amit Siddharth Sharma, 윤당혁 (Yeungnam Univ.)
- P2-G3-16 Comparison of Microstructural Characteristics of CVD SiC Ceramics with Different Grain Growth
신정호*, 김대중, 이현근, 박지연, 김원주 (KAERI)
- P2-G3-17 SiC Porous Ceramics form Partially Hydropobized Colloidal Suspension
장우영^{1*}, Bijay Basnet¹, 박종규¹, 한인섭², 김익진¹ (¹한서대, ²KIER)
- P2-G3-18 Role of Nitrate Groups on the CeO₂ Surface in SiO₂ Chemical Mechanical Polishing
유경태* (한양대)
- P2-G3-19 고순도 탄화규소 제조방법 및 특성 고찰
김상호*, 이재하, 김형훈, 김은혜, 한석현 (강원테크노파크)
- P2-G3-20 Increase in the Concentration of Ce³⁺ ions of CeO₂ Nanoparticles for High Removal Rate of SiO₂ Chemical Mechanical Planarization
이명재*, 김기정, 서지훈, 이강천, 백운규 (한양대)
- P2-G3-21 SiC 섬유가 적용된프리폼에서 SiC 휘스커 성장 및 기지상 침착 거동
이호욱^{1*}, 김대중¹, 이현근¹, 김원주¹, 윤순길², 박지연¹ (¹KAERI, ²충남대)
- P2-G3-22 Mecganical Seal 제조용 SiC Seal 제조 및 기계적 특성 분석
서정민*, 도환수, 김우식, 김혜영 (KICET)
- P2-G3-23 SiC 분말 입자 크기가 성형체에 미치는 영향
정영석^{1*}, 최 균², 김세기², 윤호규¹ (¹고려대, ²KICET)
- P2-G3-24 Near-Infrared Transmittance Evaluation of Nanocomposite Transparent Ceramics Based on Mie Scattering Theory
마호진*, 정욱기, 김도경 (KAIST)

포스터발표

Poster-II



2017년 4월 21일(금) 09:00-16:30

S31. 전력반도체용 고열전도 세라믹 방열기판

- P2-S31-1 AlN 세라믹스의 고온열전도도와 전기적 특성에 미치는 CAS 글라스 첨가 효과
김시연^{1*}, 신호순¹, 여동훈¹, 윤호규² (¹KICET, ²고려대)
- P2-S31-2 전기방사에 의한 BN 파이버 합성 및 특성평가
이종혁^{1*}, 전명표¹, 정영근² (¹KICET, ²부산대)
- P2-S31-3 Si 분말 입도분포 및 소결조제 함량에 따른 Sintered Reaction-Bonded Silicon Nitride(SRBSN) 세라믹스의 열적 및 기계적 특성
오현명^{1*}, 이현권¹, 정 훈², 유제두² (¹금오공대, ²(주)윌텍스)
- P2-S31-4 Si 분말 평균입경에 따른 Sintered Reaction-Bonded Silicon Nitride(SRBSN) 세라믹스의 열적 및 기계적 특성
오현명^{1*}, 이현권¹, 정 훈², 유제두² (¹금오공대, ²(주)윌텍스)

S32. 열,환경 차폐 코팅소재, 공정 및 적용기술

- P2-S32-1 열, 환경차폐를 위한 SiC 코팅재의 고온환경 안정성과 특성연구
서형일^{1*}, 이기성¹, 채연화¹, 박지연² (¹국민대, ²KAERI)
- P2-S32-2 서스펜션플라즈마 용사로 제작된 란타늄/가돌리늄지르코네이트의 서로 다른 조성에 따른 등온 열화 사이클을 통한 열 손상 거동 연구
최소담^{1*}, 김태우¹, 이기성¹, 김성원², 오윤석², 김형태² (¹국민대, ²KICET)
- P2-S32-3 Recycling of Iron Oxide Sludge Wastes for Thermal Conductive Filler and Introduction of Thermal Conductivity Analyzer
이계행^{*} (KBSI)
- P2-S32-4 자가 치유능을 갖는 열차폐 코팅의 균열 거동 평가
전수혁^{*}, 이승수, 정성훈, LYU GUANLIN, 박현명, 정연길 (창원대)
- P2-S32-5 Effect of SiO₂ Content on Plasma Resistance of YAS Frit Coated Al₂O₃
박익근^{1*}, 이현권¹, 정 훈², 김병국² (¹금오공대, ²(주)윌텍스)
- P2-S32-6 Lifetime Performance of Lanthanum Zirconate based Thermal Barrier Coatings with Buffer Layer in Thermally Graded Mechanical Fatigue Environments
LYU GUANLIN^{*}, 정성훈, 이승수, 전수혁, 박현명, 정연길 (Changwon Nat'l Univ.)
- P2-S32-7 Influence of pH of Aqueous Solution upon Grinding Braid of Cu - Fe Metal Particles
박수영^{1*}, 전명표¹, 배동식² (¹KICET, ²창원대)
- P2-S32-8 YOF 서스펜션플라즈마 스프레이 코팅막의 제조 및 특성분석
김민숙^{*}, 김정자, 박주석, 김정훈, 이진훈 (KICET)
- P2-S32-9 Physical Properties of Mechanically Strengthened Silica Aerogels Prepared by Supercritical Drying
정해누리^{*}, Vinayak G. Parale, 박형호 (연세대)
- P2-S32-10 Fabrication and Characterization of Antimicrobial Thin Films Using Ag-SiO₂Doped Particles
배동식^{*}, 임현태 (창원대)
- P2-S32-11 플라즈마전해산화 환경차폐 코팅소재에 대한 공정조건에 따른 물성변화 연구
전민석^{1*}, 김배연², 김광엽³, 고강훈¹, 송준광¹, 김용남¹, 장영권¹ (¹KTL, ²인천대, ³(주)엠에스티테크놀로지)
- P2-S32-12 수열 합성법으로 제조한 나노입자제올라이트의 광학적 특성
배혜진^{1*}, 김혁중¹, 강천수², 최병호¹ (¹금오공대, ²(주)에이티엠코리아)
- P2-S32-13 열차폐코팅용 란타늄/가돌리늄지르코네이트 세라믹스의 상형성 및 열물리적 특성
이소율^{*}, 오윤석, 이성민, 김형태, 김성원 (KICET)
- P2-S32-14 희토류를 첨가한 ZrO₂ 세라믹스 제조
남정식^{1*}, 이영진¹, 김진호¹, 전대우¹, 황규홍², 이미재¹ (¹KICET, ²경상대)
- P2-S32-15 초고속화염용사 법으로 제조된 WC-CoCr과 WC-CrC-Ni 코팅의 마찰 특성
주윤곤^{*}, 정연길, 이재현 (창원대)
- P2-S32-16 초고속 화염 용사법으로 제조된 WC-CrC-Ni 코팅의 표면, 내마찰/마모 및 내부식 특성에 대한 레이저 열처리의 영향
주윤곤^{*}, 정연길, 이재현 (창원대)
- P2-S32-17 내플라즈마성알루미나(Al₂O₃) 세라믹스의 열화 거동을 통한 수명모델
윤지영^{*}, 최형석 (KICET)

포스터발표

Poster-II



2017년 4월 21일(금) 09:00-16:30

- P2-S32-18 열·환경 차폐 코팅을 위한 새로운 규산염의 기계적 거동
서형일^{1*}, 이기성¹, 박지연² (¹국민대, ²KAERI)
- P2-S32-19 란타눔/가돌리늄지르코네이트의 서로 다른 조성에 따른 열충격을 통한 열 손상 거동 연구
최소담^{1*}, 김태우¹, 이기성¹, 김성원², 오윤석², 김형태² (¹국민대, ²KICET)
- P2-S32-20 접촉 하중에 의한 열차폐 코팅재의 기계적 특성 연구
이동현^{*}, 이기성, 김태우, 김 철 (국민대)
- P2-S32-21 Electrical Conductivity of Mesoporous TiO₂ Thin Films according to the Porosity Change and Au Nanoparticle Incorporation
홍민희^{*}, 최하령 (연세대)
- P2-S32-22 Hybridization of Alumina Aerogel for an Increase of Specific Surface Area in Zirconia Aerogel
정해누리^{*}, 나하운, 박형호 (연세대)
- P2-S32-23 Introduction of Hydrosulfuric Acid as an Acid Catalyst on the Pore Structural Characteristics of Silica Aerogel
정해누리^{*}, 나하운, 박형호 (연세대)

G4. 나노융합세라믹스

- P2-G4-1 Synthesis and Rapid Sintering of CoTi-ZrO₂ Composite
손인진^{*}, 김신호 (전북대)
- P2-G4-2 Cu 불순물 도핑을 통한 NiO p형 산화물의 전도도 및 광학 물성 제어
박성곤^{1*}, 방준호², 이재훈¹, 이용제¹, 이기문¹ (¹군산대, ²동경공대)
- P2-G4-3 Three-Dimensionally Bicontinuous Conductive Nanostructure for High-Performance Strain Sensor
조동휘^{*}, 안창의, 현가예, 함영진, 조수민, 전석우 (KAIST)
- P2-G4-4 Size-dependent Surface Charge of Silica Nanoparticles for Adsorption with a Flat Silica Surface
소성현^{*} (한양대)
- P2-G4-5 Enhancement of Dielectric Constant of Alumina/ Few-layer Graphene Multilayer Composites
이은실^{1*}, 김종영¹, 최기범¹, 심우영², 윤대호³ (¹KICET, ²연세대, ³성균관대)
- P1-G4-9 Ag가 도핑된 n형 초양자점
이시택^{1*}, 방지원¹, 이윤기² (¹KICET, ²경상대)

S41. 저차원나노소재

- P2-S41-1 Enhanced Thermoelectric Properties in Bi/TeCore/Shell Heterostructure Nanowires through Strain and Interface Engineering
김정민^{*}, 김관식, 이우영 (연세대)
- P2-S41-2 Graphene Dispersion on Bi-Sb-Te matrix by Melt Spinning Process
윤정섭^{1*}, 송재민¹, 정 만¹, 서원선¹, 이순일¹, 임영수², 신원호¹ (¹KICET, ²부경대)
- P2-S41-3 Synthesis and Characterization of Paintable Bi₂Te₃ based Thermoelectric Materials
김민석^{*}, 박성훈, 조승기, 손재성 (UNIST)
- P2-S41-4 A-site Modification for Charge Control to Enhance Dielectric Properties of Perovskite Nanosheet
임해나^{1*}, 류소연^{1,2}, 성영은³, 최지원¹ (¹KIST, ²고려대, ³서울대)
- P2-S41-5 Effect of Oxygen Vacancy Doping on the Thermoelectric Properties of SrTiO₃
Jamil^{1*}, Nguyen Van Du¹, 서원선¹, 김명호², 이순일¹ (¹KICET, ²창원대)
- P2-S41-6 Influence of Ti Substitution on the Thermoelectric Properties of (Hf_{0.5}Zr_{0.5})_{1-x}Ti_xNiSn_{0.998}Sb_{0.002} n-type half-Heusler Compounds
Nguyen Van Du^{1*}, Jamil¹, 서원선¹, 김명호², 이순일¹ (¹KICET, ²창원대)
- P2-S41-7 Improvement of Coloration Efficiency in Electrochromic Film Using Mono-layer Graphene
최동수^{1*}, 이영훈² (¹동아대, ²성균관대)
- P2-S41-8 Cu 첨가에 따른 n형 Bi₂Te_{2.7}Se_{0.3}의 열전성능 증대
고미희^{*}, 이규형, 최수라 (강원대)

포스터발표

Poster-II



2017년 4월 21일(금) 09:00-16:30

- P2-S41-9 Ti, Hf 치환에 의한 나노그레인구조 n형 ZrNiSn계 half-Heusler 열전소재의 성능증대
배기욱^{1*}, 이규형¹, 김성웅², 김기성² (¹강원대, ²성균관대)
- P2-S41-10 열간압출을 이용한 고성능/고신뢰성 Near Net Shape N형 Bi-Te-Se계 소재 제조
황정윤^{1*}, 이규형¹, 김성웅², 송승민² (¹강원대, ²성균관대)
- P2-S41-11 Optimized Fracture Toughness of Al and Bi co-doped Mg₂Si by Metal Nanoparticle Decoration
김관식^{1*}, 이휘종¹, 김정민¹, 노종욱², 여인웅³, 김병욱³, 이규형⁴, 이우영¹ (¹연세대, ²삼성중학기술원, ³현대자동차, ⁴강원대)
- P2-S41-12 Sb₂Te₃과 PEDOT:PSS를 이용한 유·무기 복합체 형성 및 열전특성평가
김혜영^{*}, 임재홍 (KIMS)
- P2-S41-13 0차원 탄소나노소재를 이용한 열전복합재료 합성 및 특성연구
민태식^{1*}, 손인준², 김경태¹ (KIMS, ²경북대)
- P2-S41-14 Synthesis of Sr_(1-x)Bi_(2+2x/3)Ta₂O₉ Nanosheets by Soft Chemical Method
류소연^{1,2*}, 남 산², 최지원¹ (KIST, ²고려대)

G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스

- P2-G7-1 Microstructure Based Evaluation of Degradation of Aged Porcelain Suspension Insulators Used in Transmission Line
조준영^{1*}, 지상구¹, 한장원¹, 안희성², 김태완², 박 찬¹ (¹서울대, ²KEPRI)
- P2-G7-2 고분산Fiber를 이용한 텅스텐글러시건닝재의 특성연구
김대석^{*}, 고진석, 이석근 (한국내화 (주))
- P2-G7-3 Calcined Alumina의 미세구조에 따른 Castable의 물리적 특성 평가
이슬비^{*}, 최유진, 고진석, 이석근 (한국내화 (주))
- P2-G7-4 폐기물 가스화 용융로용 Al₂O₃-Cr₂O₃ Castable의 개발
최재철^{*}, 김원갑, 이석근 (한국내화 (주))
- P2-G7-5 0.3mm 이하에서의 무기계 및 유기계 혼화재료를 사용한 보수용 모르타르의 기초 특성에 관한 연구
김진웅^{*}, 황지순, 정석만 ((주)인트렐)
- P2-G7-6 수계 및 열가소성 바인더에 따른 실리카 다공체 물성 연구
여정구^{1*}, 박정수², 이진석¹, 조철희² (KIER, ²충남대)
- P2-G7-7 UV 광경화를 이용한 실리카 다공체의 성형 및 열처리 연구
여정구^{1*}, 박정수², 양승철¹, 조철희² (KIER, ²충남대)
- P2-G7-8 Corrosion Mechanism of Yttria Stabilized Zirconia by Mold Flux Containing Calcium Fluoride
소성민^{1*}, 김경훈¹, 박주석¹, 안종필¹, 이삼행¹, 김형순², 이성갑³ (KICET, ²인하대, ³경상대)
- P2-G7-9 IGCC Slag를 재활용한 고로슬래그 시멘트 혼합재 개발
임창성^{*}, 김소희, 이재훈, 이지연, 이기강 (경기대)
- P2-G7-10 승온속도에 따른 인공경량골재의 발포특성에 관한 연구
이재훈^{*}, 임창성, 김소희, 이지연, 이기강 (경기대)
- P2-G7-11 유동충석탄회를 재활용한 인공경량골재의 흡수를 저감 연구
김소희^{*}, 임창성, 이재훈, 이지연, 이기강 (경기대)
- P2-G7-12 EPCs를 기반으로 한 연구실 단위 Calcium Silicate의 생물학적 적합성 평가와 수화과정 연구
남궁연^{*}, 국재근, 임하니, 송선주 (전남대)

G8. 전산재료과학 및 재료분석

- P2-G8-1 페로프스카이트 구조 산화물의 다양한 유형 계면에서 공간전하에 의한 용질원소의 편석
윤혜인^{1*}, 이동규¹, 강석중², 정성윤¹ (KAIST, ²KICET)
- P2-G8-2 Garnet형 Li₇La₃Zr₂O₁₂계 고체전해질 저온 합성 및 성능 평가
윤근영^{*}, 이은정, 정현아, 황해진 (인하대)
- P2-G8-3 소결 중기의 기공 분해에 따른 소결 구동력의 변화 예측
오경식^{*}, 정태주, 백용균 (안동대)

포스터발표

Poster-II



2017년 4월 21일(금) 09:00-16:30

G9. 생활 및 전통 세라믹스

- P2-G9-1 디지털 프린팅용글래스-세라믹 복합 잉크 제조 및 특성 평가
권종우^{1*}, 이지현², 이종훈¹, 황광택³, 김진호³, 한규성³ (¹고려대, ²인하대, ³KICET)
- P2-G9-2 적층조형 공정을 위한 세라믹 복합 잉크의 합성 및 프린팅 특성
이지현^{1*}, 한규성², 황해진¹, 황광택², 김진호², 조우석², 이진욱² (¹인하대, ²KICET)
- P2-G9-3 테이프 캐스팅 공정을 이용한 지르코니아 세라믹 블레이드 제작
정재훈^{*}, 이현준, 황해진 (인하대)
- P2-G9-4 Optical Fleximeter를 이용한 glazed ceramic의 tension상태와 변형에 대한 정량분석
이윤주^{*}, 김응수, 조우석 (KICET)
- P2-G9-5 Polymer 첨가제를 이용한 수계 세라믹 잉크의 유동학적 물성 변화에 관한 연구
류국현^{1*}, 김응수¹, 이종훈², 조우석¹ (¹KICET, ²고려대)
- P2-G9-6 가수분해 / 침전법에 의한 3Y-ZrO₂의 합성 및 소결특성
김보량^{1*}, 이주성², 이근봉², 오영우², 채지훈³, 강종봉¹ (¹경남대, ²(주)쎄노텍, ³(재)경북하이브리드부품연구원)
- P2-G9-7 세라믹 코팅에서 PDMS의 점도에 따른 비점착성과 세라믹 코팅의 표면 특성
김민희^{1*}, 이보배², 김성준² (¹테라믹스, ²네오플랩)
- P2-G9-8 졸겔법을 이용하여 코팅한 세라믹 주방용품의 pH 변화에 따른 비 점착성 결과
김현민^{*}, 김상목, 유주희 (테라믹스)

G6. 유리 및 비정질 세라믹스

- P1-G6-8 미량 원소첨가 칼코지나이드 유리의 적외선 대역 흡수와 굴절률 분산의 상관관계
이우형^{1*}, 이준호¹, 김 현¹, 신상열¹, 이정환¹, 박봉제², 정운진³, 최용규¹ (¹항공대, ²ETRI, ³공주대)
- P1-G6-9 미량 원소 첨가를 통한 칼코지나이드 유리의 적외선 대역 투과 스펙트럼 조절
김 현^{1*}, 이준호¹, 이정환¹, 이우형¹, 정운진², 최용규¹ (¹항공대, ²공주대)

구두 발표

PL-1 산업계 관점에서 기능성 세라믹 재료개발에 지능형 전구체 설계가 중요한 이유는?

Why Intelligent Particulate Precursor Design in Industry? (From Ceria Abrasive for CMP to Gradient NCM Cathode Materials for EV)

조승범, LG화학 재료연구소 양극재 PJT 연구위원

25년 이상을 세라믹 분체합성 및 공정을 연구하면서 산업계에서 느끼는 세라믹 분체합성 및 세라믹 프로세싱의 중요성에 대해 논하고자 합니다. 현재 많이 사용되고 있는 대표적인 세라믹 분체 재료는 무엇이 있을까요? 현재 산업계에서 사용되는 많은 세라믹 분체 재료들 중에 BaTiO₃, 형광체, Ceria 연마재, 2차전지용 양극재 정도면 대표성을 띠고 있다고 생각합니다. 이러한 세라믹 분체 재료개발에서 가장 중요한 공정은 무엇일까요? 저의 경험을 통해서 보면 분체 재료개발에서 가장 중요한 공정은 집을 짓는 것을 비유하면 기초에 해당하는 전구체 설계 및 제조단계라고 생각합니다. 즉 적용분야에 적합한 최종 세라믹 분체를 만들기 위해 최종 분체 특성을 구현하기 적합한 전구체 구조와 형태를 설계하고 양산 가능한 합성방법들을 잘 조합하여 실제 구현하는 것이 가장 중요하다고 생각합니다. 이번 강연에서는 집의 기초가 탄탄해야 천재지변과 같은 악조건에서도 버틸 수 있듯이 전구체에 대한 지능형 설계가 최종 세라믹 분체특성에 얼마나 지대한 영향을 주며 전구체 설계단계가 견고하지 못할 경우 후속공정인 분쇄, 분산, 소성, 도핑, 코팅, 소결공정으로 최종제품의 핵심특성(형광체의 열화특성, Ceria 연마재의 Scratch특성, 2차전지의 Safety 특성 및 구조붕괴)을 조절하기 얼마나 힘든지를 다루고자 합니다.

이러한 세라믹 분체의 전구체 설계기술은 향후 핵심재료 내재화를 통해 일본과 경쟁에서 우위를 점하고 중국의 추격을 뿌리쳐야 하는 우리 재료산업에 종사하는 연구자들이 관심을 가져야 할 분야가 아닌가 생각합니다.

PL-2 Cavitation Damage of Ceramic Phases for Structural Applications

Zbigniew Pędzich, AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics, Department of Ceramics and Refractory Materials, 30 Mickiewicza Av, 30-059, Krakow, Poland
Cavitation is a phenomenon caused by the repeated nucleation, growth, and violent collapse of clouds of bubbles within the liquid. Microstreams of liquid developed during the implosion of cavitation bubbles as well as the action of pressure waves from disappearing bubbles are the main causes of destruction on swilled surfaces leading to a loss of material, i.e. to cavitation erosion. On the surface of the material exposed to the acting of liquid, the cavitation phenomenon induces local destruction of the surface layer as a consequence of the resultant effect of liquid micro-stream blows with high hydrodynamic parameters as well as pressure waves. Many researchers consider that due to the nature of loading, destruction of material surface can be compared to the fatigue process. This means that materials with larger resistance to cavitation erosion are the first of all characterised by high hardness and micro-hardness as well as fine-grained one-phase microstructure having internal compressive stresses. Among metallic materials the progress in cavitation resistance could be achieved by application of intermetallic phases. Also ceramic materials could be perspective for such applications. The problem of the devastation of fluid-flow machinery components is very complex. It consists of processes of erosion and corrosion. The usage of ceramic materials

in applications endangered by intensive cavitation could limit corrosion phenomena. The number of works devoted to the investigation of resistance to cavitation erosion of ceramic materials is not large and they concern the properties of pure phases, mainly. As a result, they gave some useful data suggesting which phases could be more resistant than the other and how the microstructure of sinters could influence the susceptibility to cavitation wear of ceramic phases.

PR-1 Innovative Processing of Nano Ceramics and its Application to Engineering and Energy Field

Do Kyung Kim, Department of Materials Science and Engineering, KAIST

Design and processing of nano ceramics have an effect on the properties of materials system and devices. The ceramic processing has been advanced in a variety of ways to meet engineering requirements of each application with unique characteristics of the ceramic materials.

Here, I introduce several research areas of ceramics, such as synthesis of nano structured ceramic powders and its contribution to the energy application. The work includes the synthesis of ceramic nanostructures, such as TiO₂ and WO₃ for photocatalytic and photovoltaic properties, BaTiO₃-based perovskites for energy harvesting, and ultrathin LiMn₂O₄ nanorod/nanowires for energy storage, representatively. The recent studies include synthesis and characterization of sodium-based electrodes such as Na₃V₂(PO₄)₃, P2 layered materials and sulfur-based nanostructures for next-generation energy storage systems. These investigations have shown an impressive performance as well as meaningful results.

I also present some of our important studies on the contact fatigue behavior of ceramics and ceramic laminates by using spherical Hertzian indentation. The relevance of damage to lifetime-limiting failures of engineering and biomechanical layer systems has been recognized. And this work of contact damage has been extended to development of unique method which is useful methodology to evaluate the dynamic fatigue behavior of hard ceramics for armor applications.

G1-1 Conceivable Strategies for Making Lead-free Piezoceramics Practical

무연 압전세라믹 상용화를 위한 전략 탐색

조옥*, UNIST

Active researches to develop lead-free piezoceramics in replace of their lead-based counterparts, representatively, PZT, over the last two decades seem to be culminated with the following two generally-accepted conclusions: 1) Few known lead-free piezoceramics can, if any, be as versatile as PZTs and 2) The number of lead-free piezoceramic systems of a potential importance for real world applications is very limited no greater than 3 such as bismuth-sodium-titanate (BNT)-based, potassium-sodium-niobate-based, barium titanate (BT)-based solid solutions. Though generally accepted, they have never been properly rationalized, yet. Facing the given situation, we have done a series of analyses to see if the presumed statement is worth taking. Based on the new conclusions drawn from the

analyses, we will discuss possibly adoptable strategies to enable lead-free piezoceramics to be in practical uses.

G1-2 Modulation of Ferroelectric Properties by the mixturing of Nanograins

나노그레인 혼합에 의한 강유전특성 조절

정대용^{1*}, 이정근¹, 박춘길¹, 최중진², 류정호². ¹인하대학교, ²재료연구소

압전세라믹에서 가장 대표적인 PZT는 MPB(상공존영역)에서 가장 우수한 강유전, 압전특성을 나타낸다. 여러 연구결과에 따르면 상공존영역에서는 Tetragonal과 Rhombohedral상이 나노크기로 공존하며, 따라서 자발분극의 방향이 $4 + 8 = 12$ 개가 되어 우수한 특성을 나타낸다고 알려져 있다. 본 연구에서는 간단하게 혼합하는 방법을 이용하여 나노크기의 레인을 가지는 PZT를 제조하고 기존 제조방법으로 제조한 시편과 비교하였다.

G1-3 Low Temperature Sintering [001] Textured PZT-PZNN Ceramics by Template Grain Growth

TGG 공법을 통한 저온 소결된 [001] 배향 PZT-PZNN 세라믹스

이호준^{1*}, 이태곤², 김대현¹, 남산¹. ¹고려대학교, ²KU-KIST융합대학원
The $\text{Pb}(\text{Zr}_{1-x}\text{Ti}_x)\text{O}_3\text{-Pb}[(\text{Zn}_{1-y}\text{Ni}_y)_{1/3}\text{Nb}_{2/3}]\text{O}_3$ (PZT-PZNN) ceramics have been textured with [100]-oriented BaTiO_3 (BT) platelets which were synthesized by topochemical microcrystal conversion method. The sintering temperature of the PZT-PZNN ceramics was approximately 1100°C but when the templated grain growth (TGG) were used by BT platelets, the PZT-PZNN ceramics were well-textured at 950°C . The lotgering factors (LF) of the BT-added PZT-PZNN ceramic sintered at 1100°C and 950°C were each 65% and 95%. It indicates that the BT-added PZT-PZNN ceramic sintered at 950°C was well-textured than sintered at 1100°C . Therefore, the sintering temperature of the PZT-PZNN ceramics should be decreased for the TGG. The PZT-PZNN ceramic without the TGG showed the strain (0.176%) at 3.0 kV/mm but the textured PZT-PZNN ceramic exhibited the increased strain of 0.276% at 3.0 kV/mm. Therefore, [001] textured PZT-PZNN ceramics which have low sintering temperature and enhanced strain can be well used for actuator.

G1-4 Effect of $(\text{Sn}_{1/2}\text{W}_{1/2})^{5+}$ Substitution for Nb^{5+} of $\text{Mg}_4\text{Nb}_2\text{O}_9$ ($(\text{Sn}_{1/2}\text{W}_{1/2})_x\text{O}_9$ Ceramics

$\text{Mg}_4\text{Nb}_2\text{O}_9$ ($(\text{Sn}_{1/2}\text{W}_{1/2})_x\text{O}_9$ 세라믹스의 Nb^{5+} 에 $(\text{Sn}_{1/2}\text{W}_{1/2})^{5+}$ 치환의 효과
김정훈*, 김응수. 경기대학교

Recently, much attention has been paid to the microwave dielectric materials with high quality factor (Qf) for the various applications of 5G communication systems. Several types of dielectric materials have been investigated and one of good candidate is $\text{Mg}_4\text{Nb}_2\text{O}_9$ with corundum structure. Quality factor (Qf) of $\text{Mg}_4\text{Nb}_2\text{O}_9$ could be controlled by the substitution of isovalent ions for Nb^{5+} site. In this study, the effects of isovalent substitution on microwave dielectric properties and structural characteristics of $\text{Mg}_4\text{Nb}_{2-x}(\text{Sn}_{1/2}\text{W}_{1/2})_x\text{O}_9$ ($0.05 \leq x \leq 0.3$) ceramics were investigated as a function of content (x). The crystal structures of the specimens were evaluated by the combined Rietveld and reference intensity ratio (RIR) method from X-ray diffraction data. The Qf value was enhanced for the specimens with $\text{Mg}_4\text{Nb}_{1.95}(\text{Sn}_{1/2}\text{W}_{1/2})_{0.05}\text{O}_9$ showed the highest value (274,000 GHz). This result could be attributed to the higher average bond

valence of $\text{Mg}_4\text{Nb}_{1.95}(\text{Sn}_{1/2}\text{W}_{1/2})_{0.05}\text{O}_9$ specimen than those the other specimens. Effects of the structural characteristics on the dielectric constant (K) and the temperature coefficient of resonant frequency (TCF) of the specimens were also discussed.

G1-5 Multi-layered Magnetoelectric Energy Harvesting Module for Power Line Monitoring

파워라인 모니터링용 적층형 자기전기에너지하베스터 모듈

강형원^{1*}, 한승호¹, 박근준¹, 김대수², 조유리¹, 정영훈³, 남산⁴, 조욱⁵, 류정호⁶. ¹전자부품연구원, ²호서대학교, ³한국세라믹기술원, ⁴고려대학교, ⁵울산과학기술대학교, ⁶재료연구소

전기 소비 정보에 따라 전기 생산/공급을 제어하는 지능형 전력망 사업인 스마트그리드(Smart-Grid) 사업에서 전력 설비에 대한 상태를 감시 진단하고 이러한 데이터를 통제소에 제공해주는 것은 대단히 중요하다. 이러한 역할을 하는 것이 전력 상태 감시 시스템인데 이 시스템 내에는 풍향, 풍속, 기압, 기온, 장력, 낙뢰, 전류 등을 측정하는 센서가 내장되어 있다. 각 센서에는 센서 전원 공급용 배터리가 내장되어 있는데 자가 발전원을 적용할 경우 유지 관리가 용이하다. 본 발표에서는 전력선으로 부터 발생하는 자기 에너지를 이용하여 전기에너지를 발생하는 자기전기에너지하베스터를 소개하고 관련한 소재 소자 모듈의 설계, 제작 및 현재까지 측정된 자기전기 특성 및 발전량에 대해서 언급하고자 한다.

G1-6 Electro-caloric Effect of $\text{BaTiO}_3\text{-Bi}(\text{Zn}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ Ceramics

$\text{BaTiO}_3\text{-Bi}(\text{Zn}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ 세라믹스의 전기열량효과

김대수^{1*}, 김빛찬¹, 김정석¹, 강형원², 한승호², 천채일¹. ¹호서대학교, ²전자부품연구원

전기 열량 효과(Electro-Caloric Effect)는 단열상태의 강유전 세라믹스에 외부전기장을 인가하거나 제거할 때, 전기 분극 배열의 변화에 따른 엔트로피의 변화로 인해 세라믹스의 온도가 변화하는 것을 말한다. 전기열량효과를 사용하는 고체상태 냉각 소자는 높은 효율과 소형화의 유리함으로 인해 많은 관심을 받고 있다. 높은 전기 열량 효과가 보고된 재료들은 $\text{Pb}(\text{Mg},\text{Nb})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$ 등 Pb를 포함한 화합물이며, 최근 친환경 무연 (완화형) 강유전 세라믹스의 전기 열량 효과에 대한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 $(1-x)\text{BaTiO}_3\text{-xBi}(\text{Zn}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ (BT-BZT) 무연 세라믹스의 상전이 거동과 전기 열량 효과를 조사하였다. BT-BZT 세라믹스를 일반적인 고상 반응법으로 합성하였다. $(1-x)\text{BT-xBZT}$ 는 BZT 함량이 증가함에 따라 $x < 0.05$ 근처에서 결정구조가 정방정계에서 의사입방체로 변화하였다. 전기열량효과는 BT-BZT 세라믹스의 조성 상 경계 근처에서 조사하였다. 상온에서 180도까지 넓은 온도범위에 걸쳐 P-E 이력 곡선을 측정하였고, 전기열량효과에 의한 세라믹스의 온도변화 ΔT 는 온도변화에 따른 분극 데이터로부터 Maxwell 식을 이용해 간접적으로 계산되었다. BT-BZT 세라믹스의 상전이 거동은 온도변화에 따른 유전율의 변화를 측정하여 조사하였다. BT-BZT 세라믹스에 대해서 조성에 따른 전기 열량효과와 상 전이 거동의 변화를 논의하고자 한다.

G1-7 Fabrication of a Structural Health Monitoring Sensor Module based on BNT-ST/PVDF Nanofiber

BNT-ST/PVDF 나노섬유 기반의 구조물 모니터링 센서 모듈 제작

지상현^{1*}, 조정호¹, 백종후¹, 윤준도², 윤지선¹. ¹한국세라믹기술원, ²경남대학교

Piezoelectric nanofiber sensor modules of polyvinylidene fluoride (PVDF) polymer and lead-free $0.78\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3\text{-}0.22\text{SrTiO}_3$ (BNT-

ST) piezoelectric ceramics were fabricated by electrospinning method and a WIP process. The XRD, FE-SEM, EDS mapping and polarization-electric field (P-E hysteresis loop) results indicated that the BNT-ST/PVDF nanofibers with a BNT-ST ceramic of 60 wt% had a better characteristics such as a single phase of perovskite structure, good morphology and higher piezoelectric properties. The poling effects on the performance of the lead-free piezoelectric nanofiber module were investigated by XRD and temperature-dependence dielectric properties. For structural health monitoring sensor application, the sensor characteristics of the poled and unpoled lead-free piezoelectric nanofiber sensor modules were measured by simulating several situations, and the poling process contributed greatly to the improvement of the sensing performance.

G1-8 Red Luminescence Properties of La-Ti-O Phosphor

La-Ti-O 형광체의 적색 발광 물질

장성식*, 강릉원주대학교

The red luminescing phosphors (La-Ti-O) are formed from La_2O_3 and TiO_2 via simple solid-state reaction. Emission and excitation spectra are investigated for these phosphors. Photoluminescence excitation (PLE) shows a good absorption band near UV (~ 395 nm), blue (~ 470 nm) and the green (~ 530 nm) spectral region of visible spectrum as well. Photoluminescence (PL) measurements reveal that these phosphors emit orange-red emission between 610 and 620 nm. Luminescence intensities changes as a function of temperature are performed on these phosphors. These red La-Ti-O phosphors reveal good thermal stability up to 150°C . The optical properties, specially, decay time measurements, X-ray diffraction (XRD) measurements of these TiZn_2O_4 phosphor are examined.

G1-9 Low-loss Piezoelectric Single-Crystal Fibers for Enhanced Magnetic Energy Harvesting with Magnetoelectric Composite

류정호^{1*}, Annapureddyvenkateswarlu¹, 김미소², 정대용³. ¹재료연구소, ²한국표준과학연구원, ³인하대학교

We are surrounded by magnetic noise with a low frequency of 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 an effective way to get an improved electric power density using a simple magneto-mechano-electric (MME) technique which is called MME generator out of a weak magnetic noise of 200-500 μT at 60 Hz. This generator adopts an array of the [011]-oriented piezoelectric PMN-PZT single crystal macro-fibers laminated with Cu electroplated polyimide sheet on a flexible magnetic Ni metal plate in the form of a magnetoelectric (ME) cantilever structure to transform tiny magnetic field to electric power. The fabricated hybrid composite generator had performed a strong ME coupling ($\alpha_{\text{ME}} \sim 135.5$ V/cm-Oe) even without a magnetic bias field. The tuning of electric and mechanical properties of the PMN-PZT macro-fibers shows massive change in the output voltage and thereby output electric power density of the generator. The generator with hard PMN-PZT macro-fibers harvested a high open circuit voltage of 94 V and a short-circuit current of 115 μA via a weak magnetic noise of 500 μT at 60 Hz. The corresponding optimal output DC electric power density is 2.1 mW/cm^3 , which is about 80-200%

higher than that of the other devices embedded with different PMN-PZT fiber composites.

G1-10 Electrical Characteristics of Oxide Thin Film Transistors with Low-Temperature Processed Gate Insulators

저온 공정의 게이트 절연막을 이용한 산화물 박막트랜지스터의 전기적 특성 분석

양대규*, 김형도, 김종현, 김현석. 충남대학교

오늘날 차세대 디스플레이로 각광 받고 있는 플렉서블 디스플레이 (Flexible Display)는 접을 수 있고 휘어지는 등 형태를 쉽게 변형시킬 수 있는 큰 장점을 보여준다. 형태의 변형을 통하여 공간의 활용도를 높여주며 스마트폰과 자동차용 디스플레이, 웨어러블 기기 등 다양한 분야에 적용이 가능하다. 하지만 플렉서블 디스플레이에 사용되는 기판은 유연성을 보유하면서 열팽창이 작고 고온에서 공정이 가능해야 한다. 플라스틱 기판의 종류에는 PEN (Polyethylene naphthalate), PET (Polyethylene terephthalate), PI (Polyimide)가 있으며 유리전지 온도는 각각 120, 78, 340°C 이다. 본 연구에서는 플라스틱 기판의 도입을 위해 유리 기판 위에서 저온 ($\leq 200^\circ\text{C}$) 공정으로 제작된 게이트 절연막을 이용하여 IGZO (In-Gallium-Zinc Oxide) 산화물 반도체의 전기적 특성을 분석하였다. 그리고 각각 RF magnetron sputter와 ALD (Atomic Layer Deposition)를 이용하여 증착한 SiO_2 와 Al_2O_3 게이트 절연막의 전기적 특성을 비교하였다.

G1-11 Dichromatic Electroluminescence from Position-controlled *n*-ZnO Wire Arrays/*p*-GaN Film Heterojunction

p-GaN 박막 상에 *n*-ZnO 와이어의 위치 선택 성장을 통한 이중색 합 제조 및 이의 발광 특성

정준석*, 최지은, 홍영준*. 세종대학교

This study reports on electroluminescent characteristics of position-controlled *n*-ZnO wire structure arrays/*p*-GaN film heterojunction light-emitting devices (LEDs). Both of *n*-ZnO microwire (MW) and nanowire-bundle (NW-B) arrays were heteroepitaxially deposited *p*-GaN film by aqueous solution synthesis method. The ZnO MW grown on a single hole opening exhibited a single-body hexagonal prismatic morphology, while the ZnO NW-B on a hole consisted of plenty NWs with sharp tips. The two types of wire/film *p*-*n* heterojunctions LEDs showed almost similar electrical behaviors, which was similar to backward diodes. Those heterojunctions presented reverse-bias-driven electroluminescence (EL) emission, while no light emission was observed under forward-bias voltage conditions. The MWs- and NW-Bs-based heterojunction LEDs represented different EL emission colors of whitish-blue and greenish-yellow light, respectively, although the LEDs emitted only two specific EL lines of 445- (indigo) and 560-nm (yellow)-wavelength peaks. The origin of different dichromatic EL emission colors was studied based on photoluminescence (PL) spectra. The different EL colors are discussed in terms of depletion thickness and electron tunneling probability determined by peculiar wire/film junction geometry and size. The important factor leading to yield two different ZnO wire morphologies are also discussed based on the experimental results using seed layers treated at different annealing temperatures.

G1-12 Eco-friendly Antibacterial Activity Films using Al doped ZnO based Thin Films

Al doped ZnO 박막을 이용한 친환경 항균 필름

최형진*, 윤순길, 충남대학교

Modern society has damaged by various types of bacteria and viruses occur, such as *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, and *E. coli*, are living while touching in our life. Silver nanoparticles (NPs) and ions are known to have a strong inhibitory effect on these microorganisms. As a result, have been produced various antibacterial products, it is widely are commercialized antimicrobial films using silver NPs and ions. Recently, the environmental problems have been raised by the Silver ions released in the water from antibacterial products. Therefore, instead of Ag NPs, most studies have focused mainly on ZnO NPs to accomplish an antibacterial effect. But, Zinc ions also above a limited amount that were released into the water from the ZnO films could be very harmful to humans.

ZnO and Al doped ZnO (AZO) 30 nm-thick films deposited at room temperature onto a glass substrate by RF sputtering. The ZnO based films showed strong antibacterial activity by film attachment method (JIS Z 2801). However, in these cases of ZnO and low Al doped ZnO (Al 3 ~ 10 at%), it has a problem that Zn or Al is dissolved in the water and acid. Therefore, increasing the transparency and stability of ZnO thin film through a change of the Al doping amount to 0 ~ 90 at%, made an antibacterial films has not been dissolved in the water and acid. Also, this study discusses the characterization of Al doped ZnO based thin films and the mechanism of their antibacterial activity.

G1-13 Wrinkle- and Defect-Free Graphene Grown Directly at Chemical Vapor Deposition at Low Temperature

화학기상증착법을 통한 주름 및 결함이 없는 그래핀 저온 성장

박병주*, 윤순길, 충남대학교

Direct graphene growth on functional substrates via chemical vapor deposition is an attractive approach to manufacturing flexible electronic devices, as it avoids the drawbacks of transferred graphene. To fabricate flexible devices on plastic substrates, the growth temperature must be below ~200°C to prevent substrate deformation. Here, we report the direct growth of wrinkle- and defect-free graphene on flexible substrates at low temperatures and without transfer processes. We show that defect-free graphene can be grown on a variety of substrates via the introduction of an ultra-thin titanium buffer layer, due to perfect lattice matching between titanium and carbon atoms. We further show that titanium layers with a thickness of ~10 nm do not influence the transmittance or electrical conductivity of functional substrates. We re-report theoretical and experimental evidence for high-quality graphene grown on titanium-buffered substrates at 150°C in a CH₄/H₂ atmosphere. Finally, we applied the proposed methodology to fabricate flexible and transparent thin-film capacitors with wrinkle- and defect-free graphene top electrodes. We expect that performing titanium deposition and graphene growth in the same system will allow the development of large-scale and high-quality graphene for flexible electronic devices without the limitations of transfer processes.

G1-14 Electrical of Ba_{1-x}La_xSnO₃ and BaSn_{1-x}Sm_xO₃ Cubic Perovskite Nanowires Prepared by Electrospinning

전기방사법을 이용하여 합성한 Ba_{1-x}La_xSnO₃ and BaSn_{1-x}Sm_xO₃ 페로브스카이트 나노 섬유의 전기적 특성

오성훈¹*, 윤종원¹, 한진주¹, 박만규², ¹단국대학교, ²PSSOLUTION CO.

Barium stannate crystallizes in the cubic perovskite structure, which further extends its utility as perovskites are key materials in the design of "oxide electronics" due to their ability to possess many diverse physical properties including optical transparency, high-transition-temperature superconductivity, ferroelectricity, piezoelectricity, and photocatalytic activity. In this work, Ba_{1-x}La_xSnO₃ and BaSn_{1-x}Sm_xO₃ were successfully synthesized by electrospinning method. For the comparison of La and Sm doping effect, doping position in the perovskite structure was calculated by using Goldschmidt's tolerance factor. The crystalline state, surface morphology, chemical composition and optical bandgap were characterized by XRD, FESEM, HVEM, and UV-Vis diffuse reflection spectra (DRS). For the verification of electrical property of Ba_{1-x}La_xSnO₃ and BaSn_{1-x}Sm_xO₃ nanowires, the two types of electrode that top and bottom electrodes were fabricated by photolithography technology. Using drop-casting process, the Ba_{1-x}La_xSnO₃ and BaSn_{1-x}Sm_xO₃ nanowires were dispersed to the gap of bottom electrode with the distance of 2 μm. The I-V measurement was performed from Room temperature to 200°C. The doping effect of La and Sm on electrical conductivity of BaSnO₃ nanowires will be presented.

G1-15 Fabrication of Cupric Oxide Film Using Dry Particle Printing Process for Flexible Humidity Sensor

건식 나노입자 프린팅 공정을 이용한 산화구리 기반 유연 습도센서 개발에 대한 연구

김형섭*, 박수빈, 박윤찬, 유봉영, 이선영, 한양대학교

습도센서는 일상생활에서 사용되는 센서로 대기중에 존재하는 수분의 양을 전기적 또는 물리적 양으로 변환하는 소자로써 응용범위가 넓은 금속산화물을 기반의 화학센서중 하나이다. 일반적으로 센서막 형성 시 수열합성, 양극산화, 스퍼터링, 화학기상증착법 등과 같은 공정을 사용하고 있다. 하지만 이러한 공정들은 사용하는 원료의 전/후 처리 추가 공정 필요, 고온, 고진공 합성 조건 등의 저비용 소자 제작을 위한 많은 제약조건이 있다. 이러한 제약들로 인하여 다양한 형태에 부착하거나 웨어러블 형태의 센서로 제작하는데 어려움이 있어 새로운 센서막 제작을 위한 공정 개발이 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 앞서 언급한 문제점을 극복하고자 건식 나노입자 프린팅 공정을 이용하여 산화구리 기반의 유연 습도센서를 제작하였다. 건식 나노입자 프린팅 공정은 노즐을 통하여 초음속으로 가속된 분말의 높은 에너지를 이용하여 기판에 프린팅하는 방식이며, 저진공, 대기분위에서 이루어지는 공정이다. 또한 상온에서 나노입자의 프린팅을 진행하기 때문에 유연기판 위에 박막형성이 용이하며, 연속적으로 빠르게 제작이 가능하다. 본 연구에서는 건식 나노입자 프린팅방법을 이용하여 폴리이미드 기판 위에 구리 박막을 제작 후 저온열처리를 통해 산화구리로 치환하였고, 제작된 산화구리막을 이용하여 습도센싱 특성을 확인하였다. XRD 및 SEM을 이용하여 프린팅 전/후 및 저온 열처리 후 산화구리 층의 결정 및 미세구조를 확인 및 비교하였으며, 상온 대기분위 기에서 상대습도 값을 조절하여 습도센싱 특성을 확인하였다. 또한 500회 이상의 굽힘테스트를 통해 유연 습도센서로서 안정성을

확인한 결과, 굽힘테스트 전/후에도 습도센싱 성능이 유지됨을 확인하였다.

G1-16 Stability Phase Diagram of $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ for the Nominal Composition and Refinement of Oxide Inclusion in GdBCO Films

박인성^{1*}, 오원재¹, 이재훈², 문승현², 유상임¹. ¹서울대학교, ²(주)서남
The phase stability of the $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (GdBCO) compound was carefully investigated for the specimens with the nominal composition of $\text{Gd} : \text{Ba} : \text{Cu} = 1 : 1 : 2.5$ in low oxygen pressures (PO_2) region of 1 - 150 mTorr. Since this composition has been employed for the fabrication of GdBCO coated conductors via the reactive co-evaporation deposition and reaction (RCE-DR) process, an accurate determination of the phase stability boundary of GdBCO for this off-set composition from GdBCO is prerequisite for the processing optimization of RCE-DR since the growth conditions of GdBCO film can be fully understood. For this study, Gd-Ba-Cu-O amorphous precursor films were deposited on LaAlO_3 (001) substrates at 200°C by pulsed laser deposition (PLD). By reel-to-reel tube furnace, as-deposited amorphous films were annealed at various high temperatures in low PO_2 . Experimental results reveal that GdBCO is formed by reaction of $\text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{L}_1 \rightarrow \text{Gd}_2\text{CuO}_4 + \text{L}_2 \rightarrow \text{GdBCO} + \text{Gd}_2\text{CuO}_4 + \text{Cu}_2\text{O}$. Additionally, to enhance the pinning properties, size-refined Gd_2O_3 or Gd_2CuO_4 phase is trapped in matrix via the process condition of maximized nucleation rate and minimized growth rate. Details will be presented for a discussion.

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20131010501800).

G1-17 Relation between Ferroelectric and Piezoelectric Hysteresis Loops

강유전 및 압전 이력곡선의 관계

송태권*, 김명호, 김다정, 박진수, 이명환. 창원대학교

Ferroelectric polarization-electric field hysteresis loops and piezoelectric strain-electric field hysteresis loops of ferroelectric materials are systematically compared especially in the viewpoint of coercive fields. Ferroelectric hysteresis loops were simulated with simple hyperbolic functions by considering linear dielectric responses and non-linear switching responses. And piezoelectric hysteresis loops were simulated with piezoelectric responses of domains. And the simulated hysteresis loops were compared with experimental hysteresis loops of piezoelectric BiFeO_3 - BaTiO_3 ceramics. Based on these results, electric-field dependent piezoelectric constants d of samples were calculated.

G1-18 Phase Transitions and Piezoelectric Properties of $(\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5})(\text{Nb}_{1-x}\text{Sb}_x)\text{-SrZrO}_3$ Ceramics

남산*, 이규탁, 김대현, 이태곤, 조성훈. 고려대학교

$0.96(\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5})(\text{Nb}_{1-x}\text{Sb}_x)\text{-}0.04\text{SrZrO}_3$ ceramics with $0.0 \leq x \leq 0.06$ were well sintered at 1060°C for 6 h without a secondary phase. Orthorhombic-tetragonal transition temperature (T_{O-T}) and Curie temperature (T_C) decreased with the addition of Sb_2O_5 . The decrease in T_C was considerable compared to that in T_{O-T} , and thus the tetragonal phase zone disappeared when x exceeded 0.03. Therefore,

a broad peak for orthorhombic-pseudocubic transition as opposed to that for orthorhombic-tetragonal transition appeared at 115°C ~ 78.2°C for specimens with $0.04 \leq x \leq 0.06$. An orthorhombic structure was observed for specimens with $x \leq 0.03$. However, the polymorphic phase boundary (PPB) structure containing orthorhombic and pseudocubic structures was formed for the specimens $0.04 \leq x \leq 0.06$. Furthermore, a specimen with $x = 0.055$ exhibited a large piezoelectric strain constant of 325 pC/N, indicating that the coexistence of orthorhombic and pseudocubic structures could improve the piezoelectric properties of $(\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5})\text{NbO}_3$ -based lead-free piezoelectric ceramics. In addition, the PPB structure containing tetragonal and pseudocubic structures and its effect on the piezoelectric properties will be also discussed in this work.

G1-19 A Study on the Composition and Process to Development of High Energy Capacity Zinc Oxide Varistor

대용량 산화아연 바리스터의 조성 및 공정 개발에 관한 연구

최승규^{1*}, 정현학², 정경진³, 이재복⁴, 강성만⁴. ¹부산대학교, ²인하대, ³(주)아이스팩, ⁴한국전기연구원

ZnO Varistor는 다결정질의 산화물 반도체로서 비선형 전압/전류 특성이 우수하고 큰 에너지 내량을 가지고 있어 과전압 보호소자의 핵심부품으로 사용되고 있다. 기존의 산화아연 바리스터는 여러 개를 병렬연결해서 그 내량을 높이고 있으나 한계가 있다. 연구에서 개발된 바리스터는 단일소자로 기존의 상용품에 비해 2배 높은 에너지 내량을 가지며, 그 공정 또한 단순해서 대량생산에 용이하다. 바리스터의 전기적 특성은 전기연에서 직접 개발한 전류전압측정 장치를 이용하여 측정하였고, 내량 테스트 또한 전기연에서 개발한 RLC 타입의 서지전류발생장치를 이용해서 실험을 진행했다.

바리스터는 소성온도에 따른 미세구조에 따라서 그 특성이 상이하게 변하며 유기물과 무기물의 조성 또한 중요한 요인들이다. 그 중 무기물에서 안티몬과 비스무스는 기본적인 미세구조를 형성하는 주요한 재료들이며 망간, 니켈 그리고 코발트 등의 첨가제들이 첨가되어서 전체적인 특성을 나타나게 된다. 그리고 유기물 또한 중요한 인자로서 실험을 통해 각각 적절한 가소제, 소포제, 분산제 그리고 이형제를 선정해 실험을 진행했다.

1등급 SPD (Surge Protective Devices, Varistor는 SPD의 주요소자임) 및 HPEMP 필터에 사용되는 핵심부품인 대용량 바리스터 (High Energy MOV)는 전량 수입에 의존하고 있다. 최근 한국전기연구원에서는 직격뢰 보호용 대용량 바리스터를 개발한 바 있으며 본 논문을 통해 개발현황을 소개하고자 한다.

G1-20 The Study on LDH Fabrication Method to Reduce Atmospheric Carbon Dioxide Concentration using Water

물을 이용하여 대기중의 이산화탄소를 감소시키기 위한 LDH 제조에 관한 연구

엄지호*, 윤순길. 충남대학교

The effects of global warming due to the increase of atmospheric carbon dioxide concentration are very serious. Therefore, many researches are in progress to solve this problem in various fields. Carbon capture and storage (CCS) is one of the most studied methods for reducing the concentration of atmospheric carbon dioxide. However, it has cost disadvantages and required much research at the national level in the future. Hereby we propose a new method for reducing the atmospheric carbon dioxide concentration. We have

succeeded in producing Zn-Al:LDH which is one of the Layered Double Hydroxide (LDH) materials currently being studied in electrical, mechanical and construction fields using Al doped ZnO (AZO) thin film and water. LDH is a structure that Carbonate ions are trapped in between two hydroxide layers. After LDH formation, the carbon dioxide concentration in water was decreased and then it was recovered again with time. These mechanisms can be used to reduce the atmospheric carbon dioxide concentration while creating LDH in the real industry. We will compare the LDH formation time with temperature and pressure. Through this study, it is expected to present a new direction for the environmental problem caused by the atmospheric carbon dioxide concentration.

G1-21 Core Loss Improvement in the Soft Magnetic Composites Composed of Alumina-coated Fe Metal Powder

알루미나 코팅을 이용한 철 분말의 코어로스 개선

최성준*, 이선우, 유재형, 유상임. *서울대학교*

In recent years, the soft magnetic composites (SMC) have attracted great interest for the potential applications in electromagnetic circuits, induction field coils, and magnetic field shielding. The eddy current loss has been effectively reduced by an insulation-coating on the magnetic metal powder. For the same purpose, we have tried to fabricate a core-shell structure composed of a Fe powder core and Al_2O_3 shell layer by the sol-gel method. In this study, we investigated the influence of coating time on the magnetic properties of the Fe powder. To evaluate the core losses of samples, the toroidal cores were fabricated by mixing Al_2O_3 -coated Fe powder with a resin. The microstructural analysis of Fe powder coated with Al_2O_3 was conducted using field emission-scanning electron microscope (FE-SEM) and transmission electron microscope (TEM). The magnetic properties were characterized by performing inductance analysis and B-H curve analyzer.

This work was supported by a Grant from world class 300 (0417-20160119).

G1-22 The Post-annealing Effect of $GdBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ Coated Conductors via RCE-DR Process

RCE-DR 공정으로 제조된 GdBCO Coated Conductor의 후열처리 효과

오원재^{1*}, 박인성¹, 이재훈², 문승현², 유상임¹. ¹서울대학교, ²Nano & Advanced Materials Corporation (SuNAM Co.)

We report the improved superconducting properties of $GdBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (GdBCO) coated conductors (CCs) by a post-annealing process. On the basis of the stability phase diagram of GdBCO, the GdBCO CCs fabricated by a reactive co-evaporation deposition & reaction (RCE-DR) process were post-annealed at the temperatures of $\sim 800^\circ\text{C}$ 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. In comparison with as-prepared sample, post-annealed GdBCO CCs could be improved in the magnetic direction parallel to c-axis. It was found that the microstructure and superconducting properties of GdBCO CCs strongly depend on the post-annealing condition. In this presentation, details of the relationship among the post-annealing conditions,

microstructure, and superconducting properties of GdBCO CCs are discussed.

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20131010501800).

S11-1 Fabrication and Optimization of Operation Condition of Pt-doped SnO_2 Thin Film Micro Gas Sensor to CO, Toluene, and HCHO Gases

Pt가 첨가된 SnO_2 박막 마이크로 가스센서의 제작과 CO, toluene, 그리고 HCHO 가스에 대한 특성

강준구^{1*}, 박준식², 이후정¹. ¹성균관대학교, ²전자부품연구원

Undoped and Pt-doped SnO_2 thin film based micro gas sensors were fabricated with thicknesses of 50 and 120 nm using RF sputtering on MEMS structure, and their gas sensing properties to 25 ppm CO, 25 ppm toluene, and 1 ppm HCHO gases were characterized with various power consumptions from 24 mW to 45 mW. Thin film-based gas sensors are appropriate to mass production, since semiconductor fabrication process ensures a well-defined sensing area. To investigate gas selectivity of the fabricated micro gas sensors, we added Pt catalyst and adjusted thickness of sensing thin films and working temperature. We further discuss on the mechanism of the selectivity and the effects of Pt doping. The results of this study suggest the possibility of employing thin film-based micro gas sensor, which have significant advantages on mass productivity and cost effectiveness.

[Acknowledgement] This work was supported by the Project No.10043800 by MOTIE and KEIT.

S11-2 Downsizing Gas Sensors for Internet of Things: Fundamental Aspects of Sensing Area on Gas Sensing Property

사물인터넷 적용을 위한 소형화가스센서: 가스 감지 특성에 관한 감지영역의 기본 양상

송영근^{1,2*}, 심영석². ¹고려대학교, ²한국과학기술연구원

Internet of Things (IoT) offers the ability to measure, infer and understand environmental information. In particular, gas sensors can offer enormous information regarding the state of air quality, especially the presence of unusual gaseous species. In order to improve gas sensing properties, various studies based on nano-structured materials, catalysts and heterojunctions are mainly performed until now. However, the importance of relationship between sensing area and gas sensing properties have overlooked, even though it is closely related to low-power consumption, portability and integration with electronic circuits, which is essential for applying the gas sensor to IoT.

In this study, we designed the sensing area of Pt-interdigitated electrodes, $1\text{ mm} \times 1\text{ mm}$, $0.5\text{ mm} \times 0.5\text{ mm}$, $0.3\text{ mm} \times 0.3\text{ mm}$, and $0.1\text{ mm} \times 0.1\text{ mm}$, and deposited In_2O_3 nanocolumns using glancing angle deposition (GLAD). For the first time, effect of interface resistance between electrodes and sensing materials, and intergrain resistance between nanocolumns are analysed by linear fitting as a function of sensing area and incident angle of GLAD. For the dominant interface resistance, the intrinsic response was weakened to target gas because the change in band bending only appear at the intergrain resistance, resulting in low response. Furthermore, we are

confident that our demonstration for the effect of electrodes on miniaturize the gas sensor makes an important contribution to the chemical sensor field with broad interest.

S11-3 Nickel Oxide Decorated Cobalt Oxide Nanorods for Enhanced Gas Sensing Properties

니켈 산화물이 장식된 코발트 산화물 나노기둥의 향상된 가스 감지 특성

서준민^{1*}, 이충원¹, 심영석², 장호원¹. ¹서울대학교, ²한국과학기술연구원

In modern residence, human activities inside buildings has become extensive and recent researches revealed that individuals spent approximately 88% of their day inside buildings. Therefore, indoor air quality has attracted great attention due to potential harmful gases which arise from building products. Since repeated exposure to harmful gases can induce various illnesses and damages to human body, highly sensitive and selective detection of harmful gases is demanded. Herein, we report a facile fabrication method of NiO-decorated Co₃O₄ nanorods using glancing angle deposition (GAD) in multiple steps. The distribution of NiO is controlled by changing thickness of Ni film. Compared to bare Co₃O₄ nanorods, NiO-decorated Co₃O₄ nanorods show enhanced responses to various gases. It is attributed to the utilization of p-p heterojunction between Co₃O₄ and NiO by forming a hole accumulation layer on NiO and a hole depletion layer on Co₃O₄. As Co₃O₄ nanorods provide major current path, hole depletion layer can contribute to enhanced sensitivity upon gas molecule adsorption. Our results demonstrate that the decoration of NiO by multiple step GAD is an effective method for enhancing gas sensing performance of p-type metal oxide nanostructures.

S11-4 Fabrication and Characterization of Oblique and Vertically Aligned Cu_x(x=1,2)O:SnO₂ Thin Film for Low ppm Range H₂S Gas Sensing

저농도 H₂S 가스센싱을 위한 사선/수직으로 정렬된 Cu_x(x=1,2)O:SnO₂ 박막 필름의 제조 및 특성연구

엄누시아*, 황태연, 조홍백, 좌용호. 한양대학교

Among various H₂S gas sensors, the copper oxide (CuO)-tin oxide (SnO₂) is gaining an outstanding sensing property because it enables the high response at low concentration H₂S. However, typical Cu_xO-SnO₂ structure gas sensors have that the slow response and recovery speed have been identified with the statistical distribution of p-n junctions throughout the bulk, and the limited penetration of H₂S molecules to the interior regions of the bulk. Decreasing the shortening the response and recovery time is still a challenge.

In this study, a facile spray method was adopted to fabricate Cu_x(x=1,2)O:SnO₂ thin film nanocomposites for H₂S gas sensing. The Cu_xO-doped SnO₂ films was selectively synthesized by one-step heat treatment process from an identical precursor on the surface of spray deposited SnO₂ film. The synthesized nanorod films were characterized by TEM, XRD. The synthesized Cu_xO:SnO₂ thin-film nanocomposites exhibited a fast response and recovery speed at room temperature.

S11-5 Signal Processing Techniques for Chemical Sensors Array 화학센서어레이 신호처리기술

변형기*. 강원대학교

Gas/Odor sensing system based on an array of chemical sensors together with associate electronics that display broad specificity and high sensitivity to odorous chemicals has been implemented as so called 'electronic nose'. The human sense of smell is perhaps the most interesting and yet is understood the least. There is considerable need for an instrument that could mimic the human sense of smell and to be used extensive range of applications. These range from food and medical industry to environmental monitoring and process control. In presentation, we discuss signal processing from sensors and sensors array, which are including scaling and normalization, to extract patterns. Chemical sensors array produces multidimensional patterns of data that may be used as 'fingerprints' to differentiate between different chemicals. We describe how can handle multidimensional data to discriminate gases/odors using various pattern recognition techniques. We also discuss and introduce chemical gas sensors as a viewpoint of systems, which were developed in our laboratory according to applications. Chemical sensing system has been used to measure both simple and complex gases/odors in many fields of application to date. In conclusion, we emphasis the chemical sensing system is capable to use the variety of applications combined with the suitable functional materials.

S11-6 Selective and Controlled Integration of Nanomaterials on MEMS/NEMS Platform and its Application to Environment Sensors

MEMS/NEMS 플랫폼 상 나노소재의 선택적 집적 및 환경센서 응용 박인규*, 조인철. 한국과학기술원

Despite the advantages of one dimensional (1D) nanomaterials, their applications have been limited due to the lack of economic, well-controlled and reliable integration processes on functional devices. Accordingly, various methods such as dielectrophoresis, optical trapping, and nanomanipulation have been developed for the controlled integration and assembly of 1D nanomaterials. However, they still cannot provide high controllability, reproducibility and manufacturing throughput. Here, I will explain an alternative method based on a localized, low-temperature and liquid-phase reaction for the selective synthesis and in-situ integration of 1D nanomaterials at desired locations on the devices [1]. Local synthesis and direct integration of nanomaterials is enabled by localized Joule heating at the desired hot spots, and convective mass transfer of precursor and selective endothermal chemical reaction occur at the hot spots, all in liquid phase. The advantages of this method are (a) direct synthesis of nanomaterials without further integration steps, (b) simple and inexpensive setup, (c) minimal requirement of materials and energy, (d) robust contact between nanomaterials and device. It has been demonstrated that this method is very useful for the fabrication of multiplexed gas sensor array [2,3].

[1] D. Yang, I. Park, et al., Adv. Mater. 27 (2015) 1207

[2] D. Yang, I. Park, et al., Sci. Reports 5 (2015) 8149

[3] D. Yang, I. Park, et al., ACS Appl. Mater. Inter. 7 (2015) 10152

S11-7 Ultrahigh Sensitive and Selective Humidity Sensors Based on rGO/MoS₂ Hybrid Composites

고 감도 고 선택성 rGO/MoS₂ 기반 습도센서

박서연*, 장호원. 서울대학교

Nowadays, indoor humidity control is essential for improving the quality of human life. Indoor humidity has significant effects on human health, by promoting the emergence of substances such as fungi and viruses, and the emission of volatile organic compounds (VOCs) from the furniture which may result in several diseases. Therefore, detecting the concentration of indoor humidity is very important for our healthy life.

Reduced graphene oxide (rGO) is a graphene derivative which can be synthesized in large quantities with low cost using inexpensive reagents and simple fabrication process. Moreover, MoS₂ shows excellent humidity sensing properties according to its extensive active area and semiconducting characteristics.

Here, we investigate the humidity sensing behavior of reduced graphene oxide/Molybdenum disulfide hybrid composites (RGMS). RGMS showed increased sensing properties compared to the pristine rGO and MoS₂ each. The enhanced sensing properties are attributed to the formation of pn junction, increasing depletion layer at the interface of RGMS. The gap of potential energy between dry air and wet air gets extremely increased in RGMS than in rGO. This study broadens the potential of RGMS for humidity sensing applications.

S11-8 Chemically Fluorinated Graphene Oxide for Room Temperature Ammonia Detection Capability at ppb Levels

불소화 그래핀 옥사이드 기반 초고감도 상온 암모니아 가스 센서

김연후¹, 박지수¹, 최유림¹, 박서연¹, 이선용¹, 손운배¹, 심영석², 이종훈³, 박종래¹, 김태훈¹, 이동화⁴, 장호원¹. ¹서울대학교, ²한국과학기술연구원, ³고려대학교, ⁴포항공과대학교

Chemoresistive gas sensors based on two-dimensional (2D) materials such as graphene-based materials have attracted significant research interests due to its potential use in the next-generation technologies including the Internet of Things (IoT). However, required performances for the IoT like high selectivity, sensitivity, and reversible gas sensing behaviors have to be satisfied. Functionalization of 2D materials is considered as a key strategy to achieve the superior gas sensing properties because it can modulate chemical and electrical properties of 2D materials. Here, we present a facile synthesis and room temperature gas sensing properties of chemically fluorinated graphene oxide (CFGF) prepared by a solution process. The CFGF sensor exhibited ultrahigh response, selective and reversible NH₃ sensing with detection limit of ~20 ppb. Influence of fluorine doping on sensing mechanism is investigated by first-principles calculations based on density functional theory. The calculations reveal that the doped fluorine changes charge distribution on functional groups in graphene oxide, resulting in preferred selective adsorption and desorption of NH₃ molecules. We believe that the remarkable NH₃ sensing properties of CFGF and the investigation by the calculations enlarge the possibility of functionalized 2D materials for practical gas sensing applications such as IoT.

S11-9 Pd-SnO₂ Yolk-shell Micro-reactors with Catalytic Co₃O₄ Overlayer Sensors for Ultrasensitive Detection of Sub-ppm-level Benzene

정성용*, 윤지옥, 김태형, 정현목, 이철순, 강윤찬, 이종훈. 고려대학교

Benzene is a toxic and ubiquitous gas known to induce leukemia. Accordingly, the precise monitoring of benzene is indispensable to evaluate air quality and to protect human being from toxic gas. Unfortunately, the BTX (Benzene, Xylene, and Toluene) gases with benzene ring are chemically stable and thus less reactive to oxide semiconductor gas sensors. Moreover, similar chemical structures of BTX gases hamper the discrimination among BTX gases. In this study, a new strategy to detect sub-ppm-level benzene in a highly selective manner using oxide semiconductor chemiresistors has been suggested. The Pd-SnO₂ yolk-shell sensing film coated with catalytic Co₃O₄ overlayer showed ultrahigh response (resistance ratio = 89) to 5 ppm benzene with negligibly low cross responses to other typical indoor pollutants such as toluene, xylene, HCHO, CO, and ethanol. Such a high performance of benzene detection is explained in that the synergistic combination of catalytic Co₃O₄ layer and Pd-SnO₂ yolk-shell micro-reactors promoted the reforming of extremely stable benzene into smaller and more active species, while it oxidized other representative indoor pollutants into non- or less-reactive species.

S11-10 Oxide Nanomaterials Based Hydrogen Sensing

산화물 나노소재를 이용한 수소 센싱

김상섭*. 인하대학교

We report a mechanism for the exceptional hydrogen gas (H₂) sensing ability of ZnO nanomaterials. In comparison to SnO₂, the most widely used sensing materials, ZnO nanomaterials show much outstanding H₂ gas response and unmistakable H₂ selectivity. Different from the reducing gas effect observed in SnO₂ nanofibers, a semiconductor-to-metal transition that occurs in the presence of H₂ gas molecules is responsible for the exceptional response and selectivity of ZnO nanomaterials to H₂. In addition, the use of metal organic frameworks is presented as an example of enhancing H₂ sensing selectivity of ZnO nanomaterials.

S11-11 Cr₂O₃/ZnCr₂O₄ Hetero-nanostructures for Selective and Sensitive Detection of Xylene

김재혁*, 정현목, 나찬웅, 윤지원, 이종훈. 고려대학교

Cr₂O₃/ZnCr₂O₄ nanocomposite powders were synthesized by galvanic replacement of the Zn in pure ZnO hollow spheres by Cr and subsequent heat treatment. The Cr₂O₃/ZnCr₂O₄ hetero-nanostructures showed a high response of 69.2 to 5 ppm xylene and the response is significantly higher than other interference gases such as ethanol, acetone, methanol, benzene, formaldehyde, carbon monoxide, and ammonia (1.2 - 3.9) at 275°C. However, the sensors using pure ZnO and Cr₂O₃ powders showed higher responses to ethanol and single-phase ZnCr₂O₄ showed no substantial response and selectivity to any specific gases. These results demonstrate that the co-existence of Cr₂O₃ and ZnCr₂O₄ is a critical factor for selective sensing of xylene. Furthermore, galvanic replacement reaction enables the formation of uniform, intimate, and small-sized hetero-nanostructures which can effectively utilize two different catalytic promotions for xylene at the interfaces. The galvanic replacement can be a promising synthetic method to enhance gas sensor performances.

S11-12 Pt Catalyst-Loaded WO₃ Nanobelts Using Bio-Inspired Templates for Selective Detection of H₂S

H₂S 감지를 위한 바이오 템플릿으로 형성된 Pt 촉매가 결합된 텅스텐옥사이드 나노벨트

김민혁*, 장지수, 구원태, 최선진, 김상준, 김일두. 한국과학기술원
Pt catalyst-loaded macro- & mesoporous WO₃ nanobelts (NBs) were fabricated using electrospinning combined with bio-inspired templates and colloidal polystyrene (PS) (750 nm). PS sphere, tea saponin and apoferritin protein, as sacrificial templates, were thermally decomposed after calcination, leading to the formation of macro- and mesopores on the surface of WO₃ NBs. Bi-modal pores improve gas permeability into the sensing layers as well as numerous reaction sites for effective chemical reactions. In addition, Pt nanoparticles (NPs) were synthesized by using biological protein cages, i.e., apoferritin, and uniformly dispersed on the WO₃ NBs to further enhance gas sensing performance. The Pt catalyst-loaded macro- & meso-porous WO₃ NBs showed remarkably high hydrogen sulfide (H₂S) sensitivity ($R_{air}/R_{gas} = 61 @ 1 \text{ ppm}$) and superior selectivity to H₂S against acetone (CH₃COCH₃), toluene (C₇H₈), ethanol (C₂H₅OH), ammonia (NH₃) and carbon monoxide (CO). These results demonstrate the high feasibility of the Pt-WO₃ NBs as a potential application in exhaled breath analysis.

S11-13 Au-functionalized SnO₂ Nanowells for Diagnosis of Colorectal Cancer with Extreme Selectivity to Methyl Mercaptan 대장암 진단을 위한 금이 장식된 산화주석 나노우물

심영석¹*, 노명섭¹, 서준민², 한수덕¹, 송영근^{1,3}, 장호원², 강종윤¹.
¹한국과학기술연구원, ²서울대학교, ³고려대학교

During the past decades, emitted gases from human's body consist of many different molecular species and their composition gives valuable information about biochemical processes in the body. Also, they have been proved to be successful in diagnosing diseases. Hence, various sensors have been studied as non-invasive testing alternatives for numerous traditional disease diagnoses by detecting emitted gases from human's body. Metal-oxide nanostructures have received considerable attention in sensor society due to high sensing performance. Especially, tube-like nanostructures with excellent accessibility of target gases have been regarded as the most promising material platform for high performance gas sensors. However, methods to fabricate the tube-like nanostructures are complex. In addition, no work has been reported for metal decoration on the entire surface of tubular nanostructures although the metal decoration can enhance the gas sensing properties.

In this study, we present an effective strategy for highly ordered tube-like nanostructures, namely, Au-functionalized SnO₂ nanowells for diagnosis of colorectal cancer with extreme selectivity to methyl mercaptan using soft-template method with excimer laser annealing. Various SnO₂ nanostructures are designed by controlling the laser intensity. Upon exposure to various gases, Au-functionalized SnO₂ nanowells exhibited high selectivity to CH₃SH and their theoretical detection limit is 0.037 ppt for CH₃SH.

S11-14 Low-power-consumption Chemoresistive Gas Sensors based on 2-dimensional Materials

2차원 재료를 이용한 저소비전력 저항변화식 가스 센서

장호원*. 서울대학교

이차원 재료는 표면의 원자로만 이루어져 있어 반도체식 가스 센서 재료로 쓰이기에 이상적인 구조를 가지고 있다. 최근 그래핀, 이산화 몰리브덴과 등과 같은 이차원 재료를 이용하여 반도체식 가스 센서를 구현하고자 하는 연구들이 활발히 진행되고 있지만, 낮은 감도와 매우 느린 반응속도 및 불완전한 회복 등 많은 문제점들이 존재한다. 본 발표에서는 이러한 문제점들을 극복하기 위해 시도되고 있는 표면 기능화, 나노 구조화, 자가 발열 및 하이브리드화 등 여러 가지 방법들을 소개하고 이차원 재료를 이용하여 저소비전력 화학 센서 어레이를 구현하고자 하는 비전과 과제를 소개하고자 한다.

S11-15 Suspended Carbon Nanowire based Gas Sensor

공중부유형 탄소 나노와이어 기반 가스센서

신흥주*, 임영진, 서준영. UNIST

In this talk, fabrication of monolithic suspended carbon nanowire-based structures including single nanowire and nanomeshes, and their applications as gas sensors are introduced. The suspended carbon structures are fabricated using the carbon-MEMS process. Carbon-MEMS is a versatile and cost-effective batch microfabrication technology consisting of conventional UV-lithography and pyrolysis which accompanies significant volume shrinkage resulting in the simple formation of complex suspended carbon nanostructures (minimum wire diameter ~ 120 nm). The suspended carbon nanowires show good robustness enough to be processed with photolithography and deposition; this enables selective coating of gas sensing materials (e.g. Pd nanoparticles and metal-oxide nanowires) on the suspended nanowires without any complex alignment. The functionalized carbon nanowires exhibited good gas sensing capability down to 10 ppm of H₂ gas and 50 ppb of NO_x gases respectively. In this talk, strengths of suspended architecture in terms of gas sensing performances such as sensitivity, durability and power consumption will be introduced.

S11-16 Tailored Combination of Bio-inspired Templates for Pt functionalized WO₃ Nanotube Scaffold Toward Superior H₂S Sensors

복합적 바이오 템플릿을 활용한 Pt 촉매가 기능화된 WO₃ 나노튜브 구조 및 황화수소 가스센서로의 적용

김동하*, 최선진, 조희진, 장지수, 구원태, 김민혁, 김일두. 한국과학기술원

Rational design of nanostructures of the sensing layers with effective catalyst loading method is essential to fabricate high performance chemical sensors even at highly humid ambient (> 95% RH) possessing sub-ppm level gas detectability. In this sense, herein, multiple bio-inspired templates are introduced to achieve two strategies, i.e., (i) synthesis of WO₃ tubular scaffold by utilizing the self-agglomerating nature of cellulose nanocrystal (CNC) during single-spinneret electrospinning process and (ii) functionalization of apoferritin derived highly dispersive Pt catalytic nanoparticles (2.22 ± 0.42 nm). The WO₃ tubular structure has advantages in enhancing gas accessibility as well as increasing the gas adsorption-desorption reaction sites. In addition, superior selectivity toward hydrogen sulfide (H₂S) was obtained from the CNC driven structural effect. Furthermore, synergistic effects stemmed from the effective catalyst functionalization, inducing superior H₂S sensitivity ($R_{air}/R_{gas} = 200$ at

1 ppm), maintaining exceptional selectivity under highly humid atmosphere. It surely paves the new path for controlling the selectivity by utilizing the structure as well as enhancing the sensitivity by means of effective catalyst functionalization.

S11-17 Selective Detection of Xylene Gas Using NiO/NiMoO₄ Nano-composite Hierarchical Spheres

NiO/NiMoO₄ 나노복합체를 이용한 고선택적 Xylene 가스 감응 소재 합성 및 설계

김보영*, 안지현, 윤지옥, 이철순, 강운찬, 이종훈. 고려대학교

Xylene is one of the hazardous VOCs (Volatile organic compounds) gases, which may induce the diseases on central nervous system and attack various respiratory organs. To date, in general, xylene sensors using oxide semiconductors show high cross-responses to interference gases such as ethanol, toluene, and formaldehyde. Thus, Selective detection of xylene is a challenging issue. In the present work, selective xylene sensor using NiO/NiMoO₄ nano-composite hierarchical spheres were prepared by hydrothermal reaction. The NiO/NiMoO₄ sensors showed high response to sub-ppm-level *p*-xylene with negligible cross-responses to chemically similar benzene and toluene as well as other VOCs gases. The gas sensing mechanism of NiO/NiMoO₄ nano-composite hierarchical spheres were discussed in relation to the high gas accessibility of hierarchical structures, electronic interaction between NiO and NiMoO₄, and synergistic catalytic promotion of sensing reaction by NiO and NiMoO₄.

S11-18 Tellurium-based Ultra-high Sensitive Hydrogen Sulfide Gas Sensor Operating at Room Temperature and Enhanced Fast Response by Modification of Microstructure

H₂S 가스에 대해 높은 감응도를 갖는 텔루륨 기반 상온가스센서 및 마이크로 구조화를 통한 반응속도 향상에 관한 연구

황태연¹*, 엄누시아¹, 송요셉¹, 권영태¹, 류승한¹, 명노상², 좌용호¹. ¹한양대학교, ²University of California

Hydrogen sulfide (H₂S) is a colorless gas with a characteristic foul odor of rotten eggs which is very poisonous, corrosive, flammable and explosive. The monitoring of H₂S gas in real time is essential to prevent unexpected risks, such as headaches, dizziness, and loss of consciousness or death for Long-term or low-level exposure, for safe working environments at room temperature to avoid unexpected fire. So far, various studies have shown room temperature sensing of H₂S using hetero-structured metal oxides but crucial limitations for practical application such as low sensitivity, relatively too slow response, and irreversible recovery at room temperature are still remained and solving these problems are very challenging.

Herein, we demonstrated H₂S gas sensor consisted with Te thin film deposited by the galvanic displacement reaction on silicon wafer. The main advantage of Te deposition by GDR on silicon wafer is that the microstructure of the device can be easily tailored using various silicon architectures since Te layers grows on the surface of a silicon wafer. In this study, we present ultra-high sensitive H₂S gas sensor base on rice-like Te thin film utilizing galvanic displacement reaction as a low-cost and a heater-free room temperature operating gas sensor. In addition, the effect of the microstructure on the sensing properties such as response and recovery time was shown.

S11-19 Oxide Semiconductor Gas Sensors without Humidity Interference

습도의존성이 없는 산화물 반도체형 가스센서

이종훈*, 윤지옥. 고려대학교

Oxide semiconductor gas sensors react both with analyte gas and ambient humidity. The interaction between humidity and oxide semiconductor surface often deteriorates the gas response and changes sensor resistance. Note that the ambient humidity is dynamically changing and dependent on rain, season, and location. Accordingly, the design of humidity independent gas sensors is essential to achieve reliable gas sensing. In this presentation, a new and novel strategy to eliminate the humidity dependence of the gas sensing characteristics of oxide chemiresistors via dynamic self-refreshing of the sensing surface was suggested. Pure In₂O₃ hollow spheres showed a high response to acetone in dry conditions but the sensor resistance and gas response significantly changed and deteriorated in humid atmospheres (relative humidity (r.h.) = 20, 50, and 80%). In contrast, the humidity dependence became negligible when an optimal concentration of CeO₂ nanoclusters (Ce : In = 11.7 wt %) was uniformly loaded onto In₂O₃ hollow spheres via layer-by-layer assembly. The mechanism underlying the dynamic refreshing of the In₂O₃ sensing surfaces regardless of humidity variation was investigated in relation to the role of CeO₂ and the chemical interaction among CeO₂, In₂O₃, and water vapor.

S12-1 Review and Perspective of Studies on BNT-based Lead-free Piezoelectric Ceramics

BNT계 무연 압전 세라믹스에 관한 연구 회고 및 전망

이재신¹*, 한형수¹, 김일원¹, 안창원¹, 조옥². ¹울산대학교, ²UNIST
현재 상업적으로 이용되는 압전 세라믹스는 대부분 PZT를 기반으로 하고 있어서 중량 기준으로 60% 이상의 납을 함유하는 문제가 있어서, 인체에 유해한 납을 함유하지 않은 무연 압전 소재에 대한 연구는 1990년대 초반부터 일본을 중심으로 본격적으로 시작되었다. 국내에서는 본 연구진이 가장 먼저 무연 압전 세라믹스에 관심을 가지기 시작했으며 지난 20년간 다양한 무연 압전소재에 대한 연구를 진행하여 왔다. 2000년대 초반에는 세라믹 발진자용 무연 압전 소재를 배향성장시키는 방법으로 연구를 진행하여 상업적 가치가 있는 무연 압전소재를 개발하였다. 그 이후 2000년도 초중반에는 RTGG라는 배향성장법으로 제조한 BNKT계 압전 세라믹소재를 연구하여 우수한 압전성을 가지는 소재를 개발하였으나, 상업적 가치는 없었다. 그러나 결정방향이 배향된 BNKT 소재는 전계유기 변형 특성을 나타냄을 발견하였다. 그 이후 BNKT 압전세라믹스에 다양한 불순물을 도핑하거나 또 다른 ABO₃ 화합물을 고용시킴으로써 정규-완화형 강유전체 상전이가 일어나고, 상전이 경계 영역에서 거대 변형특성이 관찰되었다. 이러한 거대변형 현상은 세계적으로 많은 관심을 끌었으며, Roedel 교수와 조옥 교수를 중심으로 한 Darmstadt 공대 연구진들에 의해 전계 유기 상전이에 의한 격자 이방성의 큰 변화에 기인하는 것으로 밝혀졌다. 그러나 한가지 불순물 원소나 다른 ABO₃ 변성 또는 외부 전계에 의해 정규-완화형 상전이가 일어나는 기구에 대해서는 아직 명확한 이론이 없으며, 실용화를 위해서는 넘어야 할 장벽이 많이 남아 있는 상태이다. 본 발표에서는 이러한 BNT계 무연 압전소재 연구에 대한 회고를 하고 향후 전망을 하고자 한다.

S12-2 Origin of the Temperature-dependent Dielectric Relaxations in B-site Ordered/Disordered PST Relaxor

PST 완화형 강유전체의 B-site 이온 배열 변화에 따른 relaxation 현상 차이 규명

홍창효^{1*}, Torsten Granzow², Ke Wang³, 조옥¹. ¹UNIST, ²Luxembourg Institute of Science and Technology, ³School of Materials Science and Engineering

B-site cations (Sc^{3+} , Ta^{5+}) in $\text{Pb}(\text{Sc}_{1/2}\text{Ta}_{1/2})\text{O}_3$ (PST) ceramic can be ordered and/or disordered by different thermal treatments after sintering. When PST annealed at a suitable temperature for an appropriate period, the B-site cations become ordered (PST-O), which behaves like ferroelectrics. However, when the PST is quenched from a certain temperature far above the sintering temperature, the B-site cations can remain disordered (PST-D) at room temperature, which behaves like canonical relaxor ferroelectrics. The degree of B-site ordering was calculated from the ratio of the intensities between the superlattice reflection (111) and the adjacent lattice reflection (200) based on an X-ray diffraction technique. The electric-field-induced properties and dielectric properties of PST-O and PST-D were investigated at various temperatures ranging from -70 to 150°C, with reference to their dielectric permittivity maxima, where most phenomena characterizing ferroelectrics and relaxor ferroelectrics take place. As we expected, PST-O and PST-D showed typical polarization hysteresis, strain and switching current curves of the ferroelectrics' and the relaxor's respectively. The dielectric relaxations was evident in Cole-Cole plots depicted from the real (ϵ') and imaginary part (ϵ'') of the dielectric permittivity. Dielectric relaxation processes were shown to change near their dielectric permittivity maxima. In this study, we would like to explore their physical meaning.

S12-3 Structural and Piezoelectric Properties of CuO-added $0.96(\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5})(\text{Nb}_{1-x}\text{Sb}_x)\text{O}_3 - 0.04\text{CaTiO}_3$ Lead-free Piezoelectric Ceramics

CuO가 도핑된 $0.96(\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5})(\text{Nb}_{1-x}\text{Sb}_x)\text{O}_3 - 0.04\text{CaTiO}_3$ 무연압전 세라믹스의 전기적, 구조적 특성

조성훈*, 김대현, 이규탁, 남산. 고려대학교

$0.96(\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5})(\text{Nb}_{1-x}\text{Sb}_x)\text{O}_3 - 0.04\text{CaTiO}_3$ ($0.00 \leq x \leq 0.08$) were prepared by conventional solid state method. Specimens containing 2.0 mol% CuO were well sintered at low temperature of 970°C and a dense microstructure with large grains was formed in these specimens due to the liquid phase sintering.

A polymorphic phase boundary (PPB) structure, in which both the orthogonal and tetragonal phases coexisted, was observed from the specimens with $0.00 \leq x \leq 0.03$. This PPB structure changed to tetragonal structure for the specimen with $x = 0.04$. Finally, the specimens with $x \geq 0.045$ exhibited the other PPB structure, in which the tetragonal and pseudocubic phase coexisted. In addition, Curie temperature (T_C) decreased with the increase of x (Sb^{5+} ions). The specimens with $x = 0.045$ showed the maximum k_p values of 0.48 with d_{33} values of 245 pC/N. Furthermore, the d_{33} values of the specimens increased with the increase of x and the maximum d_{33} value of 301 pC/N with k_p value of 0.40 were obtained from the specimen with $x = 0.07$. Variations of the piezoelectric properties were explained using the change of crystal structure.

S12-4 Anisotropic Electrical Properties of $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na},\text{K})_{0.5}\text{TiO}_3$ -based Ceramics Fabricated by Reactive Templated Grain Growth

Reactive Templated Grain Growth 방법으로 제조한 $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na},\text{K})_{0.5}\text{TiO}_3$ 계 세라믹의 전기적 이방성

안창원^{1*}, 조옥², 이재신¹. ¹울산대학교, ²UNIST

Recently developed lead-free incipient piezoceramics are promising candidates for off-resonance actuator applications with their exceptionally large electromechanical strains. Their commercialization currently faces three critical challenges: high driving electric field required for delivering the potentially available large strains, large strain hysteresis inappropriate for precision devices, and relatively large temperature dependence. Textured $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.78}\text{K}_{0.22})_{0.5}\text{TiO}_3$ -based ceramics were fabricated by reactive templated grain growth (RTGG) method with the viewpoint of improving the strain response and reducing the driving electric field from grain orientation. Textured BNKT-based ceramics show high orientation factor (lotgering's factor > 90%), and exhibited large strain values ($S > 0.45\%$) at relatively lower applied electric field (< 45 kV/cm), which corresponds to a normalized strain ($S_{\text{max}}/E_{\text{max}}$) of > 1000 pm/V. The crystallographic orientation of the direction perpendicular to the casting direction for textured BNKT-based ceramics are < 200 > instead of [002] that is commonly aimed at for tetragonal systems during TGG process. In this study, we studied the anisotropic electrical properties of the textured BNKT-based ceramics by constraining polarization to the in-plane direction to casted surface.

S12-5 Growth of $0.8(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3 - 0.2(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{TiO}_3$ Single Crystals by Solid State Crystal Growth

LE GIA PHAN*, J.G. Fisher. Chonnam National University

Ceramics based on $(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3$ (NBT) are well-known as promising candidates for lead-free piezoelectric actuator applications because of an extraordinarily large strain generated by a field-induced phase transition. Many modified NBT solid solutions such as NBT-BaTiO₃, NBT-SrTiO₃, NBT-CaTiO₃, NBT-(K_{0.5}Bi_{0.5})TiO₃, etc. were synthesized to improve the piezoelectric properties. The $(1-x)(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3 - x\text{SrTiO}_3$ system exhibits a morphotropic phase boundary at $x = 0.2-0.3$, leading to higher values of converse piezoelectric constant d_{33}^* . The piezoelectric properties can be further improved by producing single crystals of ceramic materials. In this work, $0.8(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3 - 0.2(\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x)\text{TiO}_3$ single crystals have been grown for the first time by solid state crystal growth technique. $0.8(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3 - 0.2(\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x)\text{TiO}_3$ powder with $x = 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$ was synthesized by solid state reaction. SrTiO₃ [001]-oriented seed single crystals were buried in the powder, pressed into pellets, and then sintered at 1200°C for 1, 3, 10 and 20 h. The grain size and single crystal growth distance as a function of Ca concentration were investigated in detail. Matrix grain growth in the $0.8(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3 - 0.2(\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x)\text{TiO}_3$ samples was suppressed compared to that of $0.8(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3 - 0.2\text{SrTiO}_3$ samples when sintering for a long time, therefore enhancing the driving force for single crystal growth, especially at $x = 0.3$.

S12-6 Piezoelectrically "Hard-Type" PMN-PT and PMN-PZT Single Crystals for High Power Piezoelectric Transducers

고출력 압전 트랜스듀서 응용을 위한 하드형 PMN-PT와 PMN-PZT 압전 단결정들

이호용^{1*}, 김동호², 오현택². ¹선문대학교, ²(주)세라콤

Three different types of piezoelectric single crystals [PMN-PT (Generation I), PMN-PZT (Generation II), PMN-PZT-Mn (Generation III)] were grown by the solid-state single crystal growth (SSCG) method, and their dielectric and piezoelectric properties were measured and compared. Compared to (001) PMN-PT and PMN-PZT single crystals, the (001) PMN-PZT-Mn single crystals exhibited a higher transition temperature between the rhombohedral and tetragonal phases ($T_{RT} = 144^{\circ}\text{C}$), as well as a higher coercive electric field ($E_C = 6.3 \text{ kV/cm}$) and internal bias field ($E_i = 1.6 \text{ kV/cm}$). The (011) PMN-PZT-Mn single crystals showed the highest coercive electric field ($E_C = 7.0 \text{ kV/cm}$), and the highest stability of E_C and E_i during 60 cycles of polarization measurement. These results demonstrate that both Mn doping (for higher electromechanical quality factor (Q_m)) and a (011) crystallographic orientation (for higher coercive electric field and stability) are necessary for high power transducer applications of these piezoelectric single crystals. Specifically, the (011) PMN-PZT-Mn single crystal (Gen. III) had the highest potential for application in the fields of SONAR transducers, high intensity focused ultrasound (HIFU), ultrasonic motors, and others.

S12-7 Growth of Single Crystals of $(0.97-x)\text{K}_{0.48}\text{Na}_{0.52}\text{NbO}_3\text{-Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.7}\text{K}_{0.2}\text{Li}_{0.1})_{0.5}\text{ZrO}_3\text{-x}(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ by Solid State Single Crystal Growth and their Characterization

J.G. Fisher*, Eugenie Uwiragiye, Muhammad Umer Farooq, Su-Hyun Moon, Thuy Linh Pham, Dang Thanh Nguyen, Jong-Sook Lee. *전남대학교*

Ceramics based on $(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{NbO}_3$ are promising candidates to replace lead-based piezoceramics such as $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ and $\text{Pb}(\text{Mn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$. Recent advances in the KNN system in merging the rhombohedral-orthorhombic and orthorhombic-tetragonal phase transitions have resulted in materials with properties comparable to PZT. To improve the piezoelectrical properties yet further, single crystals can be used. In this work, use of the solid state single crystal growth technique to grow single crystals of $(0.97-x)\text{K}_{0.48}\text{Na}_{0.52}\text{NbO}_3\text{-Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.7}\text{K}_{0.2}\text{Li}_{0.1})_{0.5}\text{ZrO}_3\text{-x}(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ (KNN-BNKLZ-BNT) is described. This technique uses conventional ceramic processing equipment and is suitable for growth of single crystals of complex composition.

Ceramic powder is prepared by the mixed oxide method. Seed crystals of KTaO_3 are embedded in pellets of the powder and sintered. Single crystals of the ceramic powder composition grow onto the seed crystals. The microstructure and structure of the single crystals and surrounding ceramic matrix is examined using scanning electron microscopy and X-ray diffraction. The phase transitions of the KNN-BNKLZ-BNT single crystal are studied using micro-Raman scattering and relative permittivity vs. temperature measurements. The ferroelectric properties are also measured.

S12-8 Piezoelectric Properties of $(1-x-y)\text{PbZrO}_3\text{-xPbTiO}_3\text{-yPb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ Ceramics and their Application in Energy Harvesters

PZ-PT-PNN 세라믹의 압전 특성 및 이의 에너지 하베스터

이태곤*, 이호준, 남산. *고려대학교*

The structural and piezoelectric properties of $(1-x-y)\text{PbZrO}_3\text{-xPbTiO}_3\text{-yPb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ ceramics were investigated. Specimens with a large $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ content, which have compositions close to the triple point, show small g_{33} and $d_{33} \times g_{33}$ values because of their large $\epsilon_{33}^T/\epsilon_0$. These values increased with a decrease in y (amount of $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$) and the specimens with a rhombohedral structure near the rhombohedral-tetragonal MPB exhibited large g_{33} and $d_{33} \times g_{33}$ values because of their large d_{33} and small $\epsilon_{33}^T/\epsilon_0$ that can be explained by their polarization characteristics. Cantilever-type energy harvesters were fabricated using specimens with $0.38 \leq x \leq 0.41$ and $y = 0.29$. The output power densities of the energy harvesters were related to the $d_{31} \times g_{31} \times k_{31}^2$ value of the piezoelectric ceramics. The energy harvester fabricated using a specimen with $x = 0.39$ and $y = 0.29$, which has a maximum $d_{31} \times g_{31} \times k_{31}^2$ value, showed the maximum output power density of 1.01 mW/cm^3 .

S12-9 Energy Harvesting Characteristics of Piezoelectric Cantilever with Interdigitated Electrode

IDE PZT 압전 캔틸레버의 에너지 하베스팅 특성

이민선^{1*}, 윤지선¹, 박운익¹, 홍연우¹, 백종후¹, 조정호¹, 박용호², 정영훈¹. ¹한국세라믹기술원, ²부산대학교

높은 압전 변위상수(520 pC/N)를 가지는 상용 압전 PZT를 이용하여 테이프 캐스팅 공정으로 후막 시트를 제조하였다. PZT 시트 표면에 Interdigitated Electrode (IDE)를 프린팅 공정을 통해 인쇄한 후 압착 공정으로 PZT laminate를 제조한 후 850도에서 동시 소성 공정을 통해 압전 시편을 제조하였다. 이를 300 μm 두께의 SUS304 재질 탄성 기관의 상부 표면에 제조한 PZT laminate를 부착하여 unimorph 캔틸레버 에너지 하베스터를 제조하였다. 3-3 모드의 진동에너지 변환 특성을 확인하기 위하여 최대 150 Hz까지 주파수 범위에서 제조한 유니몰프 에너지 하베스터의 출력 전력 전압 특성을 평가하여 굴곡 공진 주파수(bending resonance frequency)를 확인하였고, 이 때 부하저항의 변화에 따른 출력 전력 특성을 측정하여 에너지 하베스터의 성능을 확인하였다. 본 연구에서 제조한 IDE 유니몰프 캔틸레버 하베스터는 100 Hz, 3 G의 공진 주파수 환경에서 100 K Ω 의 부하저항을 연결하였을 때 최대 3.8 mW의 높은 출력 전력 특성(10.3 mW/cm³, 0.77 mW/g²·cm³)을 나타내었다. 이는 3-1 진동 모드의 압전 캔틸레버 에너지 하베스터와 비교하여 보다 우수한 에너지 하베스팅 성능을 나타내었다.

S12-10 Flexible and High-performance Piezoelectric Energy Harvesters for Bio-medical and Electronic Applications

플렉서블 압전 하베스터의 구현과 이를 이용한 의료 및 전자분야 응용

황건태^{1*}, 이근재², 류정호², 최종진¹, 아나푸레디¹. ¹재료연구소, ²한국과학기술원

Innovative electronic-based devices and ideas are undergoing dramatic development for corporate, military, and medical applications. Many of these products, including the internet of things (IOT), sensor networks, and implantable devices, are designed to be compact, portable, and wireless, which generally involve drawbacks for periodic replacement of their batteries. A feasible solution is a sustainable energy source that derives its electric power from the ambient mechanical and vibrational energy such as human body

movements, motor vibrations, and ocean/wind waves. Flexible energy harvesters based on piezoelectric materials that can convert physical energy into electric power are promising candidates to realize self-powered flexible electronic systems and as permanent energy sources for portable, wireless, and implantable devices. To realize high-performance piezoelectric energy harvesters, high-efficient perovskite inorganic materials such as ceramic PZT, single crystalline PMN-PT and PIMNT were utilized as power sources for biomedical and electronic applications. Especially these flexible piezoelectric harvesters can be used to artificial cardiac pacemaker, deep brain stimulation, and wireless sensor node system.

S13-1 The Electrical Characteristics of Fluorine doped ZnON Thin-film Transistors

아연 질산화물 박막 트랜지스터의 불소 도핑에 따른 전기적 특성 변화

김형도*, 김종현, 양대규, 김현석. *충남대학교*

평판 디스플레이 산업 기술이 발달함에 따라 더 좋은 성능을 가진 박막 트랜지스터의 개발이 요구되었고, 10 cm²/Vs 이상의 높은 전계 효과 이동도를 가진 In-Ga-Zn-O (IGZO) 같은 산화물 반도체가 개발되었다. 그러나 유기발광다이오드 등 디스플레이 개발이 더욱 진행됨에 따라 훨씬 높은 전계 효과 이동도(30 cm²/Vs 이상)를 가진 재료의 개발이 요구되었다.

이를 충족시키기 위한 새로운 반도체로, 아연 질산화물(ZnON) 반도체가 연구되어 왔다. ZnON 트랜지스터는 전계 효과 이동도가 매우 높으며(100 cm²/Vs 이상), 금속 타겟을 이용해 증착이 가능하여 생산 비용이 저렴하다. 또한 기존 산화물 반도체에서 광 신뢰성 열화를 야기하던 산소 공공(Vo)을 질소를 이용해 억제하여 광 신뢰성이 우수하다. 그러나 이 결과 ZnON 내 질소 공공(VN)이 존재하게 되고, 이는 트랜지스터의 off 전류의 증가와 문턱 전압을 음의 방향으로 치우치게 하는 등 트랜지스터 특성 열화를 야기한다.

따라서 VN의 영향을 억제하기 위한 연구를 진행하였고, 제1원리 계산을 통해 불소가 VN을 효과적으로 억제하는 것을 발견하였다. 이를 바탕으로 ZnON 트랜지스터에 불소를 도핑하는 실험을 진행하였으며, 그에 따른 특성변화를 연구하였다.

S13-2 Low Temperature Fabrication and Structural Analysis of 1D Titanium Dioxide for Photocatalysis

저온합성한 TiO₂ 1차원 나노구조체의 구조분석 및 광촉매특성 평가

송찬근^{1,2*}, 원종한², 윤종원¹. ¹단국대학교, ²한국기초과학지원연구원
Titanium dioxide is one of the most versatile materials related to various technological applications including gas sensors, dye-sensitized solar cells and photocatalysis. Electrospinning is one of simple methods for generating oxide semiconductor nanofibers by combination with the sol-gel process. However, it is well known most of the experiments using the electrospinning require more than 500°C heat treatment. In this study, TiO₂ nanofibers were fabricated by the sol-gel process and the electrospinning method. These nanofibers made of heat-treated at a relatively low temperature of 280°C. Also these nanofibers were subjected to UV cleaning process. Crystalline phase, surface morphology, micro structure properties and surface chemical states of fabricated nanofibers were characterized by XRD, SEM, TEM, Raman and XPS, respectively. According to XRD results, nanofibers were composed of the anatase and rutile mixed phase at the calcination temperature of 280°C. The average diameter

of TiO₂ nanofibers were about 250 nm. Raman spectroscopy and XPS results, it was confirmed that the residual carbon. Therefore, the residual carbon of TiO₂ nanofibers was removed by UV cleaning. The photocatalytic properties were evaluated by degradation of methylene blue under solar light irradiation. The photocatalytic properties of TiO₂ nanofibers were better compared to P25 powders. Especially, in the case of the after UV cleaning TiO₂ nanofiber samples were efficiency of about two times compared to P25 powder.

S13-3 Electrodeposition of Metal Oxide Semiconductor Thin Films for Photosensitive Materials

전착을 이용한 광반응 금속 산화물 반도체 박막 형성

장호원*. *서울대학교*

금속 산화물 반도체 박막은 반도체 소자의 활성층 및 절연층, 디스플레이와 태양전지의 투명 전극 및 센서 소재로 널리 이용되고 있다. 고순도이면서 나노미터 수준에서 박막 두께 제어가 필요한 반도체 분야와 달리 에너지 환경 분야에 적용되는 금속 산화물 반도체 박막은 친환경적인 용액 공정법으로도 원하는 물성을 얻을 수 있기 때문에 고진공 장비의 도움없이 합성이 가능하다. 용액 내에서 산화물 박막을 합성하게 되면 원료의 낭비가 적고 고진공이 필요없어 생산 단가가 매우 낮으며 대면적으로 합성도 용이하다는 장점이 있다. 본 발표에서는 전착을 이용하여 우수한 광 특성을 가지는 BiVO₄, Cu₂O 및 NiO 등과 같이 다양한 조성의 산화물 반도체 박막이 형성이 가능함을 소개된다. 펄스 전착을 이용할 경우 다공성 3차원 구조에서도 균일한 막 형성이 가능하다는 것을 제시하고, 펄스 전압과 시간을 조절할 경우 박막의 형상 제어가 가능함을 보여주고자 한다. 전착으로 형성된 산화물 박막을 이용하여 우수한 특성의 물분해 광전극 제조가 가능하다는 결과가 발표될 것이다. 전착 기반 나노구조 산화물 이중접합이 실현되어야 하는 비전과 더불어 향후 달성되어야 할 목표들이 제시될 것이다.

S13-4 산화물 반도체 박막 증착을 위한 스퍼터링공정 이해 및 응용

송풍근*. *부산대학교*

대면적에 균일한 박막증착이 가능하기 때문에 양산성에서 우월성을 가지는 마그네트론 스퍼터링공정은 다양한 금속 및 세라믹 박막 증착에 사용되고 있다. 특히 산화물 반도체 박막은 대부분 마그네트론 스퍼터링법에 의하여 제작되고 있는데, 우수한 박막 물성을 실현하기 위해서는 플라즈마 중에서 발생하여 성장 중인 박막 표면에 입사하는 다양한 입자들의 운동에너지에 대한 이해가 필요하다. 또한 투명산화물 반도체 증착 공정과정에서 타겟 표면에 발생하는 nodule은 박막물성 및 양산성의 저하를 초래하기 때문에 이들의 생성기구의 해명 및 해결 방안은 매우 중요한 과제로 지적되고 있다. 아울러 최근 많은 관심을 받고 있는 비정질 투명산화물 반도체의 TFT 특성 및 새로운 응용 분야로서 열전특성에 대한 가능성을 소개하고자 한다.

S13-5 Recent Progress of Oxide Semiconductor Material and the Associated Thin Film Transistor

최근 산화물 반도체 소재와 그 박막 트랜지스터 응용 연구

박진성*. *한양대학교*

Recent, oxide semiconductor material such as indium-gallium-zinc oxide has been well-established as an active layers in display markets because of low-off current and reasonable mobility. Although the oxide semiconductor showed acceptable properties regarding device mobility and stability, the occupation of display market is very

limited. Thus, many researchers have still looked for combinatoiral material survey, post-treatment, and alternative deposition process. In this talk, I will discuss amorphous metal oxide and Zinc oxynitride semiconductor materials, in terms of physical, chemical, and electrical properties. Also, the associated devices exhibited high mobility (30~100 cm²/V.s) and flexible applications under low temperature process.

S13-6 Nanoparticles for Self-emitting Display Applications

나노 입자를 이용한 자발광 디스플레이 기술

하미영, 문대규*, 순천향대학교

Extensive researches on carrier transport and emission characteristics of nanoparticles have been conducted during past two decades because the nanoparticles can provide superior functionalities in display applications. Especially quantum dot semiconductor nanoparticles with saturated emission characteristics have been successfully commercialized in LCD applications. Recently, self-emitting devices using quantum dot nanoparticles have been much interested in the display and lighting applications because of their advantageous characteristics such as wide viewing angle, fast response, high color reproducibility, and thin thickness. The researches on quantum dot devices have been advanced to all nanoparticles based structure from hybrid structure of organic materials and nanoparticles because of the stability and efficiency issues of the organic materials. In this presentation, we report on the synthesis of nanoparticles for improving the carrier transport and exciton confinement in the nanoparticles based self-emitting devices.

G2-1 Accelerated Discovery of Heterostructured Photocatalyst Materials by First-principles Calculations

이종결합 광촉매에 대한 제일원리계산 및 실험연구

최희재*, (주)버추얼랩

Seeking ideal heterostructured photocatalyst components is extremely time-consuming and ineffective way because of many requirements for being good photocatalysts in heterojunctions. In this talk, computational methods to select ideal photocatalytic materials using DFT calculations will be introduced. In addition, our recent successful computational and experimental works where predictions from DFT calculation guided real materials syntheses in cost-effective way.

G2-2 Synthesis and Characterization of the Nano-sized Nd_{0.66}Sr_{0.33}-CoO_{3-d} Perovskite Oxide Catalyst by Inverse Micro-Emulsion Method as an OER Catalyst

Inverse Micro-Emulsion으로 합성한 Perovskite 구조의 Nd_{0.66}Sr_{0.33}-CoO_{3-d} OER Catalyst의 합성과 분석

임채현¹*, 신지영², 김건태¹. ¹UNIST, ²숙명여자대학교

Recently, perovskite oxide catalysts have received attentions because of their high conductivity, electro-catalytic activity, and stability. Nano-sized particles are well known to increase the electro-catalytic activity and electrochemical performance. However, nano structure of the perovskite oxides is difficult to fabricate because of their high synthetic temperature. Even with high synthetic temperature, we successfully fabricated and synthesized the nano-size perovskite Nd_{0.66}Sr_{0.33}CoO_{3-d} (NSC) particles via micro-emulsion method and characterized its electro catalytic activity and electrochemical

performance. The synthesized powder has very small size particles (20 ~ 50 nm) with high specific surface area (12.8 m² g⁻¹) as compared with those fabricated by the conventional process, such as solid state reaction and sol-gel method. Because of the increased surface area and nano-size effect, the synthesized powder demonstrates the excellent catalytic activity for oxygen evolution reaction (OER) and, thus, outstanding and stable electro-chemical cell performance in alkaline solution.

G2-3 LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O₄ Cathode Material Study for High Voltage Lithium Battery

고전압 박막 리튬 이차전지용 LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O₄ 양극 소재 연구

김중현*, 양대규, 김형도, 김현석. 충남대학교

최근 경박단소 특성 및 고신뢰성과 고안정성을 동시에 요구하는 전기, 전자, 통신, 의료용 소자 구동을 위한 초소형, 고출력 그리고 고밀도 동력원은 박막 공정 및 전기화학기술을 도입하여 제작이 가능하며 전고상 박막 리튬 이차전지가 이중 하나로 주목 받고 있다. 현재 리튬 이차전지의 양극 재료로써 LiCoO₂가 상업적으로 많이 사용되고 있다. 그러나 Co계 리튬 이차전지는 Co의 한정된 매장량으로 인한 가격 문제, 환경과피문제 그리고 인체에 대한 유해성 때문에 새로운 양극 재료의 개발이 활발히 진행되고 있다. 또한 에너지밀도의 관점에서 현재 사용하고 있는 LiCoO₂가 고전압을 실현하기 어렵다는 점 때문에 이를 대체 할 수 있는 새로운 재료에 대한 연구가 다양하게 진행되어 오고 있다. 그 중에서 LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O₄ 양극 재료는 4.7 V 이상의 고전압 재료로써 차세대 리튬 이차전지의 양극 재료로써 촉망받는 재료 중 하나이다. 그러나 LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O₄의 전기화학적 특성들은 Mn³⁺ 이온들의 존재에 매우 민감하다. 본 연구에서는 RF sputtering을 이용하여 LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O₄ 박막을 상온에서 Stainless Steel 기판위에 증착하고 후열처리 공정을 통하여 박막의 다양한 구조적, 전기화학적 특성을 분석하였다.

G2-4 Synthesize of Li₂S-P₂S₅ Solid Electrolyte for All-Solid-State Batteries (ASSBs) via High Temperature & Pressure Technique (HTPT)

고온가압법을 통한 전고체전지용 Li₂S-P₂S₅ 고체 전해질의 합성

오승현*, 최선호, 박종엽, 신동욱. 한양대학교

Inorganic solid electrolytes such as LLTO, LLZO, LGPS and Li₂S-P₂S₅ have been widely investigated for all-solid-state lithium ion batteries due to their inherent advantages in terms of safety and reliability. Among the solid electrolytes, the Li₂S-P₂S₅ glass-ceramics electrolyte is of interest because its lithium ion conductivity can be higher than 10⁻³ S·cm⁻¹ at room temperature. The Li₂S-P₂S₅ solid electrolyte is typically synthesized through planetary milling, and the high lithium ion conductive thio-LISICON analog phase is obtained during a high temperature post treatment process. However, Li₂S-P₂S₅ particles are obtained by planetary milling process have the tens-of-micrometer scale particle size and broad particle size distribution. Reducing the Li₂S-P₂S₅ particle size could significantly enhance the electrochemical properties of all-solid-state batteries.

In this study, we synthesized the Li₂S-P₂S₅ solid electrolytes by High Temperature & Pressure Technique (HTPT) and compared to the conventional mechanical milling technique. The use of HTPT is shown significantly smaller and more uniform particle size compared to the mechanically milled sample, thanks to the uniform dispersion of reactants in an organic liquid by stirring. Furthermore, the HTPT

sample shows excellent electrochemical performances due to the more intimate contact with the active materials such as LiCoO_2 , LiNiCoMnO_2 , suggesting that the technique is promising for the preparation of $\text{Li}_2\text{S-P}_2\text{S}_5$ solid electrolyte.

G2-5 Defect Engineering toward Strong Photocatalysis of Nb-doped Anatase TiO_2 : Computational Predictions and Experimental Verifications

열처리 조건이 Nb도핑된 TiO_2 광촉매 특성에 미치는 영향에 관한 제일원리, 열역학모델링, 실험연구

최희재*, (주)버추얼랩

Understanding the roles of point defects in optical transitions is a key to the desirable engineering of photochemical materials. In this study, the origins of the significantly varying optical and photochemical properties of Nb-doped anatase TiO_2 were systematically investigated, using density functional theory (DFT) calculations and experimental verifications. We found from DFT calculations that the desirable band gap reduction of anatase TiO_2 by ~ 0.1 eV reported in many of experimental reports and the resultant improvements of photocatalytic and photovoltaic efficiencies of Nb⁵⁺-doped anatase TiO_2 are due to the formation of complex $(\text{Nb}_{\text{Ti}}\text{-V}_{\text{Ti}})^{3-}$ as the compensator of Nb_{Ti}^+ . Our experiments demonstrated that the O_2 -rich annealing, which is expected to increase the concentration of desirable $(\text{Nb}_{\text{Ti}}\text{-V}_{\text{Ti}})^{3-}$ complex, narrows band gap of TiO_2 and strongly enhances the photocatalytic activity of Nb-doped TiO_2 particle. On the contrary, pure TiO_2 showed rather worse photocatalytic performances when annealed in O_2 -rich atmosphere, which is due to the formation of deep level by O-interstitial defect (O_i). Theoretically obtained charge effective masses could further explain the different photocatalytic activities of undoped and Nb-doped TiO_2 .

G2-6 Self-encapsulated Sb-C Nanocomposite with High Capacity and Stability as an Anode Material for Na-ion Batteries

소듐이온 전지용 고용량, 고안전성 Sb-C 나노복합체 음극

Xuan-Manh Pham*, Ngo Duc Tung, 박찬진. 전남대학교

Self-encapsulated Sb-C nanocomposite as an anode material for Na-ion batteries was successfully synthesised using a facile sol-gel method, followed by calcination in an inert N_2 atmosphere. The obtained Sb-C nanocomposite was composed of primary Sn nanoparticles with the size of ~ 40 nm encapsulated in carbon buffer layer. Effect of the carbon content on the electrochemical performance of the Sb-C nanocomposite was investigated. The Sb-C nanocomposite with an optimised Sb content of 50.87% exhibited the superior electrochemical performance: almost 77.6% capacity retention corresponding to 585 mAh g^{-1} after 300 cycles of discharge-charge at the rate of C/10. Impressively, the high reversible capacity of 281 mAh g^{-1} was maintained even at the high rate of 10C. Furthermore, a full-cell composed of Sb-C composite anode and $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ cathode exhibited good specific capacity and cyclability, which enables Sb-C composite to become a promising anode material for high-performance Na-ion batteries.

G2-7 Conformal Bi-layered Perovskite/Spinel Coating on a Metallic Wire Network for Solid Oxide Fuel Cells via an Electrodeposition-based Route

전기도금을 이용하여 페로브스카이트/스피넬 이중층 코팅이 적용된 고체산화물 연료전지용 금속 집전체

박범경¹, 송락현², 이승복², 임택형², 홍종은², 정우철¹, 이종원².

¹ 한국과학기술원, ² 한국에너지기술연구원

Solid oxide fuel cells (SOFCs) require low-cost metallic components for current collection from electrodes as well as electrical connection between unit cells; however, the degradation of their electrical properties and surface stability associated with high-temperature oxidation is of great concern. It is thus important to develop protective conducting oxide coatings capable of mitigating the degradation of metallic components under SOFC operating conditions. Here, we report a conformal bi-layered coating composed of perovskite and spinel oxides on a metallic wire network fabricated by a facile electrodeposition-based route. A highly dense, crack-free, and adhesive bi-layered $\text{LaMnO}_3/\text{Co}_3\text{O}_4$ coating of ~ 1.2 μm thickness is conformally formed on the surfaces of wires with ~ 100 μm diameter. We demonstrate that the bi-layered $\text{LaMnO}_3/\text{Co}_3\text{O}_4$ coating plays a key role in improving the power density and durability of a tubular SOFC by stabilizing the surface of the metallic wire network used as a cathode current collector. The electrodeposition-based technique presented in this study offers a low-cost and scalable process to fabricate conformal multi-layered coatings on various metallic structures.

G2-8 Various Factors Affecting SOFC Degradation Under H_2S Containing Fuel

이현미*, 임형태. 창원대학교

Solid oxide fuel cells (SOFCs) operate under various type of fuel, such as biogas and syngas, due to their high operating temperature ($> 700^\circ\text{C}$) without the need of pre-reforming. H_2S poisoning is an important issue for solid oxide fuel cells operated with biogas and syngas. This study investigates the effect of hydrogen sulfide (H_2S) concentration of Ni/YSZ anode-supported degradation rates of SOFCs. The electrochemical impedance spectra (EIS) of the cells were measured in pure hydrogen fuel and compared to H_2S additives (before poisoning). The performance degradation was studied with concentration of H_2S (0~50 ppm) at 700°C under a constant current (500 mA/cm^2) condition. In all cases, the H_2S contained in the fuel caused a rapid drop in the cell performance (named 1st drop), followed by a slow and steady deterioration (named 2nd drop). In the 2nd drop section, the high concentration of H_2S accelerated the voltage loss while the voltage drop was not observed at the low H_2S concentration (5 ppm). For post-test analyses, X-ray Diffraction Spectroscopy (XRD), scanning electron microscopy (SEM) with energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS), and Raman spectroscopy were used. Raman results indicate nickel sulfides were formed in the anode layer, especially at the high H_2S concentration. Thus, the degradation of SOFCs under H_2S containing fuel is attributed to the formation of the nickel sulfide at Ni anode.

G2-9 A Study of Electrocatalysis of Metal Nanoparticles Supported on a Mixed Conducting Oxide for High-Temperature Electrodes

고온-고성능 전극을 위한 혼합전도성 산화물 담지형 금속나노입자에 대한 연구

최윤석¹, 차승근¹, 하현우², 이시원¹, 김상욱¹, 김현유², 정우철¹.

¹한국과학기술원, ²충남대학교

고체산화물연료전지의 작동온도 저감을 위해 필수적인 고성능 전극 개발을 위한 고활성 금속나노입자의 적용에 관한 연구가 최근 주목받고 있다. 일반적으로 고체산화물연료전지 전극에서 금속나노입자의 우수한 전기화학적 촉매특성을 효과적으로 활용하기 위해서는 혼합전도성 산화물 지지체를 이용한 전자 및 이온의 전도 경로 확보와 열적 응집 억제에 필요하다. 관련 연구의 가장 큰 장벽 중 하나는 금속나노입자가 도입된 다공성 전극이 갖는 구조적 복잡성(즉, 나노입자의 크기 및 분산의 불균일성)으로 인한 나노입자의 역할에 대한 이해 부족이다. 이러한 이해는 나노입자의 촉매 특성에 대한 정량적 평가로부터 시작될 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 박막공정과 블록 공중합체 패터닝 결합하여 나노입자를 포함하는 혼합전도성 산화물을 대표하는 모델 전극형태의 측정 플랫폼을 제작하였다. 또한 수 나노 단위의 혼합전도성 산화물 코팅을 통해 나노입자의 열적 안정성을 확보함으로써 고온(450 - 600°C)에서 안정적으로 전극의 반응성에 대한 정량적 평가 및 분석이 가능함을 확인하였다. 이번 발표에서는 사례 연구로써 Sm이 도핑된 CeO₂ (SDC)에 지지된 Pt, Pd, Au, Co의 다양한 나노입자의 수소 전기화학적 산화반응에 대한 촉매 특성을 비교 평가하였다. 이러한 관찰에 기초하여 나노입자가 도입된 SDC 표면 반응에 대한 DFT 컴퓨터 시뮬레이션을 수행함으로써 여러 금속나노입자의 특성에 대한 반응 메커니즘에 대해 고찰하였다. 본 연구에서 제안한 평가 기법과 반응에 대한 이해를 바탕으로 추후 관련 연구 방향을 모색하고자 한다.

G2-10 A Study on Adsorption Characteristics of Volatile Organic Compounds over Flexible Zeolite Nanofibers

유연한 제올라이트 나노섬유의 휘발성유기화합물 흡착 특성 연구
지상현¹, 조정호¹, 윤준도², 윤지선¹. ¹한국과학기술원, ²경남대학교

In this study, flexible zeolite nanofibers of Y-zeolite and PVP polymer composites were synthesized by electrospinning method and thermal surface partial etching process. In the FE-SEM and AFM analysis, although the zeolite nanofiber with no thermal surface etching showed that the zeolite particles were covered by PVP polymer, the thermal surface etched zeolite nanofiber showed that there were zeolite particles exposed on the surface of nanofibers. The thermal surface etched zeolite nanofiber at 400°C had a specific surface area of 816 m²/g, which was similar to the value of the zeolite powders. The adsorption and desorption properties of toluene over flexible zeolite nanofibers were investigated as a function of thermal etching temperature and SiO₂/Al₂O₃ ratio. The higher the SiO₂/Al₂O₃ ratio, the better the VOC adsorption/desorption characteristics were observed.

G2-11 Highly Selective Alcohol and Water Sensor based on Controlled Interaction between Solvent-Fluorophore-Silica Substrate

솔벤트-유기 형광체-실리카 기판 간 상호인력에 기반한 새로운 선택적 알콜 및 수분 센서의 구현

정경운¹, 권민상², 김진상³. ¹재료연구소, ²UNIST, ³University of Michigan

Differentiation of alcohols and water is an important issue of interest. However, because of similar physical and chemical properties, discrimination of alcohols such as methanol and ethanol is critically

challenging without conducting sophisticated chemical analyses. In this presentation, we will introduce a novel type of alcohol and water sensor based on the controlled interaction among solvent analytes, organic fluorophores, and a mesoporous silica gel substrate. A systematic chemical structure design gradually shifts the interaction of fluorescent diketopyrrolopyrrole (DPP) derivatives with the mesoporous silica substrate and solvent analytes, which enable a unique intermolecular aggregation behavior and extreme fluorescence change of the organic fluorophores upon exposure to the different alcohols and water. Superior selectivity of the devised sensor system, which can clearly distinguish among water, ethylene glycol, methanol, and ethanol, will be demonstrated.

G2-12 Preparation of Silicon Carbide Fiber Mats with Different Solvent Medium

KHISHIGBAYARKHOSERDENE*, 주영준, 조광연. 한국세라믹기술원

Flexible silicon carbide fibrous mats were fabricated by combination of electrospinning and polymer-derived ceramics route. Polycarbosilane was used as a solute with different types of solvent mixtures such as toluene, xylene, dimethylformamide and acetone at various volumetric ratio. Each medium showed a great impact on the electrospinning parameters and its results varied formation of the spun fibers. The electrospun PCS fibrous mats were cured under halogen vapor atmosphere and heat treated at 1300°C. The prepared SiC fibrous mats consist of randomly distributed fibers of approximately 3 μm diameter.

S21-1 Improvement of Protonic Ceramic Fuel Cell (PCFC) Performance through the Electrolyte Optimization

전해질 최적화를 통한 Protonic Ceramic Fuel Cell (PCFC)의 성능 향상

최성민*, 안혁순, 윤경중, 이해원, 김병국, 이종호. 한국과학기술연구원

It is generally known that the total electrical conductivity of conventional polycrystalline BaZrO₃ is normally lower than that of BaCeO₃ because the grain boundary conductivity of BaZrO₃ is significantly lower than that of BaCeO₃. However, BaZrO₃ have fairly good chemical stability compare with BaCeO₃. In order to overcome these problems, solid solution of BaCeO₃-BaZrO₃ has been introduced as a new electrolyte composition with good performance and stability at the same time because the material properties such as conductivity, stability and sinterability are reflecting the characteristics of the two systems.

In order to fabricate and evaluate the anode supported type PCFC, we first fabricate the anode substrate via thermoset molding technique by using the nickel oxide and electrolyte composite powder granules which have been prepared by spray dry process. Thin electrolyte film was coated on the anode substrate via screen printing. For the electrolyte optimization process, the three types of electrolytes (BZYCu, BZYCu/BCY and BCZY3) were used. For the fabrication of the cathode, Ba_{0.5}Sr_{0.5}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-δ} (BSCF) perovskite oxide was used because it has been reported that it shows the best performances in terms of area specific resistance (ASR) value and the most efficient material for proton conducting electrolyte. The cathode was coated on

the dense electrolyte and then electrochemical performance of full PCFC was characterized at 650-500°C.

S21-2 The Study of Durable Intermediate Temperature-protonic Ceramic Fuel Cells(IT-PCFCs) with Various Operating Logics

다양한 운전로직을 적용한 고내구성 중저온형 프로톤 세라믹 연료 전지에 대한 연구

박가영*, 이태희, 김남인, 박준영. *세종대학교*

Proton conducting electrolytes have been studied extensively for use of PCFCs. Recently, it was reported that $\text{BaZr}_{0.1}\text{Ce}_{0.7}\text{Y}_{0.1}\text{Yb}_{0.1}\text{O}_{3-\delta}$ (BCZYYb) material showed a higher proton conductivity at intermediate temperature (500 - 700°C) below and high chemical stability in even H_2O and CO_2 atmospheres. In this system of PCFCs, the water product of chemical reactions is generated in at three phase boundaries (TPBs) of cathode side. This is why proton passes through electrolyte from anode toward cathode. This phenomenon makes complex cathode reactions and result in degradation of electrode. For the commercialization of PCFCs, it is indispensable not only to understand these degradation factors, but to provide the solution for preventing degradation of components in terms of operating logics. In this work, the button-type single cell was fabricated by uniaxial pressing method. And then, we suggest several operating logics for preventing cell degradation.

S21-3 A Breakthrough to Improve the Performance and Stability of Protonic Ceramic Fuel Cells

성능과 안정성을 향상시킨 프로톤 전도성 산화물 연료전지 제작 연구

배기호¹*, 김동환¹, 장동영¹, 최형중¹, 손지원², 심준형¹. ¹고려대학교, ²한국과학기술연구원

Due to the high ionic conductivity and low activation energy in proton conduction at the low-temperature region under 600°C, protonic ceramics have been regarded as a promising electrolyte material for low-temperature solid oxide fuel cells. Among them, yttrium-doped barium zirconate (BZY) is most promising because of its high bulk conductivity and excellent chemical stability against water vapor and carbon dioxide conditions. However, the retarded sintering characteristics of BZY leads to increasing grain-boundary density and resistance, resulting in impractically large ohmic resistance in the fuel cell operation.

In this work, we present a reliable and effective way to improve performance of protonic ceramic fuel cells (PCFCs) using thin-film-deposited BZY electrolytes. The novel multiscale-architected anodes allow the BZY electrolytes to have much reduced thicknesses and single-grain columnar structure, providing short and fast proton conducting path across the electrolytes. As results, the highest level of power outputs among those of PCFCs have been successfully achieved in the current study.

S21-4 MnO Exsolved Catalyst Nanoparticle on Layered Perovskite for Solid Oxide Fuel Cell Anodes

SOFC Anode 용 MnO Nano Particle 촉매가 Exsolution된 Layered Perovskite Oxide

Sivaprakash Sengodan¹*, 신지영², 김건태¹. ¹UNIST, ²숙명여자대학교

Surface decorated electro-catalytic nanoparticles coupled with oxide materials can effectively improve the electrochemical performance of solid oxide fuel cells anode. Simple perovskite-type $R_{0.5}\text{Ba}_{0.5}\text{MnO}_{3-\delta}$ ($R = \text{Pr}, \text{Nd}$) experiences a stoichiometric phase transition to layered double perovskite $R\text{BaMn}_2\text{O}_{5+\delta}$ at high temperature under low $p\text{O}_2$. This phase transition enables a modification in equilibrium positions to promote exsolution much more uniformly, involving the formation of MnO rich particles. Clear evidence of MnO nanoparticle exsolution from layered $\text{NdBaMn}_2\text{O}_{5+\delta}$ matrix under high temperature reducing condition was found by transmission electron microscopy. Here we demonstrate the layered $\text{NdBaMn}_2\text{O}_{5+\delta}$ ceramic anode matrix with surface decorated MnO nanoparticles have been fabricated by *in situ* annealing of $\text{Nd}_{0.5}\text{Ba}_{0.5}\text{MnO}_{3-\delta}$ in H_2 at 800°C. Yttria stabilized zirconia electrolyte (120 μm) supported fuel cell with layered $\text{NdBaMn}_2\text{O}_{5+\delta}$ prepared by infiltration generates maximum power output of 580 mW cm^{-2} in wet H_2 (3% H_2O) at 800°C.

S21-5 Cathodic Electrochemical Deposition of Doped CeO_2 : Application as a Thin-Film-based Low-Temperature Solid Oxide Fuel Cell Cathode

도핑된 세리아의 전기화학적 침전: 박막 기반 저온형 고체산화물연료 전지 공기극으로의 응용

서한길*, 최윤석, 구본재, 장아름, 정우철. *한국과학기술원*

Thin-film-based solid oxide fuel cells (SOFCs) have attracted much attention due to their capability to lower the operating temperatures (< 600°C) and the resulting extended lifetime and reduced cost, compared to conventional SOFCs. The low operating temperatures of thin-film SOFCs require highly reactive electrode materials and thus, platinum (Pt) is widely considered as a suitable candidate. However, Pt forms “two-dimensional” reaction sites at the electrolyte-electrode interfaces and suffers from poor long-term thermo-mechanical stability. Therefore, there is a strong demand for the development of robust Pt electrodes with three-dimensionally extended reaction sites. Here, we fabricated doped CeO_2/Pt composite thin-film electrodes to enhance the electrode reactivity and stability. Nanostructured doped CeO_2 layers were coated onto Pt surfaces via a simple, cost-effective and scalable coating method known as cathodic electrochemical deposition (CELD). $(\text{Sm,Ce})\text{O}_{2-\delta}$ (SDC) and $(\text{Pr,Ce})\text{O}_{2-\delta}$ (PCO) were selected as a coating layer. The resulting structures were examined by SEM, TEM, XRD, XRF and ICP-MS. An analysis of the AC impedance spectroscopy (ACIS) of symmetric cells (cathode|electrolyte|cathode) with doped CeO_2 coatings revealed that the doped CeO_2 layers remarkably improve ORR activity and long-time durability of the thin-film electrode. These observations provide new directions for achieving a robust and catalytically active electrode at reduced operating temperature.

S21-6 Novel Redox Regenerative Layered Perovskite Electrodes for Symmetrical Solid Oxide Fuel Cells

대칭형 고체산화물연료전지를 위한 층상형 페로브스카이트계 전극 개발

김경준*, 마너스, 이강택. *대구경북과학기술원*

Here we report a novel layered perovskite, $\text{SrGdNi}_x\text{Mn}_y\text{O}_{3\pm\delta}$; x/y (γ) = 4, 1, and 0.25 as the symmetrical solid oxide fuel cell electrode synthesized by glycine nitrate process. The phase and stability under

varying the partial pressure are investigated by X-ray diffraction. The calcined electrode powder found to be single phase in air, while under reducing condition the electrode exhibits mixed phase. The conductivity measurement under oxidized and reduced condition in the temperature 800° - 600°C varies with increasing the γ , the activation energy (E_a) for conduction of electron in air favors to Ni rich composition while under low partial pressure the Mn rich exhibits higher electrical conductivity. The catalytic activity and redox cycle test are studied using the electrochemical impedance spectroscopy on the LSGM supported symmetry cell by swiping the atmosphere from dry air to pure H₂ through purging via N₂. It is demonstrated an exceptionally stability for $\gamma = 1$ electrode after ten cyclic redox test, however, the Ni rich ($\gamma = 4$) composition favors to efficient oxygen reduction activity and Mn rich ($\gamma = 0.25$) electrode exhibits superior hydrogen oxidation reaction activity. The variation of conductivity and catalytic activity are elucidated by quantifying the oxidation state of the Mn and Ni oxidation state in the electrode using XPS analysis. Finally, the symmetric solid oxide fuel cell is fabricated using LSGM supported cell and the I-V characteristics and fuel cell impedance are evaluated.

S21-7 Investigation of Redox Behavior of Ni-YSZ Anode Materials for Solid Oxide Fuel Cells

고체산화물 연료전지용 Ni-YSZ 음극소재의 레드스 거동에 관한 연구

박재우*, 박윤태, 이기태. 전북대학교

Nickel-yttria stabilized zirconia (Ni-YSZ) cermet has been used as an anode material for solid oxide fuel cells (SOFCs) for more than 20 years. Although Ni-YSZ has various advantages such as high catalytic activity for H₂ oxidation and methane reforming, stability in reducing atmosphere, high electrical conductivity, it exhibits various types of degradations such as poor redox stability, sulfur poisoning, carbon deposition. Ni-YSZ anode still suffers from exposure to oxidizing condition caused by sudden interruption of fuel or sealing problem like leakage. When exposed in oxidizing atmosphere, Ni-YSZ experiences significant volume change due to the oxidation of Ni to NiO, which causes internal cracks and consequent destruction of the cell.

In this study, the redox stability of Ni-YSZ cermet according to various conditions such as porosity, pore size distribution, and composition has been studied systematically. Based on thermogravimetric analysis (TGA), oxidation kinetics of Ni-YSZ were obtained by curve fitting simulation. The 2-dimensional and 3-dimensional change of Ni-YSZ were measured by dilatometer and gas pycnometer, respectively. The morphology of Ni-YSZ was confirmed by scanning electron microscope (SEM). The both porosity and pore size of Ni-YSZ was measured by mercury porosimeter. The ratio of length change was measured using dilatometer.

S21-8 Electrochemical Properties of High Temperature Solid Oxide Co-electrolysis Cells Using Infiltration Method

Infiltration법을 적용한 Steam/CO₂ Co-Electrolysis Cell 전기화학 적 성능평가

홍재운*, 임하니, 김인호, 남궁연, 송선주. 전남대학교

Steam/CO₂ Co-Electrolysis Cells (Co-EC)은 water, CO₂ splitting과 Reverse Water Gas Shift (RWGS) reaction을 이용하여 H₂와 CO 가스가 일정비율로 혼재된 syngas를 제조할 수 있는 디바이스이다. 본 연구에서는 전극 특성과 안정성 향상을 위하여 연료극에 나노 GDC 입자를 침적시키는 연구를 진행하였고 그 후 성능을 평가했다. 나노 입자를 침적시키기 위하여 urea precipitation method를 사용하였으며, 나노 입자 침적이 잘된 조건을 선택하여 H₂:CO=2:1인 syngas를 제조했다.

Co-EC 단전지는 Ni-YSZ 연료극 지지체 위에 NiO-YSZ AFL과 YSZ 전해질을 dip coating하고 La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3-δ}-Gd_{0.1}Ce_{0.9}O_{2-δ} (LSCF6428-GDC10) composite을 공기극으로 사용했으며, 공기극과 전해질의 반응성을 막기 위해 그 사이에 GDC10 barrier layer를 coating하였다.

제작된 단전지는 각각 조건에 따라 I-V test, electrochemical impedance spectroscopy (EIS) 측정을 했고, 반응 시간에 따른 저항 성분들의 세분화를 distribution of relaxation times (DRT) 분석하여 각각 electrode polarization 반응을 분리하였다. 마지막으로 gas chromatography (GC)를 이용하여 outlet gas에 포함된 H₂와 CO의 가스 양을 측정하였다.

S22-1 Development of Cathode Materials and their Electrodes for Sodium-Ion Rechargeable Batteries

나트륨이온이차전지용 양극소재 및 전극 개발

한동욱*. 자동차부품연구원

Widespread and increasing interest in the storage of renewable energy derived from the sun, wind, and water have spurred the development of energy storage systems made from eco-friendly, abundant, and low-cost elements. Lithium-ion rechargeable batteries (LIBs) have been accepted as one of the most representative energy storage and/or powering systems; however, the gradual exhaustion of natural lithium resources followed by the rapid cost increase may not guarantee their consistent use in the future. Thus, non-lithium rechargeable batteries with low cost and excellent cycle life should be developed for preparing for the potential lithium crisis.

In general, however, the reversible capacities of most of the cathode materials for SIBs are much lower for LIBs and need to improvements in their cycling performance. In addition, the transition metal oxides with layered crystal structure are highly sensitive to water, which induce an electrode gelation due to water contamination from air or the surfaces of cathode particles. Structural instability coming from complex phase transitions of layered transition metal oxides during cycling could deteriorate their capacity retention properties.

Thus, in the present talk, recent research achievements on high-performing cathode materials for SIBs will be discussed.

S22-2 Fast Li-ion Conducting Oxide-based Solid Electrolytes for All-Solid-State Batteries

전고체전지용 산화물 고체전해질 이온전도성 향상 기술

정규남^{1*}, 박민식², 이종원¹. ¹한국에너지기술연구원, ²경희대학교
상용화된 리튬 이온 전지에 사용되는 유기계 전해질의 경우 발화 및 화재의 위험성이 높아 전지 안전성 향상을 위해, 최근 유기계 액체 전해질을 무기계 기반의 고체전해질로 대체한 전고체 이차전지 기술 개발이 활발히 진행 중이다. 무기계 기반 고체전해질 중 산화물계 고체전해질의 경우 황하물계 고체전해질 대비 화학적, 기계적 안정성이 뛰어나며, 우수한 입내 이온전도 특성(bulk

conductivity)을 보여 최근 많은 관심을 받고 있는 실정이다. 하지만 산화물계 고체전해질의 경우 제조시 높은 온도의 소결 공정이 필요하며, 높은 입계면 저항(grain boundary resistance)으로 인한 낮은 리튬 이온전도 특성은 전고체전지에 실제 적용하기 위해서는 필수적으로 해결되어야 할 문제이다. 본 연구에서는 산화물계 고체 전해질 중 대표적인 NASICON 및 Perovskite 구조를 갖는 고체 전해질 내에 입계 계면 구조를 제어할 수 있는 구조 제어 소재(structure modifier)를 적용하여 산화물 고체전해질의 소결 온도 저감 및 리튬 이온전도 특성을 향상시키기 위한 연구를 수행하였다. 특히, 소결 열처리 온도 및 구조 제어 소재 적용에 따른 고체전해질 내 미세구조 및 이온전도 특성 변화를 고찰하였으며, 향상된 고체전해질의 이온전도 특성이 전고체전지 성능에 미치는 영향에 대하여 확인하였다.

S22-3 Development of Lithium Titanate as Anode Material for High Power Batteries

고출력 이차전지를 위한 리튬티탄산화물 음극 소재 개발

정훈기*, 윤빈나. 한국과학기술연구원

Lithium ion batteries (LIBs) are regarded as promising a power sources for electric vehicles (EVs) and energy storage systems (ESSs) due to their long cycle-life and high energy density.

One of the safety issues in LIBs would be the dendritic lithium growth on the anode surface because the conventional carbon based materials approach almost 0 V versus Li/Li⁺. Therefore, a fundamental solution is to use an electrochemical redox couple with higher equilibrium potentials.

One of the suitable candidates is spinel lithium titanate (Li₄Ti₅O₁₂) with the Ti⁴⁺/Ti³⁺ redox couple working at approximately 1.55 V versus lithium. It have outstanding performances such as negligible volume expansion during Li-ion insertion/desertion process. However, the main obstacle of Li₄Ti₅O₁₂ is insulating properties. Therefore, the properties of Li₄Ti₅O₁₂ might not be sufficient for high current applications before any materials modifications.

In this study, latest progress in our research on the surface modification and application of Li₄Ti₅O₁₂ materials is reviewed.

S22-4 Surface Modification of Electrode for Aqueous Rechargeable Lithium Battery

수계 전지 성능 향상을 위한 전극 표면 개질 연구

문준영*, 트론. 인천대학교

Conventional lithium ion batteries (LIBs) applications have been expanded to large facilities like electric vehicle and energy storage systems. However, using organic electrolytes which are dangerous, toxic, environmentally unfriendly and expensive for LIBs can restrict their applications of large equipment. To overcome this limitation, one of prospective lithium batteries is aqueous rechargeable lithium battery (ARLB), which contains water electrolyte instead of carbonate electrolyte. However, it has not been considered for being a power sources of practical energy storage devices owing to poor cycling of the electrode materials in electrochemically fragile aqueous electrolyte solution.

To relieve this failure, we have focused on the improvements of cathode materials for ARLBs via surface modification with using different types of coating materials such as oxide, salt and ceramic materials. In this work, we improved the electrochemical performances

of cathode by surface modification of the surface of the particles of cathode. The physicochemical and electrochemical properties of surface modification of cathode were investigated by XRD, SEM, EDS, XPS and electrochemical methods. This result demonstrates that the surface coating of cathode greatly improves the cycling performances. Based on these data, we can suggest that the surface modification of the electrode materials can conduct an important role in improvement of the electrochemical performances of the active material in ARLBs.

S22-5 Carbon Coating on SSiO_x Core-Shell Nanoparticles for Li-ion Battery's Anode

리튬이차전지 음극적용을 위한 SSiO_x 코어-셸 나노입자의 탄소코팅 연구

장보윤*. 한국에너지기술연구원

We synthesized nanocomposite anodes for lithium-ion batteries consisting of carbon enwrapped Si/SiO_x core-shell nanoparticles in order to address the poor cycling performance of silicon and the low initial coulombic efficiency related to SiO_x-based materials. In particular, we used varying carbon coating times to examine the effects of carbon growth on the amorphous SiO_x layer that critically determines the nanocomposites' electrochemical properties. Through careful microstructure analysis, three steps for carbon growth on SiO_x are suggested. Furthermore, the effects of this stepwise carbon growth on the electrochemical properties of the nanocomposites are investigated. Finally, the optimum carbon coating condition for best electrochemical performance of the nanocomposites is proposed.

S22-6 Investigation of the Effect of Binder for the Silicon Electrode

실리콘 음극 전극의 바인더 효과에 대한 연구

이제남^{1*}, 최수정¹, 조현우¹, 임태은², 김영준³, 정구진¹. ¹전자부품연구원, ²인천대학교, ³성균관대학교

Silicon or silicon-based composites/oxides are attractive as high capacity anode for the next generation LIBs. This is because Si-based materials exhibit a considerably high theoretical capacity compared with conventional graphite anode. However, the huge volume expansion/contraction of the silicon based-material takes place through electrochemical lithiation/delithiation. This leads to the electrical isolation within the electrode of active material powder and binder, which induces insufficient cycling performance.

In this study, we briefly introduce the effect of binder for the silicon-based electrode. We also investigate the effect of new binder candidate for the silicon-based electrode with thermal treatment.

G3-1 Sintering Behavior of Ag-Ni Electrode Powder with Core-shell Structure

코어-셸 구조를 가진 Ag-Ni 분말의 소결 거동

김경호*, 구준모, 김형태, 한운수. 한국세라믹기술원

대부분의 정밀 IT 기기의 전극으로 사용되는 고가의 silver 분말을 대체하기 위해 비교적 내산화성이 높은 전도성 분말, 예를 들면 니켈 분말에 은을 코팅하거나 알루미늄과 같은 산화물에 은을 코팅 처리한 core-shell형 분말을 개발하려는 시도가 최근들어 활발하게 이루어지고 있다. 본 연구에서는 Ni에 Ag를 코팅한 core-shell 구조를 가진 electrode 분말의 sintering behavior을 살펴보았다. Ag-Ni

원료 분말을 분석한 결과, 순수한 Ag 분말과 유사한 표면 상태를 가지고 있었으며, Ni 분말에 Ag가 균일하게 코팅되어 있는 것을 단면분석을 통해 확인하였다. Ag-Ni 분말은 각각 500에서 800°C까지의 온도영역에서 sintering하여 전극을 형성하였는데, 600°C에서 소결한 시편의 경우 가장 낮은 면저항인 5.5 mΩ/sq.를 보였으며, 이는 순수한 Ag의 약 2배였다. 600°C에서 형성한 electrode에서 가장 낮은 면저항치를 보이는 원인을 규명하기 위해서, 서로 다른 온도에서 소결된 electrode의 미세구조를 살펴보았는데, 600°C에서 형성된 electrode이 가장 Ag의 연결성이 좋았으며, 다른 온도에서 형성된 electrode에 비해 양호한 전자 이동 경로를 제공하는 것으로 추정되었다.

G3-2 Fabrication of in-situ TiC-Fe₃Al Cermets by Mechanical Alloying

기계적 합금에 의한 in-situ TiC-Fe₃Al cermets 제조

김용인^{1*}, 최성철¹, 고세현². ¹한양대학교, ²한국생산기술연구원

Cermet is a composite material with a ceramic-based hard phase comprising carbide, nitride, and oxide, and a metal-based binder phase including Ni, Co, or Fe. The material thus combines the high hardness and resistance to heat, oxidation, and abrasion of a ceramic with the toughness of a metal. Titanium carbide has high hardness, resistance to oxidation and abrasion while iron aluminide has proper ductility as well as good strength and excellent oxidation resistance up to high temperatures. Therefore, it can be expected TiC-iron aluminide cermet to have excellent mechanical properties as a cutting tool and a wear-resistance material. In the present study, TiC-Fe₃Al-based cermet was produced by an in-situ process using powdered Ti, C, Fe, and Al as the raw materials. Mechanical milling was used to accelerate the in-situ reaction between the raw powders. The effects of the TiC volume fraction on the microstructures and mechanical properties of the milled powder and sintered cermet were examined. After 48 h of milling each mechanically showed an abrupt decrease up to 580 MPa at 90% TiC volume fraction. and 50 MPa for 30 min to obtain sintered bodies also consisting of only TiC and Fe₃Al phases. The hard phase, TiC, had a size of 100 - 300 nm with overall uniform distribution decreasing as the volume fraction of TiC increased. The hardness of each sintered body showed a linearly increasing tendency according to the increase in TiC content, the hardness for 90 vol% TiC cermet being as high as 1813Hv.

G3-3 Al₂O₃-TiO₂/SiO₂-ZrO₂ Based Porous Ceramics from Particle-Stabilized Wet Foam

입자 안정화된 젖은 폼으로 제조된 Al₂O₃-TiO₂/SiO₂-ZrO₂ 기반 다공성 세라믹

김익진^{1*}, Bijay Basnet¹, Naboneeta Sarkar¹, 박중규¹, 한인섭². ¹한서대학교, ²한국에너지기술연구원

The Al₂O₃-TiO₂/SiO₂-ZrO₂ based porous ceramics are prepared from particle-stabilized wet-foam by direct-foaming. Firstly Al₂O₃-TiO₂ suspension was prepared by mixing TiO₂ suspension to an equimolar amount of a partially hydrophobized colloidal - Al₂O₃ suspension to form Al₂TiO₃ on sintering. The secondary ZrO₂-SiO₂ suspension was prepared using the equimolar composition, and to obtain the ZrSiO₄, ZrTiO₄, and mullite phases in the sintered samples, the secondary suspension was blended into the initial suspension at 0, 10, 20, 30 and 50 vol.%. The air content in the wet foam was recorded up to up to

87%, Laplace pressure from 1.38 to 2.23 mPa and higher adsorption free energy at the interface of approximately 2.62×10^{-13} to 10.27×10^{-13} J with an outstanding foam stability of 87% and also rheological test were carried out to know the viscous property of the suspension. The final suspension was foamed, and the wet foam was sintered from 1400°C to 1600°C for 1hr. The phase identification was accomplished using X-ray diffraction, DTA/TGA, and a microstructural analysis was performed using FESEM.

G3-4 Fabrication and Optimization of Clay Bonded SiC Flat Tubular Membrane Support for Microfiltration Applications

정밀여과막용 점토 결합 탄화규소계 평관형 분리막 지지체의 제조 및 최적화

Bukhari Syed Zaighum Abbas*, 하장훈, 이종만, 송인혁. 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. Three 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°C in air, and evaluated for their structural properties, pore characteristics and permeability. It is evident from the study that we can produce a support layer with small sized SiC powder having high open porosity, high strength with less pore size and less permeability, in comparison with large sized starting SiC powder. Also the support layer produced could be used as stand-alone membrane for 1 μm particles.

G3-5 The Effect of Initial Pore Condition on Mechanical Properties of Ceramic-Resin Hybrid Block

초기 기공조건이 세라믹-레진 하이브리드 블록의 물성에 미치는 영향

조용현^{1*}, 소성민¹, 박주석¹, 이성갑². ¹한국세라믹기술원, ²경상대학교

Due to improved medical care and quality of life, interest and demand for dental restorations in patients of congenital/acquired tooth defect are increasing worldwide. Recently CAD/CAM technology is being highlighted. CAD/CAM materials, as crown material, can be classified as polycrystalline ceramic, metal and resin composite material. Also research on composite materials, which is a method of collecting the advantage of each materials, is actively pursued. As a CAD/CAM materials, the hybrid block containing both zirconia with good mechanical properties and resin with good machinability is typical composite material.

The purpose of the study is investigate the effects of initial pore conditions of porous zirconia ceramics on the mechanical properties of zirconia-resin hybrid block fabricated by the infiltration process. Porous zirconia ceramic support, containing the pore former (Polymethylmethacrylate, PMMA) with various particle size, were sintered at 1200°C temperature, air atmosphere, and then were fabricated by infiltration process (thermal polymerization) of the resin. To characterize the zirconia-resin hybrid block, bulk density, BET measurement, wear resistance, elastic modulus, 3-point bending

strength, x-ray diffraction (XRD), and scanning electron microscope (SEM) analysis were employed.

G3-6 Novel Processing to Wet Foam and Porous Ceramics

젖은 폼과 다공체 세라믹스를 위한 노블 프로세싱

김익진*, 한서대학교

This study presents a novel method to study the stabilization mechanism of wet foams in concentrated colloidal suspension. The thermodynamic instability of wet foam bubbles in water due to the large and highly energetic interfacial area is the main challenge of processing such foams from colloidal suspension. Smaller bubbles under pressure diffuse into larger bubbles. This is known as Ostwald ripening, and it results in coarsening of the wet foam. Hence, the bubble size distribution broadens. To optimize the bubble size and the stability of wet foam, the adsorption free energy and Laplace pressure of micro- and nano-particle stabilized colloidal suspensions are investigated. Porous ceramics with more than 80% wet foam stability can be prepared easily with this novel approach. The sintered foam shows a particle free energy of $1.7 \times 10^8 \sim 3.2 \times 10^8$ kTs and pressure difference of 0.4 mPa to 0.25 mPa for colloidal Al_2O_3 , SiO_2 , Al_2TiO_5 , and SiC particles with particle size of 0.4 μm , respectively.

G3-7 Multi-Mixed Particle Effect on Forming and Sintering for Alumina Slip Casting

다중 혼합분말이 슬립캐스팅 알루미늄의 성형과 소결에 미치는 영향

민재홍*, 조경식, 금오공과대학교

주입성형을 이용한 세라믹스 공정은 일반적으로 미세한 분말을 이용하여 높은 성형밀도를 가지고, 소결을 통하여 고밀도 및 균질한 미세구조를 갖는 소결체를 제작하는 것을 목표로 한다. 주입성형체의 건조 및 소결과정에서 치수변화를 최소화하기 위해서는 성형체 구성분말의 최밀충진이 중요하다.

본 연구는 단일 크기의 구형을 최밀충진 하고 6배위와 4배위 공간에 해당되는 크기의 구형을 채우도록 초기 분말 크기와 양을 설정한 다중혼합분말을 이용하여 주입성형하였다. 평균입경 1.35 μm 를 갖는 모입자를 이용하여 기준 성형하고, 모입자 분말에 1차 혹은 1차 + 2차 충전 빈 공간에 해당되는 크기 분말을 첨가한 혼합분말로 주입성형하여 성형성과 소결성을 높이고자 하였다. 서로 다른 3가지 조건으로 제조한 주입성형체를 고습도 분위기에서 건조하고, 소결하여 비교하였다. 이를 통해서 단일크기 분말에 비해 미세한 분말들을 첨가한 이중 혼합 및 삼중 혼합분말이 성형 및 소결성이 향상되고, 미세구조 변화를 확인하였다.

G3-8 Effects of ZrO_2 - La_2O_3 Co-addition on the Microstructural and Optical Properties of Transparent Y_2O_3 Ceramic

ZrO_2 - La_2O_3 동시첨가 투명 이트리아의 미세구조 및 광학 특성

박영조*, ZHU Linlin, 김하늘, 김진명, 고재웅, 재료연구소

Commercial Y_2O_3 powder was used to fabricate Y_2O_3 ceramics sintered at 1600°C and 1800°C with concurrent addition of ZrO_2 and La_2O_3 as sintering aids. One group with different contents of La_2O_3 (0 - 10 mol%) with a fixed amount of 1 mol% ZrO_2 and another group with various contents of ZrO_2 (0 - 7 mol%) with a fixed amount of 10 mol% La_2O_3 were compared to investigate the effects of co-doping on the microstructural and optical properties of Y_2O_3 ceramics. At low sintering temperature of 1600°C, the sample single doped with 10 mol% La_2O_3 exhibits much denser microstructure with a few small

intragranular pores while the samples with ZrO_2 and La_2O_3 co-doping features a lot of large intergranular pores leading to lower density. When the sintering temperature increases to 1800°C, samples using composite sintering aids exhibit finer microstructures and better optical properties than those of both ZrO_2 and La_2O_3 single-doped samples. It was proved that the grain growth suppression caused by ZrO_2 overwhelms the acceleration by La_2O_3 . Meanwhile, 1 mol% ZrO_2 acts as a very important inflection point with regard to the influence of additive concentration on the transmittance, pore structure and grain size. The highest in-line transmittance of Y_2O_3 ceramic (1.2 mm in thickness) with 3 mol% of ZrO_2 and 10 mol% of La_2O_3 sintered at 1800°C for 16 h is 81.9% at a wavelength of 1100 nm, with an average grain size of 11.2 μm .

G3-9 Residual Stress and Mechanical Property of Carbon-doped TiZrN Coating

탄소가 도핑된 TiZrN 코팅의 잔류 응력과 기계적 성질

홍은표^{1*}, 전설², 유현조³, 조익준⁴, 이희수¹. ¹부산대학교, ²국가기술표준원, ³위드앰캠, ⁴비알테크

The residual stress in the titanium nitride lattice improves the mechanical properties of the coating layer due to the distortion of the lattice. Substitution of the transition metal in the $\text{Ti}_{1-x}\text{Me}_x\text{N}$ (Me=Zr, Al, Cr, etc.) system has been researched to increase of the hardness by inducing the lattice distortion. The residual stress through various element doping has received attention for enhancing the mechanical properties.

Mechanical property of the titanium-based nitride with the carbon doping was investigated in terms of the residual stress and the microstructure. The lattice distortion by the doped carbon was confirmed with the change of lattice constant using Rietveld refinement and microstructure analysis. The variation of the compressive residual stress by distortion in lattice was analyzed through the $\sin^2\Psi$ method.

G3-10 Analysis of Behavior About Uniform Densification in C/SiC Composites by Chemical Vapor Infiltration

C/SiC 복합체의 CVI공정에서 균일한 치밀화를 위한 거동 분석

김경미^{1*}, 서진원¹, 최균¹, 이종훈². ¹한국세라믹기술원, ²고려대학교

The chemical vapor infiltration (CVI) is one of the industrially prevailed techniques to manufacture fiber-reinforced ceramic matrix composites (CMCs). Originally developed for the manufacture of C/C materials, the CVI process could be adapted to the deposition of SiC matrices using a defined mixture of methyl-trichlorosilane (MTS) and hydrogen. It is suitable for the production of CMCs of plate or near net shape of thin thickness. During the CVI process, a reactive gas mixture of hydrogen and MTS is used to occupy interconnected open porosity in the fiber preform. Silicon carbide is deposited in between the carbon fibers by thermal decomposition of MTS at around 1000 degree Celsius. Although close pores still partially exist in the preform after the CVI process, the distribution of the remained pores varies with the infiltration depth of precursor gas that is related to the gas flow, the temperature and the pressure distribution of the preform. In this study, the optimum condition for densification was predicted with the help of CFD simulation and the resultant microstructure of CMC was demonstrated.

G3-11 Thermodynamic Prediction of TaC CVD Coating on C/C composite in C_3H_6 -TaCl₅-H₂ System

C_3H_6 -TaCl₅-H₂계에서 탄소섬유복합체의 CVD-TaC Coating에 대한 열역학적 예측

김현미^{1,2*}, 최균¹, 심광보². ¹한국세라믹기술원, ²한양대학교

Phase diagrams of Ta-C-Cl-H were constructed according to the calculation results that showed thermodynamic equilibrium in the C_3H_6 -TaCl₅-H₂ system considering temperature, pressure and compositions as variables. Thermodynamic conditions of various phases were calculated with FacSage based on the minimization of Gibbs free energy between reactions. The phase diagram showed a useful guideline for coating of tantalum carbide by chemical vapor deposition (CVD). In order to reduce the process variables, the gas mixture of 10 mole percent of C_3H_6 in hydrogen gas was used to deposit tantalum carbide film. The experimental results were compared with the calculated values. As a result, the ideal condition for the tantalum carbide coating in the C_3H_6 -TaCl₅-H₂ system were successfully predicted.

G3-12 Development of Ablation-resistant Ultra-high Temperature Ceramic Matrix Composites

내삭마 특성을 갖는 초고온 세라믹 섬유강화 복합재료 개발

이세훈^{1*}, 김도경², 정경운¹. ¹재료연구소, ²한국과학기술원

재료연구소에서는 초내삭마 특성을 갖는 초고온 세라믹 섬유강화 복합재료(UHTC-CMC)를 제조하기 위한 연구를 지속적으로 수행하여 왔다. 이를 위하여 고순도의 초고온 세라믹 나노 분말의 대량 합성, 초고온 세라믹스의 고순도 분쇄 및 분산, 초고온 세라믹스 슬러리의 성형 및 섬유 내 함침 공정 개발, 고순도 초고온 세라믹스의 저온 소결 조성 개발 등 다양한 연구를 수행하였으며, 이들 도출된 기술들을 기반으로 2700°C 이상의 초고온 환경에서도 우수한 내삭마 특성을 나타내는 C/HfC-SiC UHTC-CMC를 제조하였다. 소결법으로 제조된 UHTC-CMC의 굽힘강도는 최대 122 MPa로 낮게 나타났는데 이는 탄소 섬유와 기지상 간의 열팽창계수 차이 (-0.41 vs. $6.52 \times 10^{-6}/K$) 때문에 발생한 높은 잔류 응력 때문으로 생각된다. 제조된 CMC는 우수한 섬유 뽑힘 거동을 나타내었으나 낮은 강도 때문에 파괴인성은 $4.22 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 로 비교적 낮게 측정되었다. 제조된 UHTC-CMC는 2700°C, 대기중에서 Mach 0.6의 불꽃 속도로 Oxy-acetylene torch를 이용하여 20분 이상 삭마 실험을 수행한 후에도 내부의 탄소섬유가 산화되지 않고 잔류하였으며, $5 \times 10^{-4} \text{ mm/s}$ 의 매우 낮은 삭마율을 유지하였다.

G3-13 Evaluation of Microstructural and Mechanical Properties of Ion Irradiated SiC_f/SiC Composites Prepared by EPD and Hot-pressing

EPD 및 hot press에 의해 이온 조사된 합성 SiC_f/SiC의 미세구조적 및 기계적 성질의 평가

Pipit*, Amit Siddharth Sharma, 정동혁, Arifin Septiadi, 윤당혁. Yeungnam University

SiC_f/SiC composites have been proposed as the main candidates for the structural components in future fusion and advanced fission reactors owing to their low induced radioactivity and good irradiation resistance. Being a covalent and brittle in nature, the fabrication of the damage-tolerant SiC-based composites has always been a major challenge. Achieving high density coupled with reasonable toughness is one of the primary goals associated with the processing of SiC_f/SiC

composites. Processing route were optimized by infiltration of SiC particulate slurry (matrix) with Al₂O₃-Y₂O₃, Al₂O₃-Sc₂O₃, and Sc-nitrate as sintering additives into Tyranno[®] SiC fabric (reinforcement) using electrophoretic deposition or vacuum infiltration followed by hot-pressing. Composites were then subjected to H⁺ ion irradiation at the doses of $3 \times 10^{16} \text{ ions/cm}^2$. Fractography and radiation-induced damage were evaluated by cross-sectional SEM observations. Mechanical properties of the composites were evaluated by three-point bending test. Composites with Sc-nitrate exhibited significant fiber pull-out and less ion-irradiation induced damage compared to that with the Al₂O₃-Y₂O₃ and Al₂O₃-Sc₂O₃ additives. A comparison of irradiation-induced defect structures in fiber and matrix regions was undertaken for all the samples and the results of such an investigation will be presented.

G3-14 Aqueous Electrophoretic Infiltration of SiC-ZrB₂ Matrix and the Fabrication of SiC-fiber Reinforced Composites

SiC-ZrB₂ 매트릭스의 수성 전기 영동 침투 및 SiC- 섬유 강화 복합재료의 제조

Wahid Muhamad FR*. Yeungnam University

In this presentation, the electrophoretic infiltration and the fabrication of continuous SiC fiber-reinforced SiC-ZrB₂ (SiC_f/SiC-ZrB₂) ceramic matrix composites by aqueous electrophoretic deposition and hot pressing will be reported. By adding a suitable aqueous dispersant and binder at optimum pH, a well-dispersed suspension containing SiC-ZrB₂ nanoparticles was prepared in deionized water. SiC-ZrB₂ matrix phase containing Sc₂O₃ sintering aid was effectively infiltrated into the fine voids of TyrannoTM-SA3 fabrics coated with pyrolytic carbon (PyC) and SiC layers using an AC electrophoretic deposition (AC-EPD) combined with ultrasonication. A square-shaped asymmetric waveform with an asymmetry factor of 4 was used for AC-EPD. After infiltrating the slurry by AC-EPD, 20 layers of fabrics were stacked and laminated uniaxially under a pressure of 10 MPa at 80°C. Hot pressing was carried out at 1750°C and 20 MPa for 2 h in an Ar atmosphere after binder burnout. The composites density, XRD, flexural strengths, and microstructures of fiber/matrix interfaces and fracture surfaces will be presented in detail.

G3-15 Post-sintering Heat Treatments for Toughness Enhancement in Hot-pressed SiC_f/SiC Composites

핫 프레스 SiC_f/SiC 복합재료의 인성 강화를 위한 소결 후 열처리

Amit Siddharth Sharma*. Yeungnam University

Although the methodology of post-sintering heat treatments to increase the toughness in brittle SiC monoliths has been well-researched but the same has not been extended in case of SiC_f/SiC composites. In this study, the applicability of post-sintering heat treatments for enhancing tail-extension behavior in SiC_f/SiC composites has been examined. Commercially available Tyranno[®] SiC fabrics with the dual PyC-SiC coatings over SiC fibers were infiltrated with SiC slurry by electrophoretic deposition. Matrix volume fraction was adjusted to 40–45 vol.% by stacking SiC green tapes between slurry-infiltrated SiC fabrics. Densification close to 94% ρ_{theo} was achieved by incorporating 10 wt.% Al₂O₃-Y₂O₃ as additive and subsequent hot-pressing at 1750°C, 20 MPa for 2 h in Ar. Microstructures were tailored by subjecting sintered composites

to heat treatments at 1100, 1250, 1350 and 1750°C for 5 h in Ar. Correlation between flexural behavior and microstructure was explained in terms of fracture energy, *in situ*-toughened heterogeneous matrix with interlocking α - and β - grains, phase evolution in sintering additive, role of dual interphases in SiC_r-PyC_c-SiC_c system and observed fracture mechanisms. Extensive fractography analyses revealed interfacial debonding at hybrid interfaces and matrix cracking as the key fracture modes, which are responsible for the toughening behavior in heat-treated composites.

S31-1 SiC : A Material for Power Semiconductor Devices

전력반도체 재료로서의 SiC

방옥*, 문정현, 나문경, 강인호, 김형우, 석오균, 김상철. 한국전기연구원

SiC는 구조재료로서 많은 우수한 특성들로 인해 오랫동안 연구가 되어왔다. 본 강연에서는 기존의 구조재료로서의 SiC가 아닌 반도체 재료, 특히 전력반도체 재료로서의 SiC의 특징과 그 우수성, 그리고 그 응용에 대해 설명하고자 한다.

반도체 재료로서의 SiC는 구조재료적인 측면에 비해 늦게 연구가 시작되었지만 기존 Si반도체에 비해 월등히 뛰어난 물성으로 인해 오랫동안 관심의 대상이 되어왔다. 하지만, 뛰어난 물성에도 불구하고 SiC가 갖는 결정학적인 난점들로 인해 상당기간 반도체재료로서의 응용은 실제 사용에 이르기까지 난관이 많았다. 최근에 들어 다수의 SiC 기반 전력반도체가 상용화되기에 이르렀고 특히, 신재생 에너지 및 전기자동차 시장이 활성화되면서 실제적으로 그 응용가능성을 높이고 있다. 본 강연에서는 현재에 이르기까지 SiC 기반 전력반도체의 상용화 실태와 아직까지 남아있는 문제점들을 따져보고 향후 반도체 재료로서의 SiC 연구가 진행되어야 할 방향에 대해 고찰해 보고자 한다.

S31-2 Trend of Power Module Packaging Technology for HEV/EV

친환경 자동차용 차세대 파워모듈 패키징 기술 동향

홍경국*, 김영석, 강수빈. 현대자동차

최근 환경적 이슈와 더불어 HEV/EV 등의 친환경 차량에 대한 수요가 점차 높아지고 있어, 친환경 차량용 전력변환시스템(PCU)의 핵심 구성요소인 파워 모듈은 전력반도체 산업에서 급성장하는 분야 중의 하나로 인식되고 있다. 또한 기존 실리콘(Si) 소자 대비 우수한 성능의 실리콘카바이드(SiC) 소자를 적용하여 시스템의 성능 향상 및 무게/부피 저감을 통한 연비 향상을 위한 개발이 진행되고 있다. 하지만 SiC 적용을 통한 성능 향상이 구현되기 위해서는 현재보다 향상된 패키징 소재 기술 개발이 뒷받침 되어야 하고, 또한 자동차용에 적합한 엄격한 제품의 신뢰성을 보장할 수 있어야 하기에, 전자 및 재료 등 여러 분야에서 활발한 기술 개발이 필요한 상황이다. 본 발표에서는 친환경 차량용 파워모듈의 현황과 추세를 언급하고, 차세대 파워모듈에 필요한 패키징 기술을 논의하고자 한다.

S31-3 Challenges in the Development of Silicon Carbide Substrates for Power Device Applications

김영옥*. 서울시립대학교

Silicon carbide is an important structural material due to its excellent thermal conductivity, wear resistance, oxidation resistance, and high temperature mechanical properties. Various industrial applications of SiC ceramics such as heaters, heater plates, and dummy wafers for

semiconductor processing, capsule materials for nuclear fuel, and gas seal rings in compressor pump, take advantage of its excellent thermal conductivity as well as its other properties. Especially, substrate applications for power device applications require high thermal conductivity, electrical insulating properties, and excellent mechanical properties. Generally, achievement in high thermal conductivity accompanies high electrical conductivity and achievement of electrically insulating properties accompanies loss of thermal conductivity in SiC ceramics.

In this presentation, factors affecting on thermal and electrical conductivities of liquid-phase sintered SiC ceramics will be presented and challenging issues to be overcome will be suggested for the development of SiC substrates for electronic device applications.

S31-4 Lowering the Sintering Temperature and Improving the Strength of Aluminum Nitride Substrate for Powder Module Application

전력모듈 방열기판용 질화알루미늄의 저온소결 및 고강도화

류성수*, 이화준. 한국세라믹기술원

질화알루미늄(AIN)은 높은 열전도도와 낮은 열팽창 특성으로 인해 정전척, 고집적 반도체 기판, LED 패키지용 기판으로 사용되고 있다. 최근에는 하이브리드 자동차 및 전기자동차의 전력모듈에서 발생하는 열을 효과적으로 제거하기 위한 방열기판으로 사용이 점점 증가하고 있다. AIN의 높은 열전도도에도 불구하고 낮은 열충격 저항성으로 인해 신뢰성 문제가 이슈화되고 있다. 열충격 저항성은 강도, 인성과 같은 기계적 물성과 관련이 있다. 한편, 기존 AIN은 1800도 이상의 높은 온도에서 제조하는데 이는 생산비용을 증가시킬 뿐만 아니라 입자성장을 크게 하여 기계적 강도를 감소시킨다. 또한, 금속전극과 동시소성시 전극의 선택의 제한을 가져온다. 이로 인해 최근 AIN의 저온에서 제조에 관한 연구 관심도 크게 증가하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 AIN 기계적 물성 향상, 저온소결에 관한 연구동향을 조사하고, 새로 개발한 소결 첨가제 적용을 통한 AIN의 소결특성 및 기계적 물성 연구 결과를 제시하였다.

S31-5 Fabrication of Silicon Nitride Ceramics with High Thermal Conductivity by Gas Pressure Sintering

가스압 소결법에 의한 고열전도 질화규소 제조

고재웅*, 박영조, 김하늘, 김진명. 재료연구소

최근, 산업 기술의 발달과 고도화로 전력의 변환과 제어를 고효율로 수행하는 파워디바이스가 급속히 보급 되고 있다. 하이브리드/전기자동차 시장이 확대됨에 따라 파워모듈 시장이 급속히 팽창하고 있다. 이와 같은 파워모듈에 사용되는 전력은 상당히 높은 전류 및 전압이기 때문에 반도체로부터 발생하는 열에 의한 소자의 오작동 혹은 파괴를 방지하기 위해 열을 어떻게 효과적으로 방출하는가가 큰 이슈가 되고 있다. 질화규소 방열기판은 내열 피로특성 등 물리적, 화학적 특성이 우수하고 경제성까지 개선되고 있어 차세대 고효율 파워디바이스용 기판소재로 급부상하고 있다. 고열전도 특성을 갖는 질화규소 세라믹스는 질화규소 분말 성형체를 가스압 소결하여 제조 하는 통상소결 방식과 금속 실리콘 분말 성형체를 질화시킨 후, 후소결하는 방식으로 크게 구별되어 제조할 수 있다.

본 발표에서는 질화규소 분말로부터 출발하여 가스압 소결에 의해 제조되는 고열전도 질화규소에 대해 다루고자 하며, 세부적으

로 고열전도 질화규소 제조에 영향을 주는 주요 공정변수들과 최근결과들에 대해 다루고자 한다.

S31-6 Research on the Strengthening of the Si₃N₄ Ceramics with High Thermal Conductivity

고열전도도 질화규소 세라믹스의 강도 향상 연구

박영조^{1*}, 고신일², 김진명¹, 김하늘¹, 고재웅¹. ¹ 재료연구소, ² 부산대학교

질화규소가 기반 소재로 적용되기 위해서는 기계적 특성과 열적 특성을 동시에 만족해야 한다. 열적 특성이란 다음 아닌 고열전도도인데 이에 관해서는 많은 연구결과들이 발표되어 왔다. 그런데 기관이 장착된 디바이스의 내구성 및 신뢰성 확보라는 관점에서 기계적 특성은 열적 특성만큼이나 중요한 인자이지만 이에 대한 연구활동은 국내는 물론 국외적으로도 소수에 불과한 실정이다. 특히 그 소수의 연구에서도 기계적 특성은 주로 ‘강도’의 관점에 집중해 왔는데, 최근 일본 AIST의 연구 발표에서는 ‘강도’보다는 ‘인성’이 중요한 팩트라는 사실이 보고되었다. 본 발표에서는 재료연구소에서 수행하고 강도 향상 실험의 결과와 더불어, 일본의 연구결과를 분석하여 같이 공유해보며, 이를 바탕으로 기계적 특성에 관한 우리나라의 연구방향은 어떻게 설정되어야 하는 지에 대해 토론하고자 한다.

S32-1 Thermal, Mechanical Properties of Environmental/Thermal Barrier Coatings

열환경/차폐 (E/TBC) 코팅재 개발 및 열, 기계적 특성평가

이기성^{*}, 국민대학교

가스터빈기계의 작동온도 상승으로 인하여 세라믹 열차폐 코팅 기술개발이 실용화되었으며, 보다 높은 작동온도에 의해 모재상역시 세라믹 기반 복합재의 대체에 대해 연구되고 있는 추세이다. 최근 GE 사를 비롯하여 항공기의 부품에도 세라믹 섬유강화 복합재가 적용되어 시험이 시행되었다. 그러나 실리콘(Si) 기반의 탄화규소(SiC) 섬유강화 복합재가 사용될 경우 고온에서 수증기와 반응으로 질량손실이 발생하므로 이를 방지하기 위하여 열환경(EBC) 코팅이 열차폐 코팅(TBC)과 더불어 적용되어야 한다. 즉 열환경/차폐 코팅은 섬유강화복합재가 가스터빈에 활용될 경우, 열차폐 코팅과 더불어 열을 효과적으로 차단할 뿐만 아니라 수증기나 산소분위기 등 환경에 대한 보호코팅 역할을 수행하게 될 것이다. 개발초기에는 열환경 코팅으로서 몰라이트(mullite) 등이 연구되어 오다가, 보다 최근에는 수증기에 대한 저항성이 우수한 소재로서 알칼리토류계 쉘리케이트(alkali earth silicate) 계통이 연구되고 있다. 본 연구에서는 Mullite, Yb₂SiO₅, Y₂SiO₅ 단층 코팅과 함께 Mullite+Yb₂SiO₅ 등의 복합재와 열환경/차폐 이중상 코팅재를 제조하였고, 열 사이클링 시험 및 열충격 시험 전 후 압입시험법을 이용하여 열, 기계적 특성평가를 수행하였으며 그 결과를 소개하고자 한다.

S32-2 Phase Formation and Thermal Conductivity of Oxides in ZrO₂-La₂O₃-Gd₂O₃ Systems for TBC Applications

열차폐코팅용 ZrO₂-La₂O₃-Gd₂O₃계 산화물의 상형성 및 열전도도

김성원^{*}, 이소율, 오윤석, 이성민, 김형태. 한국세라믹기술원

산업적으로 널리 쓰이는 열차폐코팅 소재로 YSZ를 대체하고자 연구되고 있는 여러 소재 중에서 플루오로이트 혹은 파이로클로어 구조를 지니는 희토류 지르코네이트가 대표적이다. 이러한 구조를 지니는 희토류 지르코네이트의 저열전도성은 결정구조에 존재하는 점결함에 의한 포논산란에 기인한 것으로 알려져 있다. 또한, 희토

류 지르코네이트는 상온에서 녹는점까지 상변화가 없어 차세대 열차폐코팅 소재의 요구조건을 갖추고 있다.

본 연구에서는 열차폐코팅용 ZrO₂-La₂O₃-Gd₂O₃계 산화물 소재의 특성을 살폈다. 소결체와 서스펜션 플라즈마 용사법으로 제조한 코팅에 대하여 상형성거동, 미세구조, 열전도도 등을 평가하였다. 또한, 이 소재의 열차폐코팅으로서 응용 가능성을 고찰하였다.

S32-3 Evaluation Method for Thermal Durability and Stability of Thermal Barrier Coatings

열차폐 코팅의 열적 내구성 및 안정성 평가방법

정연길^{1*}, 이기성². ¹ 창원대학교, ² 국민대학교

가스터빈의 선진화(대형화 및 고효율화)가 전 세계적으로 급속히 진행됨에 따라 1600°C급 이상의 가스터빈 설비가 상용화되고 있으며, 1700°C급 차세대 가스터빈에 대한 연구개발도 진행되고 있다. 이러한 운전온도의 상승은 고온부품의 열화현상을 가중시킴에 따라 가스터빈 고온부품의 파손 및 잦은 교체, 보수로 고온부품의 사전평가 및 신뢰성 평가기술의 확보가 요구되고 있다. 특히, 고온부품의 신뢰성 확보와 모재의 열적 수용성 한계를 극복하기 위해 적용되는 열차폐 코팅에 대한 수명 평가기술은 가스터빈의 선진화를 이루는 중요 기술 중의 하나이다. 그러나, 열차폐 코팅의 열적 내구성 및 안정성을 평가는 표준화된 구체적인 방법이 없으며, 적용분야 혹은 환경 등에 따라 평가방법이 다르게 적용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 선진기관에서 적용하고 있는 평가기법과 열적·기계적 응력을 동시에 경험하는 블레이드 평가를 위한 새로운 평가기법에 대해 소개하고, 평가 예를 통해 열차폐 코팅의 열적 내구성 및 수명에 대한 예측 신뢰성에 대한 것을 고찰하고자 한다. 이러한 평가기법에 대한 보다 체계적인 연구·개발은 향후 더욱 선진화될 것으로 예상되는 가스터빈의 고온부품에 대한 수명예측 및 차세대 열차폐 코팅 개발을 위해 활용될 것으로 사료된다.

S32-4 Thermal and Mechanical Properties of ZrO₂ Thermal Barrier Coatings by Thermal Exposure

Byung-Koog Jang^{1*}, Kouichi Yasuda², Seongwon Kim³, Yoon-Suk Oh³ and Hyung-Tae Kim³. ¹National Institute for Materials Science, Japan, ²Tokyo Institute of Technology, Japan, ³Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology, Korea

Thermal barrier coatings (TBCs) have received a large attention because they increase the thermal efficiency of gas turbine engines by increasing the gas turbine inlet temperature and reducing the amount of cooling air required for the hot section components. To optimize TBCs for integration into gas turbines, characterization of the relationship between microstructure and thermal-mechanical properties of the coatings is necessary. The purpose of this work is to investigate the influence of the microstructure as well as porosity on mechanical properties of ZrO₂-4 mol%Y₂O₃ (YSZ) coatings deposited by air plasma spray (APS) or EB-PVD (electron beam-physical vapor deposition). The mechanical properties of plasma sprayed YSZ coatings were evaluated by three-point bending method. The bending strength, Young's modulus and residual stress depend on microstructure as well as coating distance. TGO (thermally grown oxide) at interface of top and bond coat was generated after thermally cyclic test at 1100°C. The hot corrosion between YSZ coatings and volcanic ash was examined by isothermal heating at 1200°C in air between 10 min and 100 hrs. The thickness of corrosive region at top surface of

TBCs by the reaction between YSZ coating and volcanic ash was increased with increasing the oxidation time.

S32-5 Thermal Barrier Coating on Gas Turbine Blades for a Power Plant

발전용 가스터빈 블레이드의 열차폐 코팅

정길진*, 두산중공업(주)

발전용 가스터빈의 터빈입구온도(turbine inlet temperature, TIT)를 높여 발전효율을 제고하기 위한 방안은 선진 기술국에서도 중점적 연구 주제이다. 이와 관련한 많은 이슈들 중 주요 핵심 사안이 1200도 이상의 고온환경에서 작동하는 가스터빈의 고온부 부품인 컴부스터(combustor), 베인(vane) 및 블레이드(blade)의 극심한 고온부식과 산화 억제이다. 본 연구개발에서는 이들 부품에 대하여 최적의 열차폐코팅을 적용하여 작동안정성과 수명제고를 위한 노력을 기울이고 있다. 지름 26 mm, 두께 3 mm의 하스텔로이(hastelloy) 쿠폰 샘플을 대상으로 MCrAlY 본드코트 형성을 위한 대기 플라즈마 용사(atmospheric plasma spray, APS) 및 진공 플라즈마 용사(vacuum plasma spray, VPS) 공정 적용성 검토와 YSZ 탑 코트 형성을 위한 진공 플라즈마 용사 공정 적용성 검토를 동시 진행 중이다. 용사공정 인자별 조합에 따른 용사코팅 기공율을 제어하며 이에 따른 열전도 특성 변화, 열팽창 특성 변화 등 소재특성 평가와 사이클릭 산화 시험, 열충격 시험 및 버너리그 테스트 등 수명성 평가 결과를 바탕으로 최적의 열차폐코팅 제조공정을 확립하고자 한다.

S32-6 Introduction of EDC-TBC

EDC-TBC 코팅 소개

양성호*, 장기수. 한전KPS

국내에서 가스터빈을 이용한 복합화력발전은 국내 발전설비 용량의 28%를 차지하고 있다. 산업용 가스터빈은 고온/고압의 연소가스를 이용하여 터빈을 회전시켜 전기를 생산하는 기계장치이다. 고온의 운전환경에서 안정적으로 엔진을 운전하기 위해서는 고온/고압의 환경을 견딜 수 있는 재료가 필요하다. 최신의 가스터빈은 효율 향상을 위하여 입구온도는 1,600°C를 상회하고 있다. 가스터빈의 운전온도 증가는 가스터빈 재료로 쓰이는 초합금이 견딜 수 있는 온도범위를 벗어나고 있다. 최신의 가스터빈 운전온도 상승은 열차폐 코팅 기술과 냉각기술에 기인하고 있다.

열차폐코팅은 운전 중 가스터빈 고온부품 모재온도를 100K 이상 낮출 수 있어 가스터빈 운전온도를 상승시킬 수 있는 유용한 방법이다. 그러나, 열차폐코팅은 열전도도가 낮은 세라믹을 이용하여 모재의 온도를 낮추는 방법이므로 가스터빈 기동정지 시 발생하는 열팽창에 의하여 열차폐코팅 박리되어 손상이 발생하기 쉽다. 운전 중 코팅이 박리되는 문제점을 해결하기 위하여 열차폐코팅 내부에 수직균열을 만들어 코팅이 박리되는 손상을 방지하는 장수명 열차폐코팅의 개발에 대한 내용이다. 개발된 장수명 열차폐코팅은 일반 코팅에 비하여 열피로 수명은 버너리그를 이용한 시험에서는 2.6배 향상된 결과를 얻었다.

S32-7 Relations between Microstructural Defects and Thermal Conductivity in Plasma Sprayed YSZ Coatings

YSZ 단열 세라믹 코팅층의 미세조직 및 열전도도 제어

백경호*, 박희진, 강상운. 충남대학교

플라즈마 스프레이 공정에 의해 제조된 YSZ 단열 세라믹 코팅층은 낮은 열전도도와 우수한 열충격 저항성으로 인하여 가스터빈의 고온 부품에 널리 사용되고 있다. YSZ 코팅층의 열차폐 특성은 코

팅층의 미세조직, 즉 미세결합의 형태, 양 및 분포에 의하여 크게 영향을 받으며, 이를 제어하기 위한 코팅공정 변수로는 분말특성과 공정조건을 들 수 있다. 본 연구에서는 다양한 방법으로 제조된 YSZ 분말을 이용하여 대기 플라즈마 스프레이 공정으로 단열 코팅층을 제조하였으며, 이의 미세조직학적 특성과 열적특성에 대하여 조사하였다. YSZ 분말은 액상 precursor에 의해 제조된 분말, 고상 입자에 의해 제조된 분말 그리고 용융-구형화 공정에 의해 제조된 분말을 사용하였으며, 이들 분말은 서로 다른 분말특성과 내부 구조를 나타내었다. 플라즈마 스프레이 코팅에 의해 제조된 YSZ 코팅층은 초기 분말특성에 따라 4.0 - 5.5 g/cm³의 폭 넓은 밀도를 나타내었으며, 매우 상이한 미세결합의 양과 분포를 나타내었다. 동일한 분말소재에서 YSZ 코팅층의 밀도가 낮을수록 열전도도는 감소하는 경향을 나타내었으며, 액상 precursor에 의해 제조된 분말소재의 YSZ 코팅층이 가장 낮은 열전도도를 나타내었다. 본 연구에서는 YSZ 코팅층의 열전도도를 제어하기 위한 가장 효과적인 방안으로 분말소재의 특성임을 확인하였으며, 또한 코팅층의 미세결합의 특성과 열전도도의 상관관계에 대하여 자세히 조사하였다.

S32-8 Thermal Conductivity Performance of EB-PVD TBCs with different YSZ Microstructures

EB-PVD TBCs의 YSZ 미세조직 변화에 따른 열전도 특성

이성훈*, 유연우, 변용선, 박영진, 남옥희. 재료연구소

열차폐코팅(thermal barrier coating, TBC)은 가스터빈 고온부품의 열부하 경감, 산화 저항성 확보 등의 목적으로 초내열합금 표면에 적용하는 첨단재료 시스템으로서, 열전도성이 낮은 YSZ와 같은 내화성 산화물 세라믹 코팅으로 열차폐 효과를 부여하고 초내열합금 모재와 세라믹 코팅을 서로 결합하고 내산화, 내부식을 담당 하는 MCrAlY 코팅과 같은 금속코팅을 적용하는 구성되어 있다. TBCs 제조 기법으로는 일반적으로 용사법과 전자빔 증발에 의한 물리증착법(electron beam physical vapor deposition, EBPVD)이 사용되고 있는데, 전자의 경우 코팅용 분말의 용융, 충돌에 의해 적용된 층상구조를, 후자의 경우는 수직으로 성장된 주상정(columnar) 구조를 가지게 된다.

항공기용 가스터빈과 같이 기동 정지가 잦은 경우, 열적 사이클에 대한 저항성이 우수하여야 하므로 열적 팽창/수축일 일어나는 열피로 환경하에서 장수명성을 기대할 수 있는 EBPVD TBCs의 사용이 바람직하다. 반면 EBPVD TBC는 용사코팅에 비하여 열전도도가 높지 못하기 때문에 EBPVD 공정을 적용하여 열전도도가 낮은 TBCs 제조기술의 확보가 중요한 이슈가 되고 있다.

재료연구소에서는 EBPVD TBCs의 미세구조 제어를 통하여 열전도도를 저감하기 위한 연구를 진행 중이며 본 발표에서는 이에 대한 연구결과를 소개하고자 한다.

S32-9 Mechanical Behavior of Thermal Barrier Coating Materials by Indentation, Wear and Fatigue Loading

열차폐 코팅재의 압흔, 마모, 피로하중에 의한 기계적 거동

이동현*, 이기성. 국민대학교

지상형 복합 화력 발전 설비 시스템에 사용되는 가스터빈은 금속 부품을 보호하기 위하여 세라믹스를 이용한 열차폐 코팅이 적용되고 있다. 이러한 열차폐 코팅은 가스터빈의 운전중에 발생하는 고온 환경에서 연소화염과 연소산화물에 직접적인 노출로 인해 빠르게 손상된다. 특히 연소과정에서 생성되는 연소산화물 혹은 연소를 위해 흡입하는 대기에 포함된 미립자에 직접적으로 접촉하게 된다. 이러한 접촉에 의해 열차폐코팅이 마모되고, 그 표면에 직접적

인 접착응력이 발생하여 손상된다. 그러므로 고온의 작동환경에서 열차폐코팅의 기계적 특성을 향상시키기 위한 연구가 요구된다.

본 연구에서는 가스터빈에 적용되는 상용화된 세라믹스 부재를 사용하여 열차폐 코팅을 제조하고, 작동 환경을 모사하는 실험을 통하여 고온의 환경에 직접적으로 노출시켰다. 이후 압흔시험을 통해 직접적인 접착응력을 유발하여 열차폐 코팅재가 변형될 때, 접착응력과 변형률의 관계를 조사하고, 기계적 피로시험을 통해 반복적인 피로하중에 의한 변형이력을 조사하였다. 또한, 접착마모 시험을 통해 고온 환경에 노출됨에 따라 변화하는 마찰계수와 마모량을 비교하여 열차폐 코팅재의 기계적 거동을 연구하였다.

S32-10 Characteristics of T/EBC Coating Powders and Coating Layer for SiC Fiber-Reinforced Ceramic Composite

SiC 섬유강화세라믹 복합소재 내환경 코팅 분말 제조 및 코팅 특성
문홍수^{1*}, 김지유¹, 이기성². ¹(주)세원하드페이징, ²국민대학교
가스터빈 연소기 라이너 부품 초내열 합금위에 열차폐 코팅하여 사용되어지고 있다. 발전 효율을 높이기 위해 보다 높은 온도 수용성을 갖는 합금 재료, 열차폐 코팅 소재와 냉각 기술에 대해 많은 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 가스터빈 연소기 라이너 소재로서 별도의 냉각장치가 필요하지 않아 발전 효율을 높일 수 있는 SiC/SiC CMC를 고온에서 보호하기 위한 내환경 코팅(Thermal/Environment barrier coating, T/EBC) 분말과 코팅 특성에 관한 연구를 하였다.

G4-1 Cu 첨가량에 따른 n형 Bi-Te계 열전소재의 상변화 및 미세구조의 변화 연구

Phase Analysis and Microstructure Observation for an n-type Bi-Te Thermoelectric System with Cu Dopant

서강현¹, 김일호², 이순일³, 신원호³, 양승호⁴, 박재성⁴, 황창원⁵, 최병준⁵, 최순목^{1*}. ¹한국기술교육대학교, ²한국교통대학교, ³한국세라믹기술원, ⁴화성금속, ⁵체펠

Cu 첨가제는 벌크형 Bi₂Te₃계 열전소재의 재현성 향상에 도움이 되는 것으로 보고되고 있고, 열전특성 향상에도 긍정적인 결과를 나타내어 첨가제로 많이 연구되었다. 본 연구에서는 Cu의 첨가량에 따른 Bi₂Te₃계 열전 소재의 상 변화 및 미세구조 형성에 미치는 영향과 열전특성의 변화에 대하여 열전 박막소재와 bulk 소재의 경우를 나누어 비교 연구 하였다. 박막 공정의 경우, co-sputtering 기법을 이용하여 증착한 뒤, Ar 분위기에서 최대 500°C까지 열처리를 실시하여 시편을 제조하였고, bulk 공정의 경우는 진공 실링하여 box furnace를 이용하여 상을 합성한 뒤, melt spinning을 한 nano 구조를 형성 공정과 SPS로 소결 공정을 차례로 실시하여 시편을 제조하였다. SEM, XRD, hall measure, ZEM 등을 이용하여 분석을 진행 하였고, Cu양의 변화에 따른 상변화, 미세구조 변화, 격자상수, 열전특성 등을 분석하여 시편의 특성을 평가하였다.

G4-2 Novel Processing of Carbon Nanotubes on Zeolite Coated Carbonized Wood Template by CCVD Method

제올라이트가 코팅된 탄화목 템플릿에 CCVD를 이용한 탄소나노튜브 성장 신 공법

박중규^{1*}, Bijay Basnet¹, 김세영², Zhao wei³, 김석영³, 김익진¹. ¹한서대학교, ²한국에너지기술연구원, ³영남대학교

The formation of carbon nanotubes (CNTs) on biomorphic carbon template (BCT) was studied by three-step processing method. First of all, natural wood with 20 μm poredimensions was transformed into carbon template by carbonization pyrolysis, then after LTA zeolite

crystal with the crystal size of 0.3 μm was synthesized and homogeneously coated singlelayer on BCT by an in situ hydrothermal process. Finally, the catalytic chemical vapor deposition (CCVD) method was used to synthesize the CNTs on the zeolite coated biomorphic carbon template (ZCBCT) with acetylene (C₂H₂) as a carbon source. In this study, we focused on the varying reaction time and temperature for the better yield of CNTs and for the characterization morphology, crystallinity, the yield percentage of CNTs was evaluated.

G4-3 Synthesis of Carbon Based Nanocomposite Materials and their Electrochemical Properties

탄소 기반 나노복합체 제조 및 전기화학 특성 평가

신원호^{*}. 한국세라믹기술원

We have investigated the novel synthesis method of carbon based nanocomposites, introducing extrinsic defect in the carbon lattice which enables the metallic nanoparticles generation on the nitrogen site of carbon nanomaterials. Various metallic/metal oxide based nanoparticles can be finely generated on the surface of carbon nanomaterials, and the bimetallic alloy nanoparticles can be also obtained by the nitrogen doping approach. These carbon nanomaterials with nanoparticles are capable of excellent lithium storage properties. Furthermore, the metal oxide nanoparticles can be reduced to the metallic elements with the smaller nanoparticles, and the agglomeration-free diffusion of metallic element is occurred between nitrogen sites.

G4-4 Improvement of Dispersion Stability in Photopolymers by Control of Coating Thickness of a Silane Coupling Agent on a Ceramic Particle Surface

세라믹 입자 표면 실란 커플링제의 코팅두께 조절에 의한 포토폴리머 내에서의 분산 안정성 향상

송세연^{1*}, 조정호¹, 조성환², 노형진², 윤지선¹. ¹한국세라믹기술원, ²삼양사

Al₂O₃ ceramic particles with different coating thickness of a silane coupling agent (VTES, vinyltriethoxysilane) was dispersed in commercial photopolymer (3DK-A83B) for stereolithography (SLA) 3D printing process. Al₂O₃ ceramic particles were initially coated with VTES through a hydrolysis and condensation reaction, and the VTES-coated Al₂O₃ particles were then reacted with a photopolymer based on IPN phenomena occurring in the interphase region. The optical images and the average coating thickness of VTES-coated Al₂O₃ ceramic particles were observed in SEM and TEM. Depending on the VTES coating thickness on Al₂O₃ ceramic particle surface, the dispersion stability of ceramic particles in the photopolymer solution was investigated by Turbiscan and relaxation NMR. The tensile stress-strain curves of 3D printed objects with the ASTM D638 Type V structure were investigated as a function of VTES coating thickness on Al₂O₃ ceramic particles surface.

G4-5 Characterization and Magnetic Properties of Mn-doped LaFeO₃ Nanofiber Synthesized by Electrospinning

전기 방사 법으로 제작된 Mn이 도핑된 LaFeO₃ 나노파이버의 특성 및 자기적 성질 평가

정중훈^{1*}, 윤종원¹, 박만규², 오성훈¹, 한진주¹. ¹단국대학교, ²PSSOLUTION CO.

Mn-doped LaFeO₃ nanofibers were successfully prepared by eletrospinning. The X-Ray Diffraction (XRD) pattern of the Mn-doped LaFeO₃ fibers indicated nanofibers with orthorhombic perovskite crystalline structure without secondary phase. Transmission Electron Microscopy (TEM) image revealed that the Mn-doped LaFeO₃ nanofibers were composed of fine particle about 20-40 nm. From the XPS analysis, the chemical composition of the Mn-doped LaFeO₃ nanofiber was confirmed as stoichiometric LaFeO₃. In spite of the antiferromagnetic nature of LaFeO₃ bulk materials, the Mn-doped LaFeO₃ nanofibers obtained displayed ferromagnetic hysteresis loop, with coercivity of 632 - 160 Oe and remnant magnetization of 0.098 - 0.289 emu/g were obtained at 10 K. The coercivity decreasing is due to decreasing crystallite size and ferromagnetic behavior is due to increasing uncompensated spin at the surface and the canted internal spin by the tilt of FeO₆ octahedral units. Also it is due to difference magnetic moment between Fe³⁺ and Mn³⁺, Mn⁴⁺.

G4-6 The Two Dimensional Electride for Organic Synthesis 유기화학 반응을 위한 이차원 전자화물 Ca₂N

김예지*, 김성웅. 성균관대학교

Electrides, which are ionic crystals trapping anionic electrons in the structural cavities, have attracted attention due to their exotic properties such as a low work function. The first crystalline organic electride was synthesized from solvated electron, alkali metal-ammonia solutions, by James L. Dye in 1983. The temperature instability of organic electride have been solved by the discovery of room temperature stable inorganic electrides [Ca₂₄Al₂₈O₆₄]⁴⁺·4e⁻] and [Ca₂N]⁺·e⁻. The [Ca₂N]⁺·e⁻ electride showed the delocalized anionic electrons within the interlayer spacing of ~0.4 nm, showing the low work function value of 2.6 eV with the electron concentration of ~1.37 × 10²² cm⁻³, which are comparable to typical alkali metals. Due to low work function and high electron concentration, an outstanding performance in organic chemical synthesis such as with high electron transfer ability has been anticipated.

In this talk, several inorganic electride utilized organic reactions, pinacol coupling reactions, trifluoromethylations, transfer-hydrogenations and hydrodehalogenations, will be introduced as a new strategy for organic synthetic chemistry.

G4-7 A Limit of the Goldsmid-Sharp Equation and its Alternative 골드스미드-샤프 공식의 한계와 대안

김현식^{1*}, Zach M. Gibbs², Heng Wang³, G. Jeffrey Snyder⁴. ¹삼성종합기술원, ²California Institute of Technology, ³Materials Science, ⁴Northwestern University

Bismuth antimony telluride bulk alloy is one of the strongest candidates for thermoelectric cooling applications. However, its narrow energy gap results in a strong increase in minority carrier conduction above 370 K. In this narrow energy gap, the Goldsmid-Sharp equation (which is optimized for materials with energy gap greater than 10 kT) which estimates an energy gap from its Seebeck coefficient is no longer accurate. Goldsmid-Sharp uses approximated equations of electrical conductivity and Seebeck that are only valid

in degenerate regimes to estimate energy gaps. However, we perform full Fermi integral calculations to estimate energy gap of thermoelectric materials. This work will allow us to see the limit of the Goldsmid-Sharp equation and suggest alternatives for the calculation of the energy gap when the gap is smaller than 10 kT.

G4-8 Independently Controlled Electrical and Thermal Conductivities in TiO₂-Graphene Nanocomposites

TiO₂-Graphene 나노복합체에서 전기전도도와 열전도도의 독립적 제어

임영수^{1*}, 남우현², 이정용³, 서원선⁴. ¹부경대학교, ²Institute for Basic Science (IBS), ³한국과학기술원, ⁴한국세라믹기술원

We report synergistically enhanced thermoelectric properties through the independently controlled charge and thermal transport properties in TiO₂-reduced graphene oxide (RGO) nanocomposite. By the consolidation of TiO₂-RGO hybrid powder using spark plasma sintering, we prepared the interface-controlled TiO₂-RGO nanocomposite where its grain boundaries are covered with RGO network. Both the enhancement in electrical conductivity and the reduction in thermal conductivity were simultaneously achieved thanks to the beneficial effects of the RGO network, and detailed mechanisms were discussed. It led to the gigantic increase in the ratio of electrical to thermal conductivity by six orders of magnitude and also the synergistic enhancement in thermoelectric figure of merit by two orders. Our results present a strategy for the realization of 'phonon-glass electron-crystal' through the interface control using graphene in graphene hybrid thermoelectric materials.

G4-9 Effects of Nanocompositions on Thermoelectric Transport Properties of Higher Manganese Silicides (HMS)

고망간실리사이드 열전성능에 대한 나노복합체의 영향

이희종^{1*}, 김관식¹, 임현준¹, 이규형², 이우영¹. ¹연세대학교, ²강원대학교

We herein report the thermoelectric transport properties of Higher manganese silicides (HMS, MnSi_{1.75}, γ~1.75) polycrystalline bulks prepared by a melt spinning (MS) process combined with a spark plasma sintering (SPS) technique (MS-SPS). Nano-scale grain structure (100 - 500 nm) were generated due to an ultrahigh cooling rate of MS process, and the characteristic features of MS ribbons of HMS could be controlled by tuning of cooling rate. We expect that the cooling rate of MS and the conditions of SPS effect on the microstructure and thermoelectric performance of HMS, simultaneously. We investigated the effect of microstructure on the electronic and thermal transport properties to elucidate the feasibility of nanostructuring approaches for high performance HMS.

G4-10 Functionalized γ-Fe₂O₃ Superparamagnetic Nanoparticle by Surface Treatment in Acid-Base Atmosphere

산-염기 분위기에서 표면처리를 통한 초상자성 γ-Fe₂O₃ 나노입자의 기능화

채동호*, 안계석, 최수완, 김태균, 이현승, 최성철. 한양대학교

Superparamagnetic particles have consistently studied and applied to several industrial areas. Especially, γ-Fe₂O₃ is mostly studied for superparamagnetic property. Also, γ-Fe₂O₃ nanoparticles have a chemical stability, low cost, superparamagnetic behavior. In this study,

γ -Fe₂O₃ is coated SiO₂ which called to core-shell structure. Core-shell structure consist of γ -Fe₂O₃ nanoparticles to be functionalized with hydroxyl groups on the surface. Hydroxyl groups on surface prevent to aggregate γ -Fe₂O₃ nanoparticles by electrostatic repulsion. For surface treatment, Tetraethyl orthosilicate (TEOS) was used as a precursor to modify the hydroxyl groups by sol-gel method. Surface treatment of γ -Fe₂O₃ was performed to acid and base atmosphere respectively and compared with difference of treated γ -Fe₂O₃ surface. These particles were analyzed with Zeta-potential to check electrostatic dispersion stability and FT-IR for the existence of hydroxyl groups. Additionally formation of core-shell and uniform thickness of coating layer were confirmed by TEM image. And its magnetic property of γ -Fe₂O₃ was measured by VSM.

G4-11 Importance of Controlling Charge Depletion Region Width in Donor-doped TiO₂ Photocatalyst

TiO₂ 광촉매의 전하공핍층 제어의 중요성

최희재^{1*}, Sovann Khan², 조소혜², 김승철². ¹(주)버추얼랩, ²한국과학기술연구원

It has been challenging to find the optimal conditions for synthesizing TiO₂ photocatalysts due to the need to simultaneously engineer complex factors, such as doping, size variation, and phase transformation. Here, we report greatly improved photocatalytic activity of polymorphic TiO₂ nanoparticles by W-doping for band gap narrowing and Sn-codoping to promote the anatase-to-rutile transformation (ART). W-doping improves the rate of photo-absorption, while Sn induces a polymorphic boundary to separate photo-excited electrons and holes. The ART was achieved even in very small (~10 nm) particles at a lowered annealing temperature (550°C). The concept of dual doping with a band gap narrower and an ART promoter provides a way to synthesize highly active photocatalysts economically.

G4-12 Microstructural Properties of Mg₂Si-based Thermoelectric Materials

Mg₂Si계 열전소재의 미세구조 특성

이호성^{1*}, 장정인². ¹경북대학교, ²한국전기연구원

열전소재는 열을 전기에너지로 직접 변환시킬 수 있는 소재이며, 열전 물성은 성능지수 $ZT = S^2\sigma T/k$ 로 평가된다. 여기서 S는 제벡 계수, σ 는 전기전도도, k는 열전도도, T는 절대온도이다. S²은 파워 팩터이다. 성능지수를 높이기 위해서는 파워 팩터를 증가시키고, 열전도도를 낮추면 된다. 열전도도는 캐리어 열전도도와 포논 열전도도로 나눌 수 있다. 파워 팩터와 캐리어 열전도도는 커플링이 되어 있기 때문에 열전도도를 낮추기 위해서는 포논 열전도도를 감소시켜야 한다. 포논 열전도도는 소재의 미세구조 특징, 즉 결정립의 크기와 전위, 쌍정 등과 같은 결함에 매우 큰 영향을 받는다. Mg₂Si계 열전소재는 중온용(600 - 900 K) 열전소재로 연구되고 있으며, 최근에는 성능지수 1.2가 보고 되기도 하였다. 하지만 포논 열전도도에 영향을 미치는 Mg₂Si계 열전소재의 미세구조 특징에 대한 연구는 거의 진행되지 않았다. 본 연구에서는 Mg₂Si계 열전소재의 미세구조 특징을 투과전자현미경을 통해 분석하였으며, 특히 합성 공정 중에 형성된 쌍정의 특징과 그 형성 기구에 대해 논의를 할 것이다.

S41-1 Various Optimization Techniques for Efficient Quantum Dot EL Devices

다양한 양자점 발광소자 최적화 기술

김지완*. 경기대학교

콜로이달 양자점은 최근 차세대 디스플레이 기술로 크게 관심을 받고 있다. 나노미터 크기의 양자점은 우수한 발광 특성과 좁은 반치폭(FWHM)을 가지고 있으며, 특히 입자 크기에 따라 발광색을 조절할 수 있는 특징을 가지고 있다. 또한 현재 사용되는 유기발광 물질에 비해 광안정성이 뛰어나며, 습식 화학 합성법을 이용하여 대량 양산도 용이하므로, 디스플레이 분야로의 응용 가능성이 무궁무진하다. 양자점을 이용한 디스플레이 응용은 크게 청색 LED를 이용하여 여기시켜 백색 BLU를 제작하려는 PL (Photoluminescence) 방식과 전기적으로 여기시켜 빛을 내는 EL (Electroluminescence) 방식이 있다. 현재 시장에는 PL 방식을 적용한 디스플레이 제품들이 이미 출시가 되어있고, 선두 연구 그룹들이 EL 방식을 적용한 디스플레이 상용화를 위해 연구를 계속 진행 중이다. 이번 발표에서는 이 두 가지 방식에서 현재 국내의 디스플레이 기술 발전 동향과 수준을 알아보고, 현재 시장에 나와 있는 양자점 적용 제품의 사례를 제시하고자 한다. 또한 기존의 디스플레이 기술 대비 장점뿐만 아니라 단점 즉 해결해야 할 문제들을 알아보고, EL 소자의 성능을 향상시킬 수 있는 다양한 최적화 방법을 소개하고자 한다.

S41-2 Exfoliation/Self-Assembly Route to Inorganic Nanostructures 박리/재조립법을 이용한 무기 나노구조

김종영*. 한국세라믹기술원

Nanoscale dielectric materials with high permittivity attract considerable interest because they are essential components in electronic and energy storage applications. High-k dielectrics with nanoscale dimension are highly required in electronic devices such as gate dielectric, nano-capacitor, and energy storage devices (e.g. ultracapacitor, batteries). However, capacitance of high permittivity insulators such as perovskite oxide actually decreases as sizes decreases. Therefore, attempts to design robust, high-k property in nanoscale has not as yet been solved, and this is a challenging issue in nano-electronics. In this work, we successfully fabricated multilayered nano-capacitor composed of hexagonal boron nitride (h-BN) and few-layer-graphene (FLG)/exfoliated graphite (EG) via the use of chemical exfoliation/self-assembled restacking strategy. We observed unusual size and orientation dependences enhance the capacitance of the (h-BN/FLG)_n and (h-BN/EG)_n multilayered nano-capacitor. The measured dielectric constant is ~24 times larger than the value of pristine h-BN. For the characterization of the interface between graphene/graphite and h-BN, we measured the frequency and bias voltage dependence of capacitance by varying the thickness of the BN/carbon layer and the number of graphene layers. We suggest a reason for enhanced capacitance, which is the formation of an electrical double layer (EDL) due to the space charge at the interface.

S41-3 Quasi Two-Dimensional Transport in Electron-Doped SnSe₂

전자 도핑된 SnSe₂ 소재에서의 준이차원 전도물성

이기문^{1*}, 이수연², 이영택², 황도경². ¹군산대학교, ²한국과학기술연구원

Two-dimensional (2D) layered dichalcogenide materials have recently been investigated due to its unique electronic and/or optical properties. For the practical application, the emergence of metallic conduction from layered dichalcogenide semiconductor materials by chemical doping is one of key issues for 2D materials engineering. Here, we report the occurrence of quasi 2D metallic conduction in the layered dichalcogenide of SnSe_2 by the direct Se-site doping with a halogen element as a shallow electron donor. By precise control of electron carrier concentration by substitutional doping, semiconducting to metallic transition in 2D SnSe_2 material can be accomplished. When the electron carrier concentration of single crystalline SnSe_2 meets the critical value of $\sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, the optimum Hall mobility of $167 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ at 2 K is attained as exhibiting quasi 2D metallic transport behavior with negative magnetoresistance. Detailed magneto-electrical characterization reveals that such a high mobility is responsible to the 2D confinement effect with the suppression of homopolar optical mode phonon by electron shielding.

S41-4 Thermoelectric Properties of Rare-earth Double-filled P-type Skutterudites

희토류 이중 충전 P형 스커테루다이트의 열전특성

신동길^{1*}, 김일호¹, 최순목², 이순일³, 서원선³. ¹한국교통대학교, ²한국기술교육대학교, ³한국세라믹기술원

친환경 에너지 기술 중 열전 에너지 변환 기술은 다양한 열에너지를 이용한 직접 발전이 가능한 기술이다. 많은 열전재료 중 스커테루다이트는 PGEC (phonon-glass and electron-crystal) 개념에 의한 낮은 열전도도 및 높은 전기적 특성을 갖기 때문에 중·고온대역에서의 열전 발전 응용에 있어서 주목 받고 있다. 하지만 N형 스커테루다이트와 달리 P형 스커테루다이트의 열전 성능은 상대적으로 낮기 때문에 P형과 N형 열전재료의 열전 모듈화를 위해서는 P형 스커테루다이트의 열전 성능 개선이 필요하다. 스커테루다이트의 결정구조에는 공극이 존재하고, 공극에 충전된 원소는 독립적인 격자 진동을 통해 포논 산란을 개선시킬 수 있으며, 특히 무거운 원자량과 비교적 작은 이온반경을 갖는 희토류 원소를 충전할 경우 더 낮은 주파수의 포논 산란에 의해 낮은 격자 열전도도를 유도할 수 있다. 또한 두 가지 이상의 원소를 충전할 경우 더 넓은 범위의 포논 산란을 통해 격자 열전도도를 더 감소시킬 수 있으며, 결과적으로 높은 성능지수를 얻을 수 있다. N형 $[\text{Co}_4\text{Sb}_{12}]$ 스커테루다이트와 달리 P형 $[\text{Fe}_4\text{Sb}_{12}]$ ¹ 스커테루다이트는 전자적으로 불안정한 상태로 존재하기 때문에 공극 충전과 동시에 Fe에 대한 Co 또는 Ni의 전하보상을 통해 상 안정화가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 희토류 원소를 이중 충전하고, Fe 자리에 Co를 전하보상한 P형 $(\text{R}_{1-z}\text{R}'''\text{R}''')_z\text{Fe}_{4-x}\text{Co}_x\text{Sb}_{12}$ (R 또는 R''' : Pr, Nd, Yb, z = 0.25, 0.75, y = 0.8, 1.0, x = 1.0) 스커테루다이트를 진공 밀폐용해와 열처리 및 열간 압축성형을 통해 제작하여 미세구조, 전하 이동특성 및 열전 특성에 대한 이중 충전 효과에 대해 조사하였다.

S41-5 Fabrication of Transparent NiTe_2 Electrodes via Magnetron Sputtering Combined with Chemical Exfoliation

스퍼터링 및 화학적 박리 방식을 이용한 NiTe_2 투명전극 제조

김석준*, 이성혁. 한국기술교육대학교

Transparent conductive NiTe_2 electrodes have been fabricated via magnetron sputtering followed by chemical exfoliation. The freshly deposited NiTe_2 thin films with thicknesses of 9 nm exhibited an electrical resistivity of $82 \mu\Omega\text{-cm}$ and transparency of 53%, which

were further increased by chemical exfoliation up to $289 \mu\Omega\text{-cm}$ and 61% (70% at a wavelength of 285 nm), respectively. The thin films obtained by sputtering an intermetallic NiTe_2 target were characterized by lower electrical resistivity as compared to that of the films fabricated by co-sputtering of Ni and Te targets, which could be attributed to the larger number of grains with the out-of-plane c-axis orientation.

S41-6 Electrochemical Deposition of Nanostructured Materials for Solar Energy Conversion

전기화학방법을 통한 태양에너지 변화를 위한 나노구조체 합성에 관한 연구

임재홍^{1*}, 윤상화², 유봉영², 김지원¹. ¹재료연구소, ²한양대학교

In recent years, renewable energy sources such as solar, thermal, wind, hydrogen energy have attracted much attention because of the limited reserves of fossil fuels and the greenhouse effect. The use of hydrogen in fuel cells to release energy when it is combined with oxygen is especially promising. Currently, most hydrogen is produced from natural gas by steam-methane reforming, which yields a large amount of hydrogen in an inexpensive way. However, the production of hydrogen from natural gas is not environmentally friendly, because it also produces a large amount of carbon dioxide. In contrast, photo-electrochemical (PEC) water splitting using sunlight is an attractive and suitable alternative technology for producing hydrogen and oxygen without releasing pollutants.

In this study, we investigated the optimization of generating photocurrent with different facets on the surface of Cu_2O films, which was controlled by the facile methods involving electrochemical deposition. Firstly, the exposed facet of the Cu_2O film was controlled by the pH of the electrolyte. Secondly, the effects of a three-dimensional (3D) Cu_2O structure on the generation of photocurrent were studied. 3D inverse-opal structure was synthesized using soft template of stacked polystyrene (PS) beads in order to maximize the surface area and the light absorption. More details will be presented.

S41-7 Enhanced Thermoelectric Performance of p-type Sb_2Te_3 Films by in-situ Generation of Ag_2Te Nanoprecipitates

김지원^{1*}, 이규형², 임재홍¹, Nosang V. Myung³. ¹재료연구소, ²강원대학교, ³University of California, Riverside

Augmented thermoelectric performance of p-type Sb_2Te_3 films is investigated by introducing the interfacial energy-barrier scattering (i.e., barrier heights) occurring at both grain boundaries and interfaces between embedded second-phases. It's postulated that the barrier heights filter the low energy carriers, thus favoring a high Seebeck coefficient. Nanoprecipitates embedded in semiconducting matrix could be an effective ingredient for an enhanced thermoelectric performance by enhancing power factor or reducing thermal conductivity.

We herein demonstrate the successive annealing of an electro-deposited amorphous Ag-Sb-Te film for the synthesis of nanocomposite with highly dense $\beta\text{-Ag}_2\text{Te}$ nanoprecipitates in $\text{Ag-doped Sb}_2\text{Te}_3$ matrix. During the annealing process, nanoscale $\beta\text{-Ag}_2\text{Te}$ was spontaneously generated due to the binding energy difference between Ag-Te and Sb-Te bonds. The electronic transport properties of p-type Sb_2Te_3 were significantly enhanced in the presence of $\beta\text{-Ag}_2\text{Te}$

nanoprecipitates benefiting from an energy-dependent carrier filtering effect at the interface between Ag-doped Sb_2Te_3 and $\beta\text{-Ag}_2\text{Te}$. A high power factor of $1870 \mu\text{W m}^{-1} \text{K}^{-2}$ at 300 K was obtained due to the enlarged density of states effective mass ($m^* \sim 1.8m_0$) without significant deterioration in electrical conductivity.

S41-8 Strong Localization of Anionic Electrons at Interlayer for Electrical and Magnetic Anisotropy in Two-Dimensional Y_2C Electride

이차원 Y_2C 전자화물의 격자내 강하게 속박된 음이온 전자에 의한 전기적 자기적 물성의 이방성

박종호^{1*}, 이기문², 김성웅¹. ¹성균관대학교, ²군산대학교

We report the anisotropic magnetism along the direction of crystalline originated from interstitial electrons that occupy a specific crystallographic site in two-dimensional (2D) space. We synthesized the single crystalline Y_2C electride of centimetre-scale by floating-zone method and successfully characterized its anisotropic electrical and magnetic properties. In-plane resistivity upturn at low temperature together with anisotropic behavior of negative magnetoresistance is ascribed to the stronger suppression of spin fluctuation along in-plane than that along the c-axis, verifying the existence of magnetic moments preferred to the c-axis. Superior magnetic moment along the c-axis to that along in-plane direction strongly demonstrates the anisotropic magnetism of Y_2C electride containing magnetically easy axis. It is clarified from the theoretical calculations that the anisotropic nature of Y_2C electride originates from strongly localized anionic electrons with an inherent magnetic anisotropy in the interlayer spaces.

S41-9 Enhanced Electropositivity of Dense Metallic Cuboid in Layer Structured Transition Metal-rich Chalcogenide Hf_3Te_2 풍부한 전이금속 칼코겐 화합물인 Hf_3Te_2 의 고밀도 금속성 큐보이드에서의 전기양성도 증가

유호성*. 성균관대학교

We have synthesized a transition metal-rich dichalcogenide of Hf_3Te_2 encompassing a dense Hf cuboid. The structural analysis reveals that Hf metals form a local structure, in which the coordination number of 12 for central Hf is identical to that of high pressure phase of Hf metal. Electronic transport properties of single crystalline Hf_3Te_2 exhibit the metallic behavior with a high electron carrier density of $1.5 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$. Hf_3Te_2 exhibits an enhanced electropositivity resulting in an abnormal heat capacity exceeding Dulong-Petit limit and low work function reaching 3.7 eV. Density functional theory calculations combined with thermal and photoemission measurements demonstrate that the s-d transfer in Hf elements is responsible for both the localization and releasing of valence electrons as generally found in high pressure phase of elements. This exotic hafnium-rich ditelluride can guide an additional route to realize a high pressure elemental system under an ambient condition and offer a new opportunity in the research of layered 2D materials.

G5-1 Functional Polymer Thin Films Designed for Various Biomedical Application

다양한 바이오메디컬 응용을 위한 기능성 고분자 박막 개발

성대경*. 한국세라믹기술원

Polymer films offer a ubiquitous and versatile platform for a wide variety of bio-applications in implantable medical device, drug delivery nanocapsules, catalysis, biosensors, and energy conversion and storage. Depending on the chemical composition and functionality of the polymers, the physicochemical properties (biocompatibility, stability, wettability, redox property, and others) of polymer films can be tuned for a specific application through precisely controlled surface and the incorporation of desirable functional groups. In this lecture, we introduce the methods most commonly used for the synthesis of various functional polymer and fabrication of polymer thin films. Then we discuss how these polymer thin films can be used in a selection of biomedical applications in antifouling materials, catalysis biosensors and drug delivery system.

G5-2 Synthesis of Octacalcium Phosphate at Various Condition by Precipitation Method

침전법을 통한 다양한 조건에서의 옥타칼슘포스페이트 합성

이맘아크발*, 김주성, 이승엽, 김석영. Yeungnam University

Octacalcium phosphate (OCP) the precedence of biological hydroxyapatite (HA) became acknowledge due to its possibility for a better bone regeneration. Wet chemical method specifically for maximum production rate had been investigated in this paper, thus prove that OCP could be synthetically produced. The experiment performed with Calcium acetate monohydrate ($\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) and monosodium phosphate (NaH_2PO_4) as the precursor. Under controlled Ca/P ratio, pH value and holding time the phase maturity is checked. As a result 99.2% OCP could be obtained at 80°C hold for 30 minutes for Ca/P ratio 1.33 by rapid pour method. Different behavior observed for Ca/P ratio 1.00 which reach 80% OCP for the same condition by drop wise technique. These outcome lend more weight for OCP mass production feasibility to be applied as biomaterial implant.

G5-3 Microstructure Analysis of Hydroxyapatite Prepared by Flash Sintering Method

플래시소결법으로 제조한 수산화아파타이트의 미세구조분석

황창훈^{1*}, 김주성², 웨이진³, 조대영¹, 김석영², 한영환², 클라우스 반벤템³, 윤준도¹. ¹경남대학교, ²영남대학교, ³미국 유씨데이비스
플래시소결(Flash sintering)법은 시편에 직접적으로 전압을 인가하여, 줄-발열(Joule Heating)로 인한 플래시현상을 이용한 소결공법이다. 플래시현상이 발생하면 시편온도는 수 초안에 약 수백도의 온도가 증가하게 되며, 매우 짧은 시간에 소결이 완성된다. 하지만, 플래시 소결법은 부도체 세라믹에서 줄-발열이 일어나는 메커니즘이 아직 완전히 이해되지 않고 있고 또한 다양한 재료와 조건에서의 소결 거동이 충분히 조사되지 않았기 때문에 많은 연구가 요구되고 있다.

본 연구에서는 플래시소결법을 이용하여 공기 및 진공중 900, 950, 1000, 1100도의 비교적 낮은 온도에서 수산화아파타이트(HA)를 제조하였다. 플래시현상을 발생시키기 위한 온도조건에 대해 조사하였고, 단면과 표면의 미세구조를 분석하여 소결효과를 연구하였다. 그 결과, 공기중에서 950, 1000, 1100도에서 플래시가 발생하였으나 900도에서는 2000V의 고전압하에서도 플래시가 발생하지 않았다. 반면 진공중에서는 900도 이상의 모든 온도에서 약 300V의 낮은 전압하에서 플래시가 발생하였다. 진공중과는 달리 공기중에서는 플래시 후 시편 표면이 용융되었으며 시편 내부보다 표면의 입자 크기가 더 큰 것으로 나타났다. 시편 표면의 전계 분포

에 대하여 콤솔(COMSOL) 프로그램을 이용하여 시뮬레이션을 한 결과 시편 표면 용융 패턴과 매우 유사한 것으로 나타나 시편 전류와 줄 발열이 주로 표면에 집중하는 것으로 나타났다. 미세구조 분석 결과를 바탕으로 소결 메커니즘에 대하여 고찰하였다.

G5-4 Fabrication of Porous Scaffold around PLGA Fibers Including 45S5 Bioactive Glass for Bone Tissue Engineering 골 조직공학용 45S5 생체활성 유리가 포함된 PLGA 섬유가 코팅된 다공성 스캐폴드의 제작

류정현*, 홍민호, 김광만. 연세대학교

Hydroxyapatite (HAP) is similar to the mineral constituents of human bone and teeth. It is known to have the best biocompatibility and osteoconduction among bioceramics but no osteoinduction. To overcome this advantage, 45S5 bioactive glass (45S5 BG) was used. It has high biocompatibility, biodegradability, not only osteoconduction but osteoinduction. It has excellent chemical and biological performance on bone regeneration but it has problems with mechanical properties. In order to solve these problems, we coated 45S5 BG-containing PLGA fibers around outer surface of HAP scaffold by electrospinning to maintain the mechanical properties. Also, PLGA biodegradability was used to control the release of 45S5 BG ions (Si-Ca-Na-P). The fabricated scaffold maintains interconnected porous structure and cell adhesion. This scaffold is suitable as biomaterials to bone defect in bone tissue engineering.

G5-5 Skin Adhesive Effectiveness of O/W Cream Containing Homogenized Water Phase Treated with Various Resonar Signal Processes

Resonar Signal Processes 처리에 의해 균질화된 수상으로 제조된 O/W 크림의 밀착력 효과

최순호¹*, 김석원², 조현대¹. ¹(주)코스메카코리아, ²(주)레조나랩

This study was aimed to increase zeta-potential (ZP) of O/W cream by treating its water phase with Resonar signals and to evaluate change in adhesiveness of O/W cream when applied to human skin. Three Resonar signals, COS-50, COS-100, and COS-100R were developed for this study, and they were each tested against 20 females between the ages of 30 and 49. The subjects were asked to use the sample product on their forearms, and the adhesiveness of each sample was evaluated. The observed ZPs of COS-50, COS-100, and COS-100R were -27.77 ± 1.12 mV, -27.63 ± 0.09 mV, and -25.75 ± 1.60 mV, and their particle sizes were 38.7 ± 1.3 nm, 26.8 ± 0.9 nm, and 47.0 ± 3.3 nm, respectively. When compared to the untreated control with ZP of -20.05 ± 1.29 mV, the ZPs of treated samples all increased by more than -5.7 mV. The adhesiveness of each sample was evaluated in terms of arbitrary unit where the control was 3469.8 ± 754.0 A.U. In cases of COS-50, COS-100, and COS-100R, the values of adhesiveness were observed as 3514.6 ± 794.9 A.U., 3493.4 ± 675.7 A.U., and 3690.9 ± 885.3 A.U., respectively. Although there were no apparent correlation between increased ZP and the difference in adhesiveness, the treated samples were found to have decreased adhesiveness to the skin; however, both increases in ZP and particle size resulted in significant change in adhesiveness by 6.4%. Further studies should be conducted to better understand correlations between ZP, particle size and adhesiveness.

G5-6 Fast and Highly Efficient Purification of Antibody by the Oriented Immobilization of Protein A on Magnetic Nanoparticles 초고속/고효율 항체정제를 위한 일정방향성 proteinA-자성 나노입자 개발

김성현*. 한국세라믹기술원

In this study, we have developed the oriented Protein A-magnetic nanoparticles with excellent antibody binding capacity and cost-effectiveness using chlorosilane-functionalized magnetic nanoparticles. For site-specific immobilization of protein A, the genetically modified Protein A with cysteine residue was expressed in *E. coli* and purified by affinity chromatography. To improve surface area to volume and increase immobilization amount of protein A, chlorosilane-functionalized magnetic nanoparticles were generated smaller nanoparticles with average diameter of 20 nm than commercial magnetic micro-particle with average size of 2.8 μ m. These nanoparticles demonstrated 11.5-folds improved immobilization amount of Protein A, which offer 7-fold higher binding capacity to antibodies than commercial magnetic microparticles. In addition, these magnetic nanoparticles retained about 80% of the initial protein binding capacity until the third stage of recycling. Therefore our protein A-magnetic nanoparticles may be useful to industrial large-scale purification of antibodies.

S51-1 Functional Ceramic Hybrid Formulations with Controlled Release for Tissue Regeneration Application

조직재생용 방출제어형 기능성 세라믹하이브리드 제제

장정호*. 한국세라믹기술원

We reported the several kinds of controlled release ceramic formulations for tissue regeneration applications.

The poly(*N*-isopropylacrylamide) (PNIPAm) coated calcium phosphate microspheres were prepared for time-delayed controlled release. The materials is designed to regulate the temperature responsive drug-release through the pore channels and polymeric network. To confirm the feasibility of controlled release formulation, Indomethacin and doxorubicin were loaded to the materials, respectively. Moreover, the hydroxyapatite@chitosan scaffolds were also reported for fast regeneration of bone tissue, which involves that osteo-conductive hydroxyapatite is covalently combined to osteo-inductive chitosan matrix with various molar ratios. Furthermore, we achieved the antimicrobials biomaterials with natural caffeic acid phenethyl ester (CAPE) through the homogeneous loading and highly-controlled-release formulation. Moreover, the controlled release property of these scaffolds was also demonstrated with natural antimicrobials, CAPE.

S51-2 Commercial Application of Medical Ceramics

의료용 세라믹의 상업화 적용

박상수*. (주)티디엠

현대 사회는 의학의 발전, 생활 수준 향상으로 인한 인간의 평균 수명이 증가하여 고령화 시대에 진입하였고, 산업화와 여가활동 증가로 산업재해, 교통사고, 각종 질병, 노화 등에 따른 신체의 손실 역시 증가하는 추세이다. 이러한 손상된 부위의 기능 회복을 위해 다양한 재료의 생체재료가 개발되었다. 생체재료는 의약품을 제외한 인공, 천연 또는 그것들의 복합재료로서 인체 내에서 단기 또는 장기간 동안 인체의 조직, 기관의 기능 일부 또는 전부를 대체하거

나 치료 및 회복시키는데 사용되는 금속, 세라믹, 고분자 또는 그의 복합체 등의 모든 재료를 말한다. 이와 같은 생체재료는 생체적 합성 및 안정성의 특성이 가장 필수요소이며, 그 사용 목적에 따라 다양한 의료기기로 제조되고 있다. 특히, 몸을 지탱해 주고 장기를 보호하는 등 우리 몸에서 중요한 구성요소인 뼈가 손실되었을 때의 대체 및 치료를 위한 의료기기에 대한 개발은 더 나은 성능을 위해 현재까지 계속 진행되고 있다. 이처럼 삶의 질의 향상으로 의료기기의 시장은 점차 커지고 있으나, 아직 국내에서는 선진국에 비해 전반적으로 기술 수준이 뒤떨어지며, 원천기술 확보를 위한 많은 연구의 활성화가 필요한 상황이다. 따라서, 본 업체에서 생산되고 있는 의료기기를 소개하고, 의료용 세라믹의 국내외 개발동향 및 본 업체의 기술연구소에서 진행하고 있는 개발내용을 소개한다.

S51-3 Development of Anti-Cancer Therapeutic Antibody through Enhancement of Antibody Selectivity

표적항체 선별을 향상을 통한 항암 치료항체 개발

박창식*. (주)레고켈바이오사이언스

Epithelial ovarian cancer (EOC) invasion and metastasis are complex phenomena that result from the coordinated action of many metastatic regulators and must be overcome to improve clinical outcomes for patients with these cancers. The identification of novel therapeutic targets is critical because of the limited success of current treatment regimens, particularly in advanced-stage ovarian cancers. In this study, we found that tetraspanin 8 (TSPAN8) is overexpressed in about 52% (14/27) of EOC tissues and correlates with poor survival. Using siRNA-mediated TSPAN8 knockdown and a competition assay with purified TSPAN8 large extracellular loop (TSPAN8-LEL) protein, we identified TSPAN8-LEL as a key regulator of EOC cell invasion. Furthermore, monotherapy with TSPAN8-blocking antibody selected by magnetic bead enhancing the antibody selectivity shows that antibody-based modulation of TSPAN8-LEL can significantly reduce the incidence of EOC metastasis without severe toxicity *in vivo*. Finally, we demonstrated that the TSPAN8-blocking antibody promotes the internalization and concomitant downregulation of cell surface TSPAN8. Collectively, our data suggest TSPAN8 as a potential novel therapeutic target in EOCs and antibody targeting of TSPAN8 as an effective strategy for inhibiting invasion and metastasis of TSPAN8-expressing EOCs.

S52-1 2D van der Waals Heterostructure Devices

2차원 반데르발스 이종구조 소자

이관형*. 연세대학교

Graphene has brought a great deal of excitement to nanoscience community with its attractive and unique properties. Such excellent characteristics have triggered highly active researches on other two-dimensional (2D) materials, such as hexagonal boron nitride (hBN), transition metal dichalcogenides (TMDCs), and 2D oxides, which is called "beyond graphene". Especially, these emerging 2D semiconductors are promising candidates for flexible and transparent electronics. Furthermore, new physics observed in 2D semiconductors allow for development of new-concept devices by using their valleys, tunneling effect, photoluminescence, and optical responsivity. Recently, van der Waals heterostructures (vdWH) have been achieved by putting these 2D materials onto another, in the similar way to build

Lego blocks. This enables us to investigate intrinsic physical properties of atomically-sharp heterostructure interfaces and fabricate high performance optoelectronic devices for advanced applications. In this talk, I will show high performance electronic/optoelectronic devices of vdWH, such as transistors, memories, strain sensors, and solar cells. In addition, surface-modification technique for 2D materials will be introduced. Plasma-assisted technique can be utilized to change the properties of 2D surface, enabling the entire control of electrical properties in 2D materials. Our stacking technique and surface modification method allows us to come closer to practical applications of 2D materials in industry.

S52-2 Artificial Photosynthesis for Electricity and Hydrogen Production by Nanobioceramic Materials

나노바이오세라믹재료에 의한 전기 및 수소 생산을 위한 인공광합성 시스템

황이택*. 한국세라믹기술원

In nature, charge recombination in light-harvesting reaction centers is minimized by efficient charge separation. Here, it is aimed to mimic this by constructing novel hybrid photocatalysts from outer membrane electron transfer conduits of MR-1, MtrCAB, with semiconductor nanoparticles. Electron transfer from nanoparticles to the electron transfer conduits is initially characterised by forming decaheme cytochrome films electrode surfaces, followed by the adsorption of CdS or dye-sensitised TiO₂ nanoparticles. The step-by-step construction of the hybrid anode is monitored with (photo) electrochemistry, QCM-D, and AFM. Photocurrents are dependent on the redox state of the MtrC/OmcA, confirming that photo switching behaviour that electron transfer via the OmcA/MtrC conduit is efficient. Electron transfer through the full membrane spanning MtrCAB conduits was tested with proteoliposomes encapsulating redox-active dye molecules or hydrogen-evolving catalyst. Reduction of the encapsulated dye via MtrCAB protein is confirmed by absorbance spectroscopy and spectroelectrochemistry. Hydrogen production by long-lived charge separated state has been currently exploited. Future work will need to couple these compartmentalised catalytic systems to oxygen evolving catalyst, to create artificial photosynthetic system in which a transmembrane cytochrome is used to mimic the efficient charge separation found in biological photosystems.

S52-3 Light-Driven Selective Conversion of CO₂ to Liquid Fuels by Bioelectrochemical Systems

바이오-광전기화학 시스템을 이용한 이산화탄소의 선택적 전환

이수연*. 한국에너지기술연구원

Electrochemical conversion of CO₂ to fuels using a renewable energy source is an increasingly important area that addresses global warming and fossil fuel shortages. To apply the concepts in practically, the electrochemical reactions should be proceeded under mild conditions of a moderate temperature and atmospheric pressure. In general, however, a high overpotential exists in the electrochemical reduction of CO₂. For instance, the theoretical potential for reduction CO₂ electrochemically to formic acid under standard conditions is -0.199 V (vs. NHE). Electrochemical reduction of CO₂ has yet to be achieved on appropriately large scale due to the lack of efficient, robust catalysts operating at low operation potential with high

selectivity. The photo-driven electrochemical system with a bias voltage has the advantages of supply of the additional energy needed for the reduction of CO₂. It could be an energy-efficient system if the bias voltage is supplied by a photovoltaic solar cell or photosynthetic bacteria mediated bioanode. Moreover, the biocatalytic reactions involving energy applications are gaining in prominence, especially in the direction of enzymatic and bacterial electrosynthesis of desired fuels under excess electrical energy. In this work, we focus on the electrochemical CO₂ reduction with high selectivity at low bias potential by employing photo-driven electrochemical system and biocatalysts bacteria and enzymes.

S52-4 Highly Specific and Regenerable Copper Recovery Platform based *in vitro* selected ssDNA Aptamer

구리 선택적 결합 애프타머를 활용한 환경친화적 구리회수 플랫폼 개발

김양훈^{1*}, Simranjeet Singh Sekhon¹, 이상희¹, 이경아¹, 민지호², 이병태³, 김경웅³, 안지영¹. ¹충북대학교, ²전북대학교, ³광주과학기술원

The potential copper binding sites in aptamer has been predicted on the basis of secondary structure and the binding affinity of aptamers with copper. Out of the 4 aptamers (Cu-A1 to Cu-A4) selected by SELEX and examined in the present study, Cu-A2 aptamer shows highest binding affinity to copper with the lowest K_D value of 1.83×10^{-11} M. In order to confirm the binding of copper to the proposed region, the binding affinity was experimentally validated using mutation and deletion analysis. We have confirmed that the high G-C pairing patterns and short stem-interval distance play important roles in copper binding. Aptamer specificity was also verified against diverse heavy metals. We also demonstrate Aptamer Integrated Recovery Platform (AIRP) to recover copper from the acidic mine drainage. AIRP can be easily regenerated at least 20 times without significant deterioration of the retrieval performance. To the best of our knowledge, AIRP is the first demonstration of copper specific recovery using aptamer. This can be scaled up and would have diverse applications in metal contaminated water treatment, recovery and as potential biosensor for environmental analysis, monitoring, and risk assessment.

S52-5 Functional Nanomaterials for Diagnostic and Monitoring Applications

진단과 모니터링에 응용하기 위한 기능성 나노재료

이준석*. 한국과학기술연구원

Multimodal-imaging probes offer a novel approach, which can provide detail diagnostic information for the planning of image-guided therapies in clinical practice.^{1,2} Here we report targeted multimodal Nd³⁺-doped upconversion nanoparticle (UCNP) imaging reporters, integrating both magnetic resonance imaging (MRI) and real-time upconversion luminescence imaging (UCL) capabilities within a single platform. Nd³⁺-doped UCNP were successfully synthesized as a core-shell structure achieving dominant emission in the far-red spectral region upon excitation at near infrared and providing strong MRI T2 contrast effects. The high performance multimodal imaging capabilities of these Nd³⁺-doped UCNP permitted in vivo multimodal UCL and MR imaging of hepatocellular

carcinoma (HCC) following transcatheter intra-arterial infusion of anti-CD44-monoclonal antibody conjugated Nd³⁺-doped UCNP in an orthotopic HCC rat model. We are the first to show in vivo multimodal imaging of Nd³⁺ doped core-shell UCNP combined with interventional targeting approaches to detect liver tumors in rats for surgical resection applications. The demonstrated UCL imaging capabilities and MRI contrast effects of our multimodal UCNP reporters suggest strong potential for in vivo visualization of tumors and accurate surgical guidance to fill the gap between pre-operative imaging and intraoperative reality.

[1] J. Lee et al., *Nano Letters* **2015** 15, 7161-7167

[2] J. Lee et al., *Biomaterials* **2016** 109, 69-77

S52-6 Optimal Loading of Iron Oxide Nanoparticles in a Functional Nano-Carrier for Efficient Tumor Targeting and Imaging

기능성 나노운반체 내 산화철 나노입자 로딩양 최적화를 통한 효율적인 종양 표적화 및 진단

최원일*. 한국세라믹기술원

The physicochemical parameters including size and surface chemistry of therapeutic and imaging agents should be controlled for a sufficient targeting efficiency and prolonged half-life in vivo. In this study, we prepared an iron oxide nanoparticle (IONP)-loaded, functional nano-carrier with different loading contents to modulate the mechanical properties of the system, and compared the characteristics of tumor targeting and imaging in terms of loading contents of IONP. As a functional nano-carrier, chitosan-conjugated, Pluronic-based nano-carrier with useful properties such as long blood circulation, good tumor targeting, and easy loading of macromolecules was used. IONPs were efficiently encapsulated into the nano-carrier (high loading efficiency over 95%). Overall, very good tumor targeting and accumulation of IONP were achieved by using the functional nano-carrier, thus, this could serve as an enhanced MRI contrast agent. On the other hand, the different loading contents of IONP clearly affected the accumulations in the tumor and the liver, thus the quality of MR imaging was also affected by the loading contents of IONP in the nano-carrier. A high loading content (40 wt.%) with rigid properties significantly reduced the accumulation and MR imaging signal in the tumor and increased the liver uptake. Chitosan-functionalized, Pluronic-based nano-carrier with the optimal loading of IONP can be a promising candidate as a theranostic agent for efficient tumor therapy and imaging.

S52-7 Advances in Antimicrobial Agents based Lysosomes

리소좀기반의 항균제 발달

민지호*. 전북대학교

The development of therapeutic agents which are able to remove or treat bacteria and cancer cell is very important and it should be very rapid, cost effective and nontoxic. Lysosomes are important against all other subcellular constituents due to their polymorphism as well as their involvement in both physiological and pathological processes. Lysosomes, which generally contain 50 - 60 hydrolases that constitute the cellular site for bulk macromolecule degradation, function to mediate several processes in the cell. They are single membrane-bound cytoplasmic organelles involved in the degradation of intracellular protein. Lysosomal enzymes in lysosomes can be used

as endocytosis for inhibiting bacteria phagocytosis as well as in antimicrobial activity. Many attempts have been made to increase the lysosomal activity by using different sources and significant changes have been observed in lysosome activity under starvation condition of reduced glucose. The treatment of some of the reagents and optimized aging cell with cell passage has also been used to evaluate an increase in their antimicrobial activity. The antimicrobial activity of lysosomes with various bacteria extracted from different sources has been observed. In the present review, the antimicrobial activity of lysosomes isolated from various sources such as human, bacteria and animals against different microorganisms has been discussed.

S52-8 The Evaluation of Hydroxyapatite Coating for Dental Implant by Aerosol Deposition

치과용 고정체 적용을 위하여 Aerosol Deposition 공정을 이용한 수산화인회석 코팅층의 평가

이경민*, 박재혁, 김대근. *Iones*

현재까지 임플란트의 안정적이고 빠른 골융합을 목적으로 여러 가지 표면 처리 기술들이 개발되어 왔다. 수산화 인회석(HA)은 임플란트 표면처리 기술에 대표되는 물질로써 우수한 생체적합성을 바탕으로 높은 골전도성과 골활성도의 특징을 가지고 있으며, 이러한 HA를 임플란트에 적용하기 위해 플라즈마 스프레이 공정과 Pulsed Laser Deposition 같은 공정이 널리 사용되어 왔다. 하지만 지금까지의 HA 코팅 기술들은 임플란트와 HA 코팅층 간의 약한 결합력으로 인해 임플란트 식립 시의 HA 탈리 현상과 높은 공정 온도로 인한 HA의 성분 변화 등의 문제를 내포하고 있다. 따라서 본 연구에서는 기존의 문제 해결을 위해 Aerosol Deposition (AD) 기술을 이용하여 HA 코팅층을 형성하고 그 특성을 평가하려 한다. AD 공정은 미세한 세라믹 분말을 운송가스에 실어 모체에 분사함으로써 모체 표면에 매우 치밀하고 균열이 없는 세라믹 층을 형성할 수 있으며, 상온 분위기에서 이뤄지기 때문에 열에 의한 모체 혹은 분말 성분 변형이 일어나지 않는다. 결과적으로 AD 공정을 이용하여 HA를 임플란트에 코팅할 경우 HA 코팅층과 임플란트의 강한 결합력으로 인해 HA 탈리 현상을 해결할 수 있다.

G6-1 PbS QDs on Nd-O Clusters in Silicate Glasses

Silicate유리 내 Nd-O cluster를 이용한 양자점 석출 및 제어

허종*, 포항공과대학교

A precise control of the size of quantum dots (QDs) is important because QDs exhibit an unique optical and electronic properties based on the quantum confinement. We reported that sizes of PbS QDs can be controlled by carefully optimizing concentration of Er^{3+} , Tm^{3+} and La^{3+} ions in glasses. However, there is no fundamental understanding on the role of rare-earth ions during the precipitation of QDs. In this work, atom probe tomography (APT) and extended x-ray absorption fine structure (EXAFS) were used to investigate the role of Nd-O clusters for the formation of QDs in silicate glasses.

Glasses containing different amount of Nd_2O_3 were prepared by conventional melt-quenching methods and PbS QDs were precipitated by heat treatment. The peak positions of the absorption from PbS QDs moved to short-wavelength side as the concentration of Nd_2O_3 increased. Electron energy loss spectroscopy (EELS) and APT analysis showed that Nd^{3+} ions in the form of Nd-O clusters in the glass were preferentially concentrated inside the PbS QDs. In addition, the effect of Nd-O clusters on the precipitation of PbS QDs

was investigated by extended x-ray absorption fine structure (EXAFS) analysis and we found that the growth of PbS QDs was retarded by the addition of Nd_2O_3 .

G6-2 Recycling of LCD Waste Glass Generated by LCD Panel Industry

LCD패널 산업에서 발생하는 폐 유리의 가치있는 재활용

김기철*, 김기동. *군산대학교*

지난 10년간 LCD산업의 급격한 성장에 기인하여 상당히 많은 양의 폐유리가 발생하고 있다. LCD 유리와 관련하여 다음과 같은 3 종류의 폐 유리가 발생하고 있다; 1) LCD 유리 제조사에서 발생하는 LCD 파유리, 2) LCD 패널 제조사에서 발생하는 LCD 공정 폐 유리 (LPWG라 약칭), 3) 수명이 종료된 LCD 기기에서 발생하는 LCD 최종 폐유리. LCD 유리는 alkali free aluminoborosilicate 유리에 속하며, LCD 패널의 기판으로서 영상의 품질을 보증하기 위해서 상당히 순도가 높고 균질도가 매우 우수하다. 따라서 위에서 언급한 3 종류의 폐유리 중에서 LCD 파유리는 E-glass라 불리는 상업적인 장식유 유리의 원료로서 가치 있게 재활용되고 있다. 그러나 LPWG와 최종 폐유리의 재활용은 박막 오염물, As_2O_3 와 같은 독성 성분, 여러 유리 혼합에 의한 불균일한 조성 등의 원인에 의해 제한을 받고 있다. 현재 LPWG가 시멘트 산업에 재활용되고 있으나 LCD 유리의 조성 및 균질도를 고려해 보면 가치 있는 재활용의 형태는 아니다. 본 연구는 장식유 유리 산업에서 LPWG의 재활용 가능성을 조사하기 위해, LPWG를 첨가해 제조한 장식유 유리를 대상으로, 가시광선 투과율과 색의 변화를 관찰하고, 상업적인 장식유 유리 제조공정에서 매우 중요한 성질로 간주하는 고온 점도와 액상온도를 측정하였다. 결론적으로, 상업적인 장식유 유리의 색이 emerald green 인 점을 고려해 볼 때, 투과율과 색에 미치는 LPWG의 영향은 무시할 수 있다. LPWG 함량의 증가에 의해 점유성형 점도(10^3 dPas : T_w)에 해당하는 온도는 감소하고, 액상온도(T_L)는 증가하는 반대 거동을 나타내었으며, T_w - T_L 의 차이를 근거로 장식유 유리의 50%가 LPWG에 의해 대체가 가능함을 제안하였다. 또한 LPWG 재활용에 의한 경제적이면서 환경적인 효과를 제시하였다.

G6-3 Measuring the Local Heating in Glasses using Sm^{3+} Fluorescence

Sm^{3+} 의 형광을 이용한 유리 내 국부 온도 측정

소병진*, 허종. *포항공과대학교*

PbS 양자점의 경우, 엑시톤 보어 반지름($a_B = 18 \text{ nm}$)이 크기 때문에 상대적으로 크기조절을 통한 광학적 특성을 제어하기가 용이하다. 또한 동일 파장대의 PbSe와 비교하여 소멸계수가 높아서 광통신용 소자($1.3 \mu\text{m} \sim 1.7 \mu\text{m}$)의 활용을 기대할 수 있다. 그러나 단순히 열처리만을 이용할 경우 양자점의 위치 및 형상을 조절하기 어려운 단점이 있어 양자점 석출 위치를 효율적으로 조절하는 새로운 방법의 개발이 필요하다. 이 경우 Ag 나노 입자를 형성 후, Ag 나노입자에 빛을 흡수시키고 이를 열에너지로 변화시킨다면 선택적 양자점 석출이 가능하다.

본 연구에서는 유리 내 Ag 나노 입자에 532 nm 레이저를 조사한 경우 발생하는 국부 온도의 변화를 광학적 방법으로 측정하였다. Er^{3+} (${}^2\text{H}_{11/2}$ - ${}^4\text{S}_{3/2}$, 800 cm^{-1}), Nd^{3+} (${}^4\text{F}_{5/2}$ - ${}^4\text{F}_{3/2}$, 1030 cm^{-1}), Dy^{3+} (${}^4\text{I}_{5/2}$ - ${}^4\text{F}_{9/2}$, 1000 cm^{-1}) 등과 같이 희토류 이온에서 특정 두 준위 간 에너지 간격이 $200 \sim 2000 \text{ cm}^{-1}$ 으로 좁은 경우가 있다. 이 때 희토류 이온 주변 온도가 증가하면 볼츠만 분포를 따라 상위 준위의 전하 밀도가 증가하여 이에 따라 특정 에너지 준위에서 발생하는 형

광세기가 변화한다. 따라서 두 준위간의 형광세기 비교를 통하여 희토류 이온 주변의 온도를 예측할 수 있다. Ag 나노 입자를 석출시킨 Sm^{3+} 를 포함하는 유리에 532 nm 레이저를 조사하여 Sm^{3+} 의 $^4\text{F}_{3/2}$ 와 $^4\text{G}_{5/2}$ 준위에서 발생하는 형광세기를 측정하여 그 온도를 측정하였다(민감도, 0.0009 K^{-1}). 1.5W의 빛을 조사했을 경우, Ag 나노 입자 주변의 온도는 540°C로 일반적인 열처리를 진행하는 480°C보다 높았으며 이로 인해 PbS 양자점의 석출이 가능한 것으로 예상된다.

G6-4 Eu^{2+} Doped Oxyfluoride Glass Ceramic with Multi-Nanocrystals for Efficient Color UV-LED Color Converter

UV-LED 색변환용 Eu^{2+} 가 첨가된 복합 나노결정 함유 Oxyfluoride 결정화유리

이한솔^{1*}, 정운진¹, 최용규², 임원빈³. ¹공주대학교, ²한국항공대학교, ³전남대학교

Oxyfluoride 결정화유리는 fluoride 나노결정과 산화물 유리의 특성을 모두 가지고 있어, 우수한 희토류 이온의 양자효율과 동시에 높은 화학적, 열적 안정성을 가지는 장점이 있다. 이에 따라 청색 및 UV-LED용 색변환 소재로서 희토류가 도핑된 다양한 oxyfluoride 결정화유리에 대한 연구가 진행되었으나, 효율이 매우 제한된 문제가 있었다. 본 연구에서는, UV-LED용 색변환 소재로서, SiO_2 - Na_2O - Al_2O_3 - LaF_3 계 유리에 Eu^{2+} 를 첨가하여 유리를 제조하고, 열처리를 통해 LaF_3 및 nepheline의 복합나노결정을 유도하였다. 400 nm UV-LED로 여기 결과, photo-luminescence peak이 열처리에 따라 478 nm인 청색광에서 540 nm인 황색광으로 이동하는 동시에 발광세기도 증가하는 것을 확인하였다. 또한 열처리 시간의 증가에 따라 발광 파장대역의 이동과 발광 세기의 증가를 확인하였다. XRD 및 TEM 분석을 통하여 구조분석을 실시한 결과, 이는 열처리에 따라 유리내 LaF_3 및 nepheline 결정의 순차적 생성에 의한 것으로 확인되었다. 열처리 온도 및 시간에 따른 색차표와 양자효율을 측정하였으며, 결정에 따른 발광을 확인하기 위해 Cathode luminescence (CL)을 이용하여 열처리 조건 변화에 따른 발광파장의 변화를 확인하였다.

G6-5 Effect of BaO on Thermal and Mechanical Properties of Tellurite Glasses for Mid-IR Molded Lens Applications

Kadathala Linganna*, Ganesh Agawane, 인정환, 박준, 최주현. 한국광기술원

Series of ternary barium lanthanum tellurite glasses with molar composition of $(1-x)\text{TeO}_2$ - La_2O_3 - $x\text{BaO}$, where $x = 10, 20$, and 30 , were prepared by a conventional melt quenching technique and their thermal, thermo-mechanical and mechanical properties were investigated via differential scanning calorimeter, dilatometer and autovick techniques, respectively. It was observed that the glass transition temperature (T_g), softening temperature (T_s) and thermal stability were found to increase with increase in BaO content from 10 to 30 mol%. The coefficient of thermal expansion (CTE) was found to increase with increase in BaO content due to structural rearrangement of tellurite glass network which indicates the transformation of bridging atoms. The hardness increased as the BaO content increased from 10 to 30 mol%. These results were compared to those of the reported glasses and found that the studied glasses are attractive for mid-IR molded lens applications.

G6-6 Highly Dispersive Chalcogenide Ge-Ga-Sb-S Glasses for Long-Wavelength Infrared Lens Applications

원적외선 렌즈용 고분산 Ge-Ga-Sb-S 칼코지나이드 유리

이준호^{1*}, 이우형¹, 이정환¹, 김현¹, 신상열¹, 최주현², 박봉제³, 최용규¹. ¹한국항공대학교, ²한국광기술원, ³한국전자통신연구원
최근 스마트폰을 위시한 모바일 전자기기에 내장될 수 있는 수준으로 소형화된 적외선 카메라 모듈이 출현함과 동시에 고화질 적외선 영상에 대한 요구가 증대되고 있다. 적외선 투과렌즈는 따라서 Ge 또는 ZnSe 등과 같은 결정질 소재보다 공정비용 및 물성조절 측면에서 장점을 가지는 유리소재를 활용하는 것이 좋다. 이 경우, 광학 수차를 최소화하기 위해서는 저분산 유리와 고분산 유리로 구성된 렌즈들을 사용하는 것이 좋은데, 잘 알려진 Se 기반 칼코지나이드 유리는 공히 원적외선 대역에서 저분산 특성을 가지기 때문에 고분산 특성을 가지는 칼코지나이드 유리의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 S 기반 칼코지나이드 유리형성 시스템 중에서 삼성분계 Ge-Sb-S유리를 대상으로 원적외선 투과도를 유지하면서 고분산 특성을 나타내는 조성을 확보하고자 하였다. 본 삼성분계 유리의 구성원소 중 Ge 성분은 열적/기계적 물성뿐만 아니라 적외선 투과도의 위치 변화에 가장 큰 영향을 미쳤으며, 굴절률 분산의 제어에 크게 기여하는 것으로 나타났다. 그러나 Ge함량이 높을 경우 12 mm대역의 적외선 투과도가 감소하는 경향이 있기 때문에 Ge 성분의 최적 함량을 결정하였다. 이에 수반되는 열적/기계적 물성의 상대적인 저하를 방지하기 위하여 본 연구에서는 첨가원소를 추가적으로 포함하는 사성분계 조성을 설계하였으며 제반 물성을 평가하였다. 실험결과에 의하면, Ga 성분이 첨가된 사성분계 조성이 우수한 열적/기계적 안정성을 가지며 이와 더불어 고굴절 및 고분산 특성을 나타내는 것으로 밝혀졌으며, 본 Ge-Ga-Sb-S 유리는 따라서 고분산성 원적외선 투과 렌즈로 적합함을 확인하였다.

G6-7 Effect of Rare-earth Oxide on LED Color Conversion Properties of Cd-S-Se Quantum Dot Embedded Silicate Glasses

Cd-S-Se 양자점 함유 유리의 LED색 변환 특성에 대한 희토류 산화물 첨가 효과

한가람^{1*}, 임원빈², 허종³, 정운진¹. ¹공주대학교, ²전남대학교, ³포항공과대학교

최근 습식화공정에 의해 제조된 일반적인 colloidal 양자점의 취약한 화학적, 열적 안정성을 극복하기 위해 양자점이 무기 소재인 유리 내에 형성된 양자점 함유 유리 소재(quantum dot embedded glass: QDEG)의 다양한 연구가 진행되고 있다. 본 연구진에서는 silicate 유리내에 Cd-S-Se 양자점을 제조하여 열적 내구성과 수명이 우수한 백색 LED를 성공적으로 제조 하였으나, 양자효율이 제한된 단점이 있었다. 한편, 희토류 이온을 유리내 첨가할 경우 유리내 형성되는 양자점의 크기 제어가 가능하다는 보고가 있다. 따라서, 본 연구에서는, 다양한 희토류 이온을 첨가하여 Cd-S-Se QDEG을 제조하고 희토류 이온이 미치는 색변환 특성에 대해 조사하였다. Photo-luminescence (PL)과 UV-VIS흡수 결과를 통해 희토류 이온 첨가에 따라 유리내 양자점 형성이 변화하는 것을 확인하였으며, 상용 청색 LED칩 위에 실장후 적분구를 통해 색변환 특성을 확인하였다.

G6-8 Spectroscopic Studies on Fluoride Phosphate Glasses for 1.53 μm Applications

1.53 μm 적용을 위한 불화물 인산염 유리에 대한 분광학 연구

Ganesh Agawane*, Kadathala Linganna, 최주현. 한국광기술원

In this study, we report preparation of $\text{Er}^{3+}/\text{Yb}^{3+}$ co-doped fluoro-phosphate (FP) glasses containing aluminium-metaphosphate by melt quenching technique. The UV-Vis-NIR absorption measurements were carried out and analyzed through Judd-Ofelt model. Various spectroscopic properties have been evaluated viz. radiative lifetime, transition probability, intensity parameters Ω_λ , emission cross-sections and stimulated absorption cross-sections at 1.53 μm . The fluorescence lifetime was measured and calculated by non-exponential least square fit technique. The lifetime of the glasses first increased and then decreased with increased Yb^{3+} mol%. It was found that suitable fluoride metal composition and optimum Er^{3+} concentration could offer excellent spectroscopic properties to the FP glasses. Taking into account the superior spectroscopic properties of our material, it can be applied for fiber and optical amplifier applications.

G6-9 Correlations between Retroreflectance and Refractive Index of Glass Beads for Road Marking Applications

도로표지용 유리알의 재귀반사도와 굴절률의 상관관계

신상열^{1*}, 정운진², 김진호³, 조성훈⁴, 최용규¹. ¹ 한국항공대학교, ² 공주대학교, ³ 한국세라믹기술원, ⁴ 이화정공(주)

야간 및 우천 환경에서 각종 차선의 시인성을 향상시키기 위하여 재귀반사 현상을 나타내는 유리알의 사용이 필수적이며, 이러한 도로표지용 유리알의 재귀반사도를 최대화할 수 있는 최적 굴절률은 건조조건 및 습윤조건에서 각각 ~1.9 및 ~2.6으로 알려져 있다. 구형 유리의 굴절률을 측정하는 가장 일반적인 방법인 베케 라인 측정법은 넓은 범위의 표준 굴절액이 필요한데, ~1.8이상의 굴절률을 가지는 표준 굴절액이 인체에 유해한 As 등의 물질을 함유하기 때문에 시판이 금지된 상황이다. 따라서 고굴절 유리알의 굴절률을 정확히 측정할 수 있는 방법에 대한 연구가 요구되는 상황이다. 이에 본 연구에서는 유리알의 굴절률 변화에 대한 상대 재귀반사도 변화를 이론적으로 계산하였으며, 다양한 굴절률을 가지는 상용 도로표지용 유리알을 대상으로 기존 재귀반사도 측정장비를 이용하여 재귀반사도를 측정하고 이를 계산결과와 비교하였다. 이를 바탕으로 재귀반사도의 상대적인 차이로 유리알의 굴절률을 결정할 수 있는 방법론을 제안하고자 하였다.

S61-1 The Technical and Industrial Trend of Infrared Optical Glass Materials

적외선 광학유리소재 기술동향 및 산업동향

최주현*. 한국광기술원

육안으로 물체인식이 어려운 어두운 상황에서 물체를 탐지또는 식별 하는 카메라를 적외선 열화상 카메라 칭한다. 현재까지는 적외선 열화상 광학계는 매우 고가로 군수 및 특수용도 제한적으로 활용되었지만 2010년 이후 저가형 비냉각식 센서 및 비구면 적외선 몰드성형 광학렌즈 개발과 더불어 활용성이 광학 급격히 확대되었다. 민수에서 사용되는 적외선 열상카메라의 경우 결정질 소재를 대체하는 적외선 광학유리소재를 이용한 몰드성형 광학렌즈 및 소재에 대한 관심이 고조되고 있다. 그러므로 국내외 적외선 광학계의 민수산업에서 적용성 및 산업활성화에 큰 열쇠를 쥐고 있는 몰드성형용 적외선 광학유리소재의 국내외 동향에 대하여 살펴보고자 한다.

S61-2 Infrared Optical System Technology and Industry Trends

적외선 광학시스템 기술 및 산업동향

정석현*. 소모비전

1. 적외선 광학 분야는 국내의 경우 성형렌즈/렌즈Ass'y/열 영상 모듈/열 영상 시스템 등의 각 핵심 공정별 기술, 고급인력, 제조 시스템 관련 수준이 매우 열악한 수준이며, 적외선 성형 렌즈 양산 및 열상 시스템을 대량 제조할 수 있는 국내 업체는 전무하고, 대부분 전량 수입에 의존하고 있는 실정입니다. 또한 생산 방식이나, 주요 수입 부품의 가격에 따라 민수 시장에 대한 접근이 매우 어려운 실정입니다.

이러한 국내·외 경쟁력을 확보하기 위해 각 국내 관련 기업에서는 국산화 자체 제작 기술 개발에 집중하고 있습니다.

2. 적외선 열화상 관련 제작 기술은 선진 국방 강대국의 일부 업체만이 보유하고 있으며, 이러한 업체는 FLIR, DRS, FLKE, Pelco, NEC(시스템 부문)과 UMICORE, Newprot, Lightpath(렌즈부문)으로 볼 수 있으며 그 외에 많은 군수업체가 경쟁하고 있으나, 각 부문의 대표적인 업체에서 전체시장의 70% 이상을 점유하고 있습니다.

S61-3 Development of the Oxide Materials for 3~5 μm Mid Infrared Optical Glass

김성주*, 이선영. KC Glass & Materials

• 중적외선 광학 유리

- 광학유리는 현대 IT 산업에 있어서 필수 소재로써 2000년대 이후 광학렌즈의 중요성이 보다 커지게 되었고, 대부분의 산업에서 IT를 접목하는 융합형 산업의 성장으로 광학유리도 많은 전방 산업으로부터 관심을 받고 있다.

중적외선 영역은 2.5~5 μm 대역으로 1,000도 이하 온도에서 복사체의 복사 파장영역에 해당하며, 많은 분자들의 주요 흡수스펙트럼이 이 파장 영역대에 집중해 있기 때문에 흡수스펙트럼 분석을 통한 분자의 성분을 알아내는데 매우 유용하고 이러한 이유로 화학 및 생물학적 감지, 환경 및 위험물질 모니터링, 의학, 통신, 천문학, 국방, 보안 등의 분야에서 주요한 응용처를 가지고 있다.

• 중적외선 광학기기의 원천기술 확보

- 광학산업은 태양광발전, 디스플레이, 반도체 제조, LED 조명 등의 전자산업, 레이저 치료기 및 센서 등의 의료기기 산업, 우주항공, 국방, 에너지, 환경 등 거대 광융합 복합분야에서도 산업의 경쟁력을 결정하는 첨단 핵심 기술 산업으로서 특히 중적외선 광학유리의 경우 자동차, 플랜트, 보안, 소방방재, 방위산업 등 다양한 분야의 적외선 광학관련 수요를 포함하고 있어 관련된 기술 확보가 필요함

• 적외선 광학렌즈용 산화물 소재

- 적외선에 적용되는 광학렌즈 소재는 Ge, Si, ZnS, ZnSe, MgF₂, Sapphire 등이 사용되며, Ge는 적외선 유리 중 가장 일반적으로 사용되는 물질로 쉽게 부스러지는 것과 가공이 어렵다는 단점이 있음. ZnS는 중적외선과 원적외선 모두에서 사용할 수 있는 재료이나 구조적으로 약하고, MgF₂는 가공이 어렵고, 이 외에도 calcium fluoride, barium fluoride, sodium fluoride, lithium fluoride, potassium bromide 등의 재료가 있음.

S61-4 Fabrication Methods of Low Loss mid-IR Fibers Based on As-S Glass and Results in ETRI

As-S 유리 기반 저손실 중적외선 광섬유 제작 방법 및 ETRI에서 수행한 연구결과

서홍석*. 한국전자통신연구원

중적외선 광섬유는 중적외선 광원을 도파하는 매질로, 그리고 환경을 감시하는 센서로, 그리고 비선형을 일으켜 광원의 특성을 변경하는 분야들 많은 분야에서 그 활용이 높아지고 있다. 중적외선

광섬유는 기존의 실리카 기반 광섬유로 투과가 어려운 2.5 ~ 10 μm 대역에 사용되며, 최근에 이대역 광원개발이 많이 연구됨에 따라 저손실 광섬유 개발에 대한 요구가 높아지고 있다. 그러나 현재 중적외선 광섬유 제작은 복잡한 프로세스가 저손실 광섬유를 얻기 위해 진행되고 있으며, 이로 인해 광섬유가 여전히 실리카 기반 광섬유에 비해 매우 고가이다.

중적외선 광섬유 제작은 크게 프리폼 드로잉 방법과 double crucible을 이용하여 인출하는 방법이 있다. 이중 Double Crucible (이중 도가니)를 이용하는 방법이 저손실의 중적외선 광섬유를 제작하는데 유리하다. 그러나 장치 구조가 복잡한 단점이 있다. 간단한 이중 도가니(double crucible) 방법을 사용할 경우 클래딩을 튜브 구조로 만들어야 되는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 이번 발표에서는 core-on-clad 방법으로 광섬유를 인출하는 방법을 소개한다.

S61-5 Fabrication and Characteristics of High Refractive Index Glass Beads by Glass Composition

유리 조성에 따른 고굴절 유리알 제조 및 특성

조성훈^{1*}, 김진호², 정운진³, 최용규⁴. ¹이화정공, ²한국세라믹기술원, ³공주대학교, ⁴한국항공대학교

도로표지용 고굴절 glass beads는 기존 glass beads에 비해 야간 및 우천시 자동차 불빛을 운전자에게 높은 재귀 반사능으로 인해 차로 및 도로표지의 시인성을 높여주는 도로안전을 위한 핵심 소재이다. 이런 glass beads의 재귀반사 성능은 굴절율에 의존하며, 이의 향상을 위해서는 현재 $nd=1.5$ 수준의 소재를 대체하는 고굴절 beads가 필요하며 특히 우천 시 안전 확보를 위해서는 $nd=1.9$ 이상의 고굴절 glass beads가 반드시 필요하다. 이런 고굴절 glass beads의 제조를 위해서는 유리 조성에 대한 연구와 구형의 glass beads를 제조 기술이 필요하며, 기존 또는 개발된 고굴절 유리알의 정확한 성능을 평가하기 위한 평가 기술이 필요하다. 그러므로 본 연구에서는 고굴절 유리알을 제조하기 유리 조성과, 성형기술을 개발하고 제조된 유리알의 다양한 특성을 평가하였다.

S61-6 Processing of ta-C Protective Films on Mold for Glass Lens

유리렌즈 성형용 금형의 ta-C 보호 필름 제조

오승근*, 웹퍼닉스(주)

최근 초정밀광학기기의 발전, 휴대단말기용 카메라 모듈, 디지털 카메라, 광통신 모듈용 렌즈 등, 비구면 글라스 렌즈의 사용량이 급증하고 있다. 이러한 비구면 글라스 렌즈는 일반적으로 초경합금 성형용 코어를 이용하여 고온 압축 성형 방식으로 제작되기 때문에 성형용 코어의 수명연장을 위한 고경도의 이형성 박막 개발이 시급한 상황이다. 특히 DLC 박막 중 높은 sp^3 분율을 가지는 ta-C 박막은 탁월한 고온안정성, 높은 경도와 표면의 미려함, etching 이 가능한 점에서 성형 수명향상과 원가 절감을 위해 주목 받고 있는 박막이다. 본 연구에서는 FVA(Filtered Vacuum Arc) 방법을 이용, substrate bias voltage의 공정변수로 하여 WC금형에 ta-C박막을 증착하였다. 증착된 박막은 raman, nano-indentation 등을 이용하여 결합구조 및 경도 측정을 통해 박막의 물성을 평가하고, 실제 유리렌즈 성형 공정 후 ta-C박막의 결합구조 변화를 관찰하였다. substrate bias voltage -60V에서 sp^3 분율이 최대(87%)로 ta-C에 매우 가까운 박막을 제조할 수 있었다. 실제 유리렌즈 성형공정에 적용 해본 결과 ta-C박막은 다른 DLC 박막에 비해, 상대적으로 sp^3 분율이 높은 상태로 유지되어 고온 안정성이 우수한 것으로 나타났다.

G7-1 Quantification and Analysis of Hydration Products Using XRD-Rietveld Method and TGA

XRD-Rietveld법과 TGA를 이용한 수화물 정량 및 해석

강국희*, 이승현, 임영진, 김동현. 군산대학교

최근 XRD-Rietveld법을 이용한 수화물 정량이 널리 쓰여지고 있다. 이 논문에서는 자기치유를 위해 시멘트를 포함한 포졸란물질, AFt 생성물질, CO_2 공급원, 팽창성 재료를 혼합하여 배합을 만들었다. 자기치유 양생 후 생성된 수화물은 XRD-Rietveld법과 TGA를 이용하여 정량하였다. 그 결과, 비정질의 경우 XRD와 TGA와의 수화물 정량 값이 차이가 있음을 시사했다.

G7-2 Analysis of Crystal Structure of Hydrates according to Additives of C_3S

C_3S 의 첨가제에 따른 수화물의 결정구조 분석

김근수*, 이승현. 군산대학교

시멘트 구성광물 중 C_3S (Tricalcium Silicate Oxide)는 수화 시 C-S-H의 생성으로 인한 압축강도에 기여하는 광물이다.

C_3S 의 수화에 미치는 영향을 확인하고, 재령에 따른 수화도를 평가하기 위하여 본 실험을 진행하였다. 실험에 사용한 C_3S 는 실험실에서 직접 소성하여 분쇄를 하였으며 재령에 따른 수화조직을 분석하였다. C_3S 를 단독 수화와 3가지 첨가제(Na_2CO_3 , NaOH , Na_2SO_4)에 따른 수화량을 Rietveld 법을 이용한 결정상과 수화도를 평가하였다. C_3S 의 T-M-R형의 총 7가지로 나뉘어 정량분석하는 방법을 제시하였다. 본 연구에서는 C_3S 의 수화율을 평가하는 방법으로 재령에 따라서 결정구조의 변화를 분석하였다. SEM-EDS로 입자형태 확인, XRD reitveld 법을 이용한 C-S-H의 정량적 해석을 하여 C_3S 의 첨가제에 따른 수화 특성을 평가하였다.

G7-3 A Study of the Carbonation of Circulating Fluidized Bed Boiler Fly Ash

순환 유동층상 보일러 플라이애시의 탄산화 반응에 관한 연구

이용길*, 김진웅², 김경남¹, 송명신¹. ¹강원대학교, ²(주)인트켈

화력 발전소에 석탄을 이용하여 에너지를 생산하는 연소 방식에는 미분탄 연소 방식과 순환 유동층 연소 방식이 있다. 미분탄 연소 방식에 발생하는 비산재는 시멘트 또는 콘크리트의 혼화재로 사용되고 있다. 하지만 유동층상 비산재는 탈황 반응 후 남아 있는 CaO 및 SO_3 성분으로 인해 시멘트 및 콘크리트의 혼화재로 사용할 경우 free-CaO에 의한 초기의 급격한 발열, 균열 발생 및 유동성 저하로 인한 작업성에 문제가 발생되어 시멘트 및 콘크리트의 혼화재료로서의 사용이 제한되고 있다. 따라서 본 연구에서는 순환 유동층상 보일러 플라이 애시 내 다량으로 존재하고 있는 CaO를 탄산염 수용액으로 탄산화 반응을 통해 Ca 화합물인 CaCO_3 또는 Ca(OH)_2 로 변환시켜 화학적으로 안정한 형태로 만들어 유동층상 보일러 플라이애시의 활용도를 높이기 위한 탄산화 반응의 최적 조건을 설정하고, 탄산화 반응이 적용된 유동층상 보일러 플라이애시를 시멘트 모르타르에 일부 치환하여 경화 후 특성에 대해 확인하였다.

G7-4 Mechanical Properties of Phytoncide Modified-Liquid Sulfur Polymer/Epoxy Blend for Asphalt Application

아스팔트 용 액상 개질 유허의 기계적 성질

권혁^{1*}, 최성철¹, 김구대². ¹한양대학교, ²한국과학기술연구원

In this study, the sulfur polymer was employed as asphalt pavement materials with a form of liquid type. The liquid sulfur polymer/epoxy asphalt was easily fabricated by mixing liquid sulfur polymer and

epoxy at room temperature. The workability of as-mixed liquid sulfur polymer/epoxy mixture was explored by controlling the ratio of epoxy. The asphalt mixture with the epoxy content below 50 wt% exhibited reliable flowability above approximately 12.5 cm. The solidification of liquid sulfur polymer was successfully accompanied by simultaneous curing of epoxy. For practical application of pavement on road, the Marshall stability, indirect tensile strength and wheel tracking test were performed. The Marshall stability and indirect tensile strength of the liquid sulfur polymer/epoxy asphalt exhibited approximately 2-fold increased value compared to the conventional straight asphalt.

G7-5 The Influence of Methanol Treated B₄C on ZrB₂ Synthesis through Carbothermal and Borothermal Reduction

탄화 및 붕화 환원반응을 통한 ZrB₂ 합성에서 메탄올 처리된 B₄C가 미치는 영향

허재욱*, 안계석, 한진순, 신재록, 이현승, 최성철. *한양대학교*

In the ZrB₂ synthesis, the presence of B₂O₃ contained in B₄C increases the oxygen content, which causes abnormal grain growth of ZrB₂. In this study, oxygen content was decreased by washing B₄C with methanol. To synthesize ZrB₂ powders, carbothermal and borothermal reduction methods were performed. The ZrO₂ and methanol treated B₄C powders were mixed at various molar ratios, formed as a disc by compression and then heat-treated at 1250°C for 1 hour. By the crystallographic analysis with XRD and elemental analysis about oxygen and carbon content, optimized molar ratio was selected for the synthesis. Moreover, the particle size was increased from 60 nm to 500 nm as the content of B₄C become higher. In order to verify for the synthesized ZrB₂ particle, SEM, PSD and N/O analysis was carried out and adequate molar ratio was selected which is expected to have a good sinterability.

G7-6 A Study of Initial Hydration Reaction Rate of C₃S by XRD Rietveld Quantitative Analysis

XRD 리트벨트 정량 분석을 통한 C₃S의 초기 수화 반응률 고찰

박수현*, 이승현. *군산대학교*

C₃S의 초기 수화반응에 대한 메커니즘을 분명히 하기 위해 C₃S를 합성하여 각 재령에 따라 수화시킨 후 XRD 리트벨트 정량 분석을 하여 C₃S의 초기 수화 반응률을 측정하고 반응속도식을 이용하여 수화반응 기구를 고찰하였다. 그 결과, 반응 초기에는 용해반응을 하고 장기반응에는 확산반응이 일어나는 것으로 판단된다.

G7-7 Ion Leaching Early Hydration Characteristics of Fly Ash in Alkaline Condition

알칼리 조건에서의 fly ash의 초기 이온 용출 특성

박상진*, 전세훈, 김경남, 송명신. *강원대학교*

일반적으로 시멘트 대체 혼화재로는 fly ash(이하 FA)가 주로 사용되고 있다. 시멘트와 혼합시 FA는 포졸란재료로써 장기강도를 증진시켜주지만 초기강도발현에는 영향이 없는 것으로 알려져 있다. FA는 Al-Si유리상으로 화학적으로 매우 안정된 상태로 이온 용출이 불가능 하기 때문에 단독으로 사용 시 불경화 현상이 나타난다. 때문에 FA가 자체 수경성을 나타내기 위해서는 Al-Si 유리상이 파괴되어 이온용출을 활성화 할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 FA의 초기 강도 저하에 대한 Al-Si유리상을 알칼리 조건에서 파괴되기 위한 조건을 확인하기 위하여 알칼리 조건에서의 Si, Al, Ca

ion의 용출거동을 정량적으로 확인하였다. 또한 이온의 거동에 따라 생성되는 수화물의 특성을 확인하기 위해 XRD분석 및 TG-DTA 분석을 실시하였다.

G7-8 Effect of Fructan from Microbes on Ordinary Portland Cement

미생물 유래 Fructan이 OPC에 미치는 영향

전세훈*, 이웅걸, 김경남, 송명신. *강원대학교*

전체 CO₂ 배출량의 약 7%는 시멘트 생산이 차지한다. CO₂ 배출량 저감을 위해 콘크리트 내구성능을 향상시켜 시멘트 사용량을 감소할 수 있는 방안을 검토하였다. 콘크리트 시설물은 철근 부식과 같은 성능 저하의 위험에 노출되기 쉽게 때문에 보다 우수한 내구성능의 콘크리트 개발이 필요하다. 하지만 대체적으로 수밀성 향상 및 공극구조의 치밀화 등의 실험이 이루어지고 있다. 미생물에서 유래된 fructan은 금속 양이온과의 흡착능이 뛰어나며, glue 성능을 갖는 재료이다. 본 연구에서는 이러한 fructan의 고유한 특성이 시멘트 수화반응 및 공극변화와 시멘트 모르타르의 압축강도, 흡수율 측정을 하였다. 그 결과 fructan이 혼입된 모르타르는 압축강도의 증가와 흡수율 저감 효과를 확인하였다. 따라서 fructan이 시멘트 공극구조 변화에 미치는 영향과 glue 특성이 흡수율을 감소시키는 영향에 대해 검토하였다.

G7-9 Patent Trends of New Technology related to Cement Industry

시멘트 산업관련 최근의 특허기술 동향

배은정*. *한양국제특허법인*

지식재산권은 국가의 기술 자립을 위한 중요한 척도이며, 또한 해외 경쟁력 강화에 필수적인 요소라 할 수 있다.

한편, 시멘트 산업은 토목, 건축 등 기반시설의 근간을 이루는 재료 산업으로서 더 이상 발전할 수 없을 정도로 발전되어 왔으며, 현재에도 수많은 연구결과가 지속적으로 보고되고 있다.

시멘트가 최초의 지식재산권으로 등록된 후, 약 200년 이상 시멘트 재료를 기준으로 다양한 형태의 기술개발을 통하여 수 많은 특허가 존재하고 있다. 그러나 최근에는 지구 온난화 이슈에 의해 온실가스 배출이 큰 재료 중의 하나로 인식되어 전세계적으로 이에 대한 대응 방안이 노력하고 있다.

본 발표에서는 이러한 세계적인 추세에 따라, 전 세계 각국에서 시행하고 있는 시멘트 재료 관련 특허 기술동향을 검토 및 분석하여, 우리나라 시멘트 업계에서 참고하여 국제적인 경쟁에서 뒤떨어지지 않는 새로운 기술의 개발 방향 및 연구 방향에 대한 기준점을 제시하고자 한다.

G7-10 Utilization of Fluidized Bed Fly Ash from Samcheok Green Power

삼척그린파워 유동층 플라이애시의 활용 확대 방안

송영진*, 강승민, 이의학, 하성우. *아하그린텍(주)*

최근 질 높은 석탄 수급에 어려움이 있어 약 800°C의 저온연소에서 저열량탄을 유효하게 이용할 수 있으며, 석회석을 이용하여 노내 탈황을 하는 순환 유동층상 연소방식이 증가추세에 있다.

유동층 플라이애시의 특징으로는 높은 CaO함량에 의한 큰 반응성과 기존 미분탄과는 다른 화학성분인데, 고로슬래그와 유사하여 이를 대체할 수 있는 고부가가치의 건설재료로서 활용도 기대할 수 있다.

최근 표준규격의 개정으로 미분탄 플라이애시와 혼합하여 사용할 수 있게 되었으나 아직까지 높은 CaO(유리CaO, 반응성CaO)의

함량과 낮은 SiO_2 의 함량 때문에 단독으로 사용할 수는 없다. 사용량 확대를 위해서는 수화에 의한 정제 처리로 CaO 의 안정성 확보가 필수불가결하다.

또한, 이러한 유동층 플라이애시의 높은 반응성을 활용하여 우수한 강도특성을 갖는 경량골재를 제조할 수도 있는데 갈수록 수급이 어려운 잔골재 시장에서 큰 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다.

G7-11 Recent Studies on Blended Cement and Alkali Activated Materials in Japan

Daiki ATARASHI*, Shimane University

Recently, reduction of carbon dioxide emission and effective usage of industrial waste is very important for establishment of low carbon and resource-recycling society. Research on blended cement with high fly-ash replacement is attracting great attention. For improvement of initial compressive strength, the usage of cement with a high content of alite or with an alkanol amine for accelerating the interstitial phase reaction are investigated. And Energy CO_2 Minimum (ECM) cement using high volume blast furnace slag, ordinary Portland cement and gypsum were designed for a large amount of CO_2 emission reduction. On the other hand, alkali activated material using much fly-ash such as geopolymer and hybrid-type geopolymer using fly-ash and blast furnace slag are attracting high attention as alternative material for cement. In this presentation, we will discuss the recent researches on low environmental loading construction material in Japan.

G7-12 Measurement and Application of Concrete Rheology

콘크리트 레올로지 측정 및 적용

최명성*, 동국대학교

1960년대부터 유럽을 중심으로 콘크리트 레올로지(Rheology)에 대한 연구가 시작되었으나 많은 연구자로부터 주목을 받고 본격적인 연구가 시작된 것은 고유동 콘크리트가 개발되고 실무에 적용되기 시작한 1990년대 초반부터이다. 다양한 유동특성을 갖는 새로운 콘크리트들이 개발되면서 슬럼프와 같은 정성적 실험과 실무자의 경험만으로는 콘크리트의 품질과 시공성능을 정확히 평가하기 어렵고, 보다 정량적이고 과학적인 접근법이 개발되어야 한다는 필요성이 크게 대두되었다. 이러한 기술적 요구에 따라 콘크리트 레올로지를 측정할 수 있는 장비의 개발이 이루어졌으며, 유동을 시뮬레이션 할 수 있는 해석프로그램과 컴퓨터가 크게 발전하면서 레올로지뿐만 아니라 시공의 각 과정을 해석적으로 예측할 수 있는 토대가 마련되었다. 콘크리트 레올로지와 관련한 국제학술대회에 지속적으로 참가하면서 매년 발표논문 수의 증가와 기술 발전이 눈에 띄게 빠르다는 것을 실감할 수 있었다. 최근 새로운 고성능 화학 혼화제의 개발과 나노입자(nano particle)를 비롯한 광물계 혼화재료의 광범위한 사용을 통해 콘크리트의 레올로지를 시공 조건에 따라 자유롭게 제어할 수 있는 기술, 레올로지 측정값을 사용하여 콘크리트 펌핑, 타설 과정과 같은 시공의 각 과정을 해석적으로 예측하는 기술들이 개발되고 있다. 콘크리트 레올로지와 시공성능 예측은 콘크리트 공학 내에서 새로운 분야에 속한다. 간단하게 구조물 또는 부재의 거동 해석에 있어 탄성계수, 푸아송 비, 강도 등 굳은 콘크리트의 역학적 특성이 필요하듯이 시공성능에 대한 예측을 위해 기본적으로 필요한 것이 굳지 않은 콘크리트의 특성인 레올로지라고 말할 수 있겠다. 향후 국내 연구진의 레올로지에 대한 이해와 관심이 높아지길 기대해 본다.

G7-13 Fly Ash Application of Overseas Cement Industry

해외 시멘트 산업에서의 플라이애쉬 활용 현황

송명신*, 강원대학교

최근의 시멘트 산업은 지난 수십년 동안 보다는 상당히 위축되어 있다고 할 수 있다. 이는 치환사용이 가능한 재활용 가능한 재료에 의한다고 할 수 있다. 또한 시멘트 재료가 지구온난화에서 자유스럽지 못하기 때문인 요인도 있다고 할 수 있다.

한편, 시멘트 재료에 치환 사용이 가능한 재료로는 익히 알려져 있는 플라이애시, 고로슬래그 등이 대표적이라 할 수 있다. 이들 재료의 활용도가 급속히 상승하면서 시멘트 재료 산업은 많이 위축되어 있다고 할 수 있다.

본 발표에서는 플라이애시를 중심으로, 유럽의 관련 기관인 VGB tech에서 시행한 conferences 발표 내용을 중심으로 최근의 해외에서의 플라이애시 활용현황을 정리하였으며, 국내의 시멘트 산업의 발전에 영향을 미치는 치환재료의 향후 활용방안에 대해 검토하였다.

G8-1 Introduction of Phase Field Modeling of Ferroelectric Materials

강유전체에 대한 상장모델링 소개

이재욱*, 재료연구소

강유전체 도메인은 한 방향으로 정렬된 분극모멘트의 집합으로서 모멘트 방향이 90° 나 180° 만큼 차이나는 주변의 도메인들과 경계면(domain wall)을 형성하고 있다. 이러한 도메인 구조는 온도, 전기장, 자기장, 응력 등 다양한 환경에 따라 변화하고 이에 따라 재료의 전기적, 기계적 특성도 달라지기 때문에 유전체를 개발하는 연구자들에게는 주요 관심거리이다. 이러한 강유전체의 도메인 구조는 금속 수지상(dendrite)과 더불어 상장모델링(phase field modeling)이 모사하고자 했던 대표적인 재료의 미세조직이었고, 현재 상장모델링은 도메인 구조를 모사할 수 있는 가장 강력한 시뮬레이션 방법이다. 하지만 아직 국내에는 이 기술이 널리 보급되지 않았고 이에 본 연구에서는 이 상장모델링의 소스코드를 직접 개발하고자 하였다.

G8-2 A Theoretical Study of Near Edge X-ray Absorption Fine Structure (NEXAFS) Spectra of Catalytic Materials

촉매 소재 설계 위한 NEXAFS 시뮬레이션

이노도*, 조은경, 김정필, 주민호, LG전자

The near edge X-ray absorption fine structure (NEXAFS) spectroscopy has proved to be a powerful tool for studying the surface chemistry, such as actual bonding states and surface defects, and local electronic structures of molecules. However, there are still many disputes in assigning the peaks from the measured spectra. Theoretical calculations can support experimental NEXAFS analysis since they are able to establish and quantify the relationship between the surface structure and the underlying electronic structure information. Here, we introduce a systematic process that provides accurate spectroscopic information based on the experimental spectra by using density functional theory (DFT), focused on the catalytic materials. This approach represents a significant challenge in terms of both the surface model and the size of system. Thus, we select basic model systems and carefully calibrate a calculated NEXAFS spectra by repeatedly comparing with the experimental results. We show that ground state electronic structure calculation provides complete

interpretation for NEXAFS analysis of the defect and reaction in catalytic materials design.

G8-3 Combustion Analysis of Quartz Burner for SiO₂ Deposition Using Finite Element Method

유한요소법을 이용한 SiO₂ 증착용 퀴츠버너의 연소반응 해석

박형빈^{1*}, 최재호¹, 김형준¹, 최성철², 한운수¹. ¹ 한국세라믹기술원, ² 한양대학교

일반적으로 광섬유 클래드(clad)인 실리카(SiO₂) 합성유리를 제조하기 위하여, 사염화규소(SiCl₄)를 원료물질로 하는 화염가수분해 증착법(Flame Hydrolysis Deposition)을 사용한다. 하지만, 원료물질인 SiCl₄는 산화력이 매우 강한 맹독성 물질로써, 공정 중 HCl과 Cl₂ 가스를 발생 시키므로 별도의 처리 설비 구축과 비용이 크게 요구되며, 또한 누출 시 생산 설비의 부식 및 Trouble 발생의 주 원인이 되어 장비 노후화를 앞당기는 문제를 야기한다. 한편, 최근에 차세대 친환경 실리카 합성 원료로 주목받고 있는 D4(OMCTS: Octamethylcyclotetrasiloxane, C₈H₂₄O₄Si₄)는 무색, 무취의 액체로 휘발성이 낮아 가스 흡입의 우려가 없고 인체에 무해하며 실리콘(Si)의 함량비가 SiCl₄에 비해 당량비가 2배 이상 높아 생산효율이 높은 장점을 가지고 있다. 하지만, D4는 인화성 물질로 완전연소 및 반응 가스로 O₂와 함께 혼합가스 상태로 투입되기 때문에 O₂가 먼저 꺼지거나 유량이 급변할 때 역화의 우려가 있으므로 새로운 버너의 설계가 반드시 요구되며, 이를 위해서 열 해석을 통한 고신뢰성의 퀴츠버너를 설계가 필요하다. 본 연구에서는 유한요소법을 이용한 연소반응의 신뢰성을 높이기 위해 실제 화염과 비교하여 기초적인 실험을 하였으며 모델링한 퀴츠버너의 연소반응에서 혼합연료기체(메탄+산소)와 원료기체(D4+N₂) 조건에 따른 화염의 온도 분포를 해석하였다.

G8-4 Surface Strain Effects on the Adsorption of CO gas on Titanium Oxide Tubes

TiO₂ Anatase 결정구조에서 표면 변형에 따른 CO 분자의 흡착 거동에 관한 연구

송봉준*, 오새롬, 임종인, 최철호, 현상일. 한국세라믹기술원

Titanium oxide nanotubes (TNT)는 넓은 비표면적(300 m²/g)에 의해 가스 센서로 사용되는 반도체 나노 물질이다. 합성된 TNT의 직경은 ~10 nm, 두께는 ~1 nm이며 tube의 구부러진 기하학적 성질 때문에 높은 인장 변형이 TNT의 외부 표면에 가해진다. CO와 같은 다양한 유해 가스들의 흡착 거동은 다양한 센서 소재에 대해서 연구되어 왔지만, tube와 같이 인장력이 가해진 표면에서의 흡착 거동은 많이 연구되지 않았다. 본 연구에서는 범밀도함수 이론에 따른 제일원리 전자구조 계산을 수행하여 TNT 표면 변형 효과에 대한 CO 분자의 흡착 거동을 해석하였다. 그 결과 흡착 거동은 표면 배향 뿐만 아니라 표면 변형에도 의존한다는 것을 알 수 있었다. 이러한 관찰은 나노 센서의 흡착 특성이 나노 구조의 기하학적 조작에 의해 제어될 수 있음을 나타내며, 나노 센서 개발에 폭넓게 적용될 수 있다.

S81-1 Hydrogen-induced Reversible Phase Transition and Hydrogen Storage in Correlated Oxides

다전자가 산화물의 가역적 상전이 및 수소저장

손준우*. 포항공과대학교

The ability to control a variety of functionalities with external stimuli is one of the main issues in correlated oxides and their heterostructures. Due to the extreme sensitivity of those material systems

to external stimuli, the control of the versatile functionalities can achieve unique phenomena. Among the various stimuli, (intrinsic or extrinsic) atomic defects have a strong influence on the *d*-band filling, which is the core concept of correlated electronic systems.

Hydrogen, the smallest and the lightest one among atomic elements, is reversibly incorporated into the interstitial site of vanadium dioxide (VO₂) and then induces dramatic electronic phase modulation. 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, we present that hydrogenation can be achieved up to two hydrogen atoms per VO₂ unit cell, and hydrogen is reversibly absorbed into and released out of VO₂ without destroying the lattice framework [1]. More importantly, this massive hydrogenation process allows to elucidate phase modulation of vanadium oxyhydride (HxVO₂), remarkably demonstrating two-step insulator (VO₂) – metal (HxVO₂) – insulator (HVO₂) phase transition. Our finding opens up the potential application for novel hydrogen storage and the possibility of reversible and dynamic control of topotactic phase transition in VO₂. [1] H. Yoon et al., *Nature Mater.* **15**, 1113 (2016)

S81-2 Strain Engineering via First-principles Calculations

제일원리계산을 이용한 Strain engineering

최민석*. 인하대학교

Control of materials properties via strain, called as strain engineering, has been extensively studied since strain would be a simple and predictive parameter. Using first-principles calculations, we have investigated how strain impact on the formation of defects as well as the nature of the electronic feature in material. Thanks to the accuracy and flexibility, first-principles calculations can predict the materials properties under mechanical deformation such as strain and pressure, even for the cases that are hardly realized in experiment. In this talk, our recent findings on correlation between strain and materials properties will be presented.

S81-3 Introduction of Open Source CFD code OpenFOAM and research application

오픈소스기반 CFD 코드 : OpenFOAM 및 연구 사례 소개

우태호, 오경택, 이효동*. 주식회사 경원이앤씨

오늘날 오픈소스 소프트웨어는 많이 존재한다. 그 예로 리눅스(linux), 웹 브라우저 모질라 파이어 폭스(Mozilla firefox), LibreOffice 등 다양한 형태의 오픈소스 소프트웨어가 개발되고 널리 사용하고 있다. 오픈소스 소프트웨어는 소스코드가 공개된 소프트웨어로 수정이나 재배포 등이 자유롭게 허용되고 General public license(GPL)에 의해 보호 받는다. 본 발표에 사용된 오픈소스 CFD 코드인 OpenFOAM은 OpenCFD사에서 개발한 범용 3차원 전산 유체 역학 코드로서 C++을 기반으로 라이브러리 형태로 개발되며 실제 특정 문제를 해결할 수 있는 환경을 제공한다. 기본적으로 제공되는 표준 솔버는 비압축성과 압축성 유동, 화학반응, 다상유동, 구조해석, 전자기 해석, 분자동역학 해석 등 60가지를 지원하고 전 후처리, 데이터 파일관리, 병렬 연산 등을 지원한다. 라이선스의 경우 GNU GPL을 사용하기 때문에 자유롭게 배포되며 모든 코드가 공개되어 사용자가 기존 코드를 자유롭게 수정할 수 있는 유연성을 가지게 된다. 이러한 장점을 토대로 학교 및 일반 기업의 연구용 코드가 개발되고 있으며 본 발표에서는 최신

OpenFOAM에 대한 소개 및 간단한 사용법, 연구에 적용된 사례를 소개하고 향후 전망에 대해 논의하고자 한다.

S81-4 Integration of Materials Size Effects into Mechanical Responses of Hollow Ceramic Nano-Architectures

세라믹 나노아키텍처의 제작 및 기계적 물성 분석

Jang Dongchan*, 나예은, 신다혜, 김기선, 전석우. 한국과학기술원
Creating lightweight, mechanically-robust materials has been a long engineering pursuit and synthesis of porous cellular structures has often been used as an effective strategy to reduce the densities of materials. In order to minimize the sacrifice of strength caused by forming pores to reduce masses, many researchers have focused mainly on design of the optimal cell topology in which the applied load can be distributed most efficiently, and development of fabrication techniques to materialize such designed structures, but in almost all cases, the mechanical properties of base solids were assumed to be invariant. However, recent study looking into mechanical behavior of nanomaterials revealed that mechanical properties of hard materials, such as yield strength of metals or fracture strength of brittle ceramics, begin with depending on the extrinsic size as their dimensions decrease below sub-micron scales, offering a new possibility to integrate this materials' size effect into the geometric design of porous cellular materials to maximize their mechanical performance. In this study, we fabricated ceramic nano-architectures composed of nano-sized hollow tubes using proximity field optical 3D nano-patterning technique followed by atomic layer deposition (ALD) and experimentally demonstrated that yield strengths of those materials increase by a few orders of magnitude compared with conventional porous materials.

S81-5 Computational Nanomechanics Study of Brittle Materials: Graphene and Metallic Glass

취성 소재의 전산나노역학 해석: 그래핀과 금속유리

유승화^{1*}, 이상륜¹, 한지훈², 김성환¹, 허재원¹, 장동찬¹. ¹한국과학기술원, ²국방과학연구소

그래핀과 금속유리는 취성재료로 분류되지만 매우 다른 구조를 지니고 있다. 전자는 결정구조를 지닌 반면 후자는 비정질 질구조를 지녔기 때문에 서로 다른 파괴 양상이 나타나는데, 시간적/공간적 해상도 및 투과도의 한계로 인해 in situ 실험을 통해서 파괴 과정을 관측하기는 어렵다. 모든 원자들의 움직임을 추적하는 분자동역학 기법은 파괴 메커니즘을 시각화하고 분석할 수 있으며 이를 역학이론과 결합하면 효과적으로 파괴 특성을 연구할 수 있다. 본 세미나에서는 전산나노역학을 통해 수행한 두 가지 연구를 소개하고자 한다. 첫째, 단결정 그래핀의 이상강도는 약 120 GPa가 된다고 이론과 실험을 통해 검증이 되었지만, 다결정의 이상강도는 이론과 실험의 결과가 달라서 논란의 여지가 남아있다. 다결정 그래핀의 결정립계가 강도에 미치는 영향 및 그래핀의 단축인장 시험 수행이 어려워 주로 사용되는 나노압입 시험의 한계를 전산나노역학 이론 및 모델링 관점에서 분석하고, 인장강도를 나노압입시험으로 측정할 수 있는 가능성을 탐색한 연구들을 소개한다. 둘째, 높은 강성이나 인성에도 불구하고 취성 파괴 특성 때문에 한계를 지닌 금속유리의 사용은 제한되어 왔다. 전산나노역학 이론 및 모델링을 통해 금속유리 파괴의 기본 유닛으로 알려진 전단변형영역(shear transformation zone, STZ)의 특성을 탐색하고, 표면 혹은 내부에 존재하는 각종 결함이 STZ의 시간적 공간적 분포에 미치는

영향을 연구한 결과를 소개하고, 금속유리의 연성을 증가시킬 수 있음을 보인 실험과 이론을 결합한 공동연구를 소개한다.

S81-6 Organic-inorganic Perovskite Photovoltaic Materials and Device

유-무기 페로브스카이트 광전 소재 및 소자

임상혁*. 경희대학교

유-무기 하이브리드 페로브스카이트 소재는 직접 밴드갭을 가져 높은 흡광계수를 보이고, 엑시톤 결합 에너지가 작아 상온에서 자유 전자 및 홀을 생성할 수 있어 높은 개방전압을 얻을 수 있으며, 소재의 조성 및 구조 제어를 통한 밴드갭의 조절이 용이하고 용액공정을 통해 높은 결정성 박막을 얻을 수 있어 저가격 고효율 광전 소자를 제작하는데 많은 이점을 가지는 것으로 알려져 있다. 대표적인 광전소자로 페로브스카이트 소재는 태양전지에 많이 이용되고 있으며 최근 22% 이상의 높은 발전효율을 가지는 것으로 보고되고 있다. 본 발표에서는 광전소자로서 페로브스카이트 소재의 장점과 현황 및 고효율, 고내구성 광전소자 제작을 위해 해결되어야 할 이슈에 대해서 논의하고자 한다.

S81-7 Computational Study on the Emerging Photovoltaic Materials and Devices

신규 태양전지 소재와 소자 개발을 위한 계산 연구

홍기하*. 한밭대학교

유무기 복합 페로브스카이트 소재는 차세대 태양전지 소재로 각광받고 있는 물질 중 가장 효율의 개선속도가 빠른 물질이다. Miyasaka 그룹에 의해 염료로서 처음 태양전지의 흡수층으로 사용되기 시작한 페로브스카이트 소재는 최근 공인 효율이 20%가 넘어가는 등 종래에 볼 수 없었던 빠른 효율개선을 보이고 있다. 유무기 복합 페로브스카이트 소재를 활용한 태양전지 개발에서 가장 중요한 이슈로는 고효율화, 신뢰성개선, 무연소재 개발을 들 수 있다. 용액공정을 통해 비교적 쉽고 저렴하게 재료의 합성이 가능한 장점을 갖고 있는데 비해, 해당 페로브스카이트의 분석은 매우 복잡한 양상을 띄게 된다. 우선 유기물과 무기물이 혼합된 형태의 결정구조를 갖고 있는데다 구성원소의 숫자도 5개이상이기 때문에 물성을 규명하고 새로운 조성을 디자인하는데 상당한 어려움이 따르게 된다. 더더군다나 재료 자체의 신뢰도가 높지 않아서 각종 실험 분석 도구를 사용할 경우 재료의 손상이 발생하는 문제로 이 또한 물성 분석에 있어 장애로 작동하게 된다.

이러한 문제를 극복하는 데 있어 가장 활발하게 사용되는 해석 도구가 이론적 분석법이라 할 수 있다. 특히나 밀도범함수(Density Functional Theory, DFT)를 활용한 제일원리계산을 통해 재료의 물성을 분석하고 새로운 조성의 페로브스카이트를 디자인하고자 하는 많은 연구들이 진행되고 있다. 본 발표를 통해 유무기 복합 페로브스카이트 소재의 전자구조, 결합특성 분석 등 재료의 물성 분석을 수행했던 결과와 무연페로브스카이트 소재 개발을 위해 수행했던 연구결과를 공유하고자 한다.

S81-8 Materials Characterization of Organic-inorganic Hybrid Perovskite from First-principles Calculations

제일원리를 이용한 하이브리드 페로브스카이트의 물성 분석

이동화*. 포항공과대학교

(CH₃NH₃)PbI₃ 기반의 hybrid perovskite 태양전지는 쉬운 제조공정으로 고효율을 얻을 수 있어 현재 매우 주목받고 있다. 하지만 태양 빛이나 수분에 대한 불안정성, 전류밀도-전압 측정시 스캔방향이나 속도에 따라 나타나는 Hysteresis 등은 페로브스카이트 태양

전지가 상용화되는데 걸림돌이 되고 있다. 이러한 문제점들은 발생하는 원인들을 원자단위에서 명확히 규명함으로써 극복할 수 있다. 하지만 실험적 방법을 통해서 재료의 거동을 원자단위에서 규명하는 것은 매우 어려운 일이다. 반면 제일원리 계산기법을 이용하면 재료 내 전자의 거동을 명확히 규명하므로써, 다양한 격자 결함이나 이온들의 이동, 이온들에 의해 생성되는 강유전성들이 페로브스카이트 태양전지의 물성에 미치는 영향을 원자단위에서 매우 정확하게 알아낼 수 있다. 이 발표에서는 어떻게 다양한 제일원리 계산기법들이 $(\text{CH}_3\text{NH}_3)\text{PbI}_3$ 의 물성 분석을 위해 사용되었는가에 대해 소개하도록 하겠다. 특히, 다양한 점결함의 생성 및 이동과 하이브리드 페로브스카이트의 물성간의 상관관계에 대해 설명하도록 하겠다.

G9-1 Development and Prospect of Additive Manufacturing Process based on Ceramic Compositions

3D 프린팅 공정을 활용한 도자세라믹 기술개발 및 전망

한규성*, 김진호, 김응수, 황광택, 조우석. 한국세라믹기술원

In the recent years, additive manufacturing of 3D objects has received unprecedented attention. Additive manufacturing is capable of manufacturing 3D objects directly from digital files through an additive process, typically by depositing successive layers of polymers or metals. Unlike traditional manufacturing processes based on subtraction and forming, additive manufacturing joins materials together with building of products. The technology was conceived as a fast process to produce prototypes, although the recent improvements have improved it to the extent that is currently used to manufacture final products. In the ceramicware industry, the needs of digital technologies such as 3D printing for manufacturing products based on design on demand is also increasing. Here, we report the development of ceramicware products using additive manufacturing, and the prospect of additive manufacturing using ceramic materials.

G9-2 Synthesis and Photolytic Properties of N-doped TiO_2

N 도핑한 광촉매성 TiO_2 의 합성 및 광분해능 특성 연구

이나리*, 피재환, 유리, 김유진. 한국세라믹기술원

새집 증후군 등 실내의 공기 오염이 심해지면서 공기정화에 관련된 제품의 수요가 증가하고 있다. 대표적으로 공기청정기가 있으나 공기청정기 속의 필터가 오염된 상태로 지속되면 오히려 세균이 증식할 수도 있다. 이러한 문제점으로 필터를 사용하지 않고도 공기를 정화할 수 있는 광촉매 물질을 개발하는 연구가 진행 중이다. 광촉매 물질은 광을 조사하면 화학반응을 일으켜 오염물질을 분해하므로 친환경적이다. 광촉매 물질로는 산화텅스텐(WO_3), 산화아연(ZnO), 이산화티타늄(TiO_2) 등이 있으나 빛에 가장 안정적 인 TiO_2 가 대표적으로 사용되고 있다. TiO_2 는 자외선 영역에서 분해 효과가 있으나 자외선은 태양광의 약 3% 정도만 해당한다. 따라서 본 연구에서는 TiO_2 에 N 도핑하여 가시광 영역에서도 분해 효과가 가능한 물질을 합성하였다. 상용 TiO_2 는 고가의 제품임으로 비용절감을 위해 Titanium isopropoxide를 이용하여 졸겔법으로 TiO_2 를 합성하였다. 그 후 N source를 첨가하여 12시간 교반하고 60°C로 건조한 뒤 열처리하였다. 합성된 분말의 형상, 결정상, 색도, 반사율을 측정하였다. 열처리하기 전, 후의 반사율을 UV-VIS로 측정한 결과 열처리 전에 비해 열처리 후 파장대가 red shift된 것이 확인되었다. 또한 메틸렌블루 용액을 분말에 떨어뜨린 후 빛을 조사하여 색 변화를 관찰하였다.

G9-3 A Study on Simulation of Temperature Distribution Suppression in Large Sintering Furnace Using Inlet GA

Inlet GAS를 이용한 대형가마 온도 산포 억제 Simulation에 관한 연구

최정훈¹*, 강은태¹, 김응수², 조우석². ¹경상대학교, ²한국세라믹기술원

도자기 제조공정에서는 소결로의 온도와 기체 분위기를 정확히 제어하는 것은 중요한 요소이다. 본 연구에서는 대형가마에서 발생하는 수직방향의 온도산포를 효과적으로 억제하기 위해 분위기 제어용 Inlet GAS에 주목하였다. 상대적으로 고온영역인 가마 상단에 Inlet GAS를 지속적으로 투입하여 온도산포를 억제하는 방법에 관하여 연구하였다. Inlet GAS가 가마 내부의 열 분포에 미치는 영향을 분석하기 위해 Dassault System사의 Flow Simulation을 사용하여 열 유동해석을 진행하였다. 가마의 크기는 $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}$ 의 용적을 갖는 정육면체로 설계하였으며 전기를 에너지로 사용하는 'U'형의 발열체를 측면에 8개씩 대칭 배치하였다. 발열체의 물성과 규격은 Kanthal사 Handbook에 공개된 heating elements(MoSi_2)를 참고하였다. 목표온도는 1200°C로 산정하고 소결로 내부에 수평방향으로는 5개의 점을 균등 배분하고 수직방향으로 10등분하여 총 50개의 점에서 온도를 측정하였다. 연구결과 Inlet GAS의 투입에 따라 가마 상단영역에 온도가 최대 28°C 하락하였으며, 노즐 주변에서 가장 낮은 온도가 관찰되었다. 가마내부 중, 하단의 온도는 Inlet GAS와 무관하게 변화가 관찰되지 않았다. 기존 가마는 온도산포가 수직방향으로 최대 53°C로 관찰되었으나 Inlet GAS를 분사한 가마에서는 25°C로 하락하였다. 기존 소결공정에서 분위기 제어를 위해 사용되던 GAS의 위치와 노즐 방향을 변경함으로써 최대 53% 이상의 온도산포 억제효과를 확인하였다. 또한 GAS의 종류에 따라 온도산포 억제 효과는 42%에서 61%까지 확인되었다. 이는 Inlet GAS가 소결로 내부로 분사되어 해당 영역의 열량을 고유의 비율에 따라 감소시키는 것으로 사료된다.

G9-4 Chromatic Characteristics of Traditional Korean Copper Glaze with the Addition of Copper Oxide and Sintering Atmosphere 산화동의 첨가량과 소결분위기에 따른 동화유약의 발색 특성

노형국*, 김응수, 조우석. 한국세라믹기술원

Dongwha is a red pigment inherent to our country with copper as the color-forming composition. Koryo Dongwha porcelain developed around the 12th century was the first case of color formation in red from the pigment of copper composition at high temperatures. In this study effects of copper oxide (II) addition and sintering conditions were examined for the chromatic characteristics of copper glaze. Oxidatively sintered samples exhibited the negative increase of CIEa* and the positive increase of CIEb* with the increase of CuO concentration, leading to Green and Green-Yellow coloration. On the other hand, CIEa* and CIEb* of reductively sintered samples were positively increased in direct proportion. The green color of oxidatively sintered samples was originated from the Cu^{2+} ion formed by the dissolution of CuO. The reductively sintered samples resulted in dull tone Red color with low Chroma. These seem to be influenced by the interplay of metal Cu aggregation, metal Cu globule, Cu_2O formed in glaze layers through the redox interaction of CuO during the firing process.

G9-5 SiO_2 Effect on Densification in Dense Polycarbosilane-derived SiC without Additives

소결조제없이 치밀하며 폴리카보실란으로부터 제조된 실리콘 카바이드에서 이산화규소가 치밀화에 미치는 영향

이지환*, 김석영, 이재형. 영남대학교

Silicon carbide (SiC) is a very important high temperature structural materials with excellent mechanical, thermal and chemical properties. Dense SiC-based ceramics are used widely in the aerospace- and energy-related industries and are being considered as structural components for future nuclear reactors owing to their low activation under neutron irradiation conditions. SiC is one of the representative materials that has low sinterability. In order to cover the low sinterability as disadvantage, liquid polymer precursor route and spark plasma sintering can be applied.

Amorphous polycarbosilane (PCS) powder that heat-treated at 1000°C was used to sintering. In the SPS, variables are temperature and pressure. Sintering temperature were set 1700, 1800 and 1900°C and pressure were set 40 and 80 MPa. Holding time was 10 min and atmosphere was set Ar gas at 1 atm as constant conditions.

The result of the SPS showed that sintering temperature and pressure were affected to densification. At the 1900°C as sintering temperature and 80 MPa, sintered disc had average relative density of 95%. At 1800 and 1900°C, Core/Rim structure was obtained in 80 MPa series. Rim region had porous structure and existed just SiC. Core region had dense structure and glassy materials and existed SiC, SiO₂ and graphite. Between core and rim region, boundary had dense structure and existed just SiC. Depending on the location and the presence of the SiO₂, discrepancy of microstructure and densification were obtained.

G9-6 Synthesis of the Orange Color Pigment in the System of TiO₂-SnO-ZnO by Solid State Reaction

고상반응법에 의한 TiO₂-SnO-ZnO의 주황 안료 합성에 관한 연구

김수민*, 김응수, 조우석. 한국세라믹기술원

세라믹 제품에 사용 되는 대표적인 발색 재료인 무기 안료는 자외선, 오염 물질 등에 의해 영향을 많이 받는 유기 안료에 비해 화학적, 물리적으로 안정성을 가진다. 특히 고온에서도 안정적인 발색을 하며 자외선에 대한 내광성이 우수하기 때문에 도료나 잉크, 세라믹 제품 등에 사용하고 있다. 주황색 안료는 기계나 전기 설비의 사고 방지를 위해 물리적 위험성을 경고하고 위치를 식별하기 위한 특정 분야에서 주로 선호하는 색상이다. 현재 개발된 주황색 무기 안료는 납과 크롬과 같은 중금속을 함유하고 있기 때문에 이를 대체할 수 있는 친환경적인 무기 안료에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 TiO₂-SnO-ZnO계 조성을 이용하여 친환경적인 새로운 주황 무기 안료를 개발하고자 하였다. 고상반응법을 이용하여 물질을 합성하여 환원 분위기로 900°C에서 시간별로 열처리 후, 안료의 색도와 결정상, 각 원소별 산화 상태 등을 분석하였다. 6시간동안 열처리한 안료의 색도는 L* 37.48, a* 19.32, b* 34.04로 yellow에서 orange-red 사이의 색을 가진다. 이러한 안료의 결정상 분석 결과, 5가지의 결정상이 혼재하는 것을 볼 수 있는데, SnO₂가 cubic과 tetragonal 구조 중 어떤 결정 구조를 가지는지가 발색의 가장 중요한 요인으로 작용하는 것을 확인하였다. XPS 분석을 통하여 각 원소들의 산화상태를 분석하기 위해 각 Curve의 면적을 상대적인 비율로 계산한 결과, Sn²⁺의 비율이 낮고 Sn⁴⁺의 비율이 증가할수록 a* 값과 b* 값이 증가하는 것이 관찰되었다. Sn⁴⁺의 비율이 높을수록 안료가 rYR에 가까운 색을 가지는 것을 볼 수 있는데, Sn의 산화 상태가 a*, b* 값에 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다.

G9-7 Effect of Flash Sintering Temperature and Atmosphere on the Densification of Hydroxyapatite

플래쉬 소결 온도와 분위기가 하이드록시아파타이트의 치밀화에 미치는 영향

김주성*. 영남대학교

1. METHODS

The flash sintering technique densifies the ceramics in just a few seconds even in the pressure-less condition. Additionally, this method effectively lowers the sintering temperature and holding time to obtain the fully densified ceramics.

In the current study, bar shaped hydroxyapatite (HA) specimen was hanged between two Pt electrodes and consolidated by applying direct electric field (from 0 to 2000 V) at 1000, 1100 and 1200°C, respectively, in air, oxygen, vacuum, argon and helium.

2. RESULTS

The electric field required for flashing event, which is the onset of sintering voltages decreased with increasing furnace temperature. The HA samples flash-sintered in inert gases (He, Ar) showed the higher densification and smaller grain size than those in air and O₂. At the fully densified samples, the grains size in the flash sintered HA was significantly smaller than that in the conventionally sintered sample.

3. DISCUSSION

The sintering temperature and holding time can be lowered by applying both heat and electric field for the densification of ceramics. In the conventional sintering, a long holding time required at a sintering temperature causes the grain growth and phase dissociation of HA. Current flash sintering study revealed that the flash sintering is very useful method to suppress the grain growth and phase dissociation of HA, as well as reducing sintering temperature and holding time for densification.

G9-8 Effect of Glaze Composition on the Mechanical Properties of Chemically Strengthened Bone China

유약 조성이 화학 강화된 본차이나 도자기의 기계적 물성에 미치는 영향

최재호¹*, 박형빈¹, 김형준¹, 김기수², 한윤수¹. ¹한국세라믹기술원, ²한국도자기

상용 본차이나 표면의 기계적 물성을 향상시키기 위해 여러 가지 유약 조성에 대해 화학강화 공정을 적용하였다. K⁺ 이온치환에 적합한 유약 조성 설계를 위해, 상용 본차이나 유약의 기본 조성에서 Na₂O와 결합하여 tetra-borate 구조를 형성하는 B₂O₃를 전부 Na₂O로 치환하였고, K⁺ 이온치환이 용이하도록 Li⁺과 같은 이온반경이 작은 알칼리 이온을 Na₂O 성분으로 치환하였다. 또한, Aluminosilicate 구조로 유리 자체의 강한 결합력과 K⁺ 이온과 치환에 용이한 Na⁺이 다량 함유된 NAS계 유리조성을 사용하였다. KNO₃ 용융염 내의 K⁺ 이온과 유약층에 존재하는 Na⁺ 이온을 효과적으로 치환하기 위해, 열처리 온도는 400~550°C의 영역에서 진행하였고, 열처리 시간은 4~16시간으로 진행하였다. 유약 조성에 따른 화학강화 효과는 경도, 내스크래치도, 이온치환깊이, 표면잔류응력 등의 관점에서 상용 본차이나의 유약과 비교 평가하였다.

SS1-1 Manufacturing of Intelligent Magnesia-based Refractories with Improved Corrosion Resistance

Jacek Szczerba*, Dominika Madej, Ilona Jastrzębska, Ryszard Prorok,

Edyta Śnieżek. *AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics, Department of Ceramics and Refractory Materials, 30 Mickiewicza Av., 30-059, Krakow, Poland*

Magnesia-based refractories are widely used in various industries. The cement industry, where the conditions of their work in the high temperature zone of the furnace are difficult, deserves to special attention. Corrosion of the refractories is mainly related to chemical reactions between lining, the charge and the working environment. Wear processes of refractory are deepen by mechanical loads, abrasion and aggressive substances introduced with alternative fuels. Improvement of corrosion resistance of magnesia-based refractories can be obtained by forming, in a controlled way, the preferred zone in the material. This can be achieved by appropriate use of additives, which in the working conditions will form new phases and increase viscosity of the liquid phase. The CaO-MgO-Al₂O₃-ZrO₂ tetrahedron system is important for design of magnesia-based refractories. Grain size distributions and thermal expansion coefficients of each components should be also considered.

The present work discusses the controlled introduction of additives to magnesia-based refractories, which react and crystallize preventing further penetration of the liquid phase. Therefore, the material has self-defense.

The work was partly financially supported by the statutory funds of the Faculty of Materials Science and Ceramics under grant no. 11.11.160.617.

SS1-2 Improvement of Densification Uniformity in Carbon/Silicon Carbide Composites by Chemical Vapor Infiltration

Kyoon Choi^{*}, Jin-Won Seo¹, Kyung-Mi Kim^{1,2}, Jong-Heun Lee². ¹*Icheon Branch, Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology, Korea*, ²*Dept. of Mater. Sci. & Eng., Korea University, Korea*

Ceramic matrix composites (CMCs) have attracted lots of attentions due to their increased fracture toughness, elongation and thermal shock resistance, which results in wide applications under extreme environmental conditions. The silicon carbide-based CMCs can be commercially produced by silicon infiltration, precursor infiltration pyrolysis (PIP), chemical vapor infiltration (CVI) and their combined (or repeated) processes. The CVI process is carried out by chemical deposition of reactive gaseous species into porous fiber preforms. As a carbon fiber preform is exposed to a mixture of hydrogen and methyl-trichlorosilane (MTS) at elevated temperature around 1000 degree Celsius, silicon carbide is deposited in between the carbon fibers by decomposition of MTS. After CVI process, pores still exist partially in the preform. Distribution of the remained pores varies with the infiltration depth of precursor gas that is related to the gas flow and the temperature distribution of the preform. Improvement of densification uniformity of the preform is the main purpose of this work. The optimum condition for densification was predicted with CFD simulation and the resultant microstructure of CMC was demonstrated.

SS1-3 Composites in the γ -alon/hexagonal Boron Nitride System with Anisotropic Properties

Agnieszka Wilk, Mirosław M. Bućko^{*}. *AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics, Department of Ceramics and Refractory Materials, 30 Mickiewicza Av., 30-059, Krakow, Poland*

Structure of hexagonal boron nitride (h-BN) consist of hexagonal layers with strong covalent bonds and weak van der Waals bonds between them. Such specific structure and usually plate-like grains cause anisotropic properties of h-BN based materials. The aim of the present work was preparation of composites in the aluminium oxynitride - hexagonal boron nitride system with anisotropic properties. SHS technique was used to obtain complex powders with both phases synthesized *in situ*. Mixtures of aluminium, aluminium oxide and different amount of boron were combusted in nitrogen and the powders were hot-pressed. The h-BN grains in the composites show plate-like shapes and crystallographic orientation. The specific microstructure and texture result in anisotropy of thermal properties; thermal conductivity was few times higher in the direction perpendicular to hot-pressing force and parallel to the longer diameter of h-BN grains. The texture effect is more significant than the effect of the h-BN content.

The work was financially supported by the statutory funds of the Faculty of Materials Science and Ceramics under grant no. 11.11.160.617.

SS1-4 Effect of Rare-earth Oxides on the Nitridation Process of Silicon

Ha-Neul Kim^{*}, Yinsheng Li, Mi-Ju Kim, Jin-Myung Kim, Young-Jo Park, Jae-Woong Ko. *Engineering Ceramics Research Group, Korea Institute of Materials Science, Korea*

The effect of rare earth oxides on the characteristics of sintered reaction bonded silicon nitride (SRBSN) was investigated. Three types of raw Si powder mixtures containing different rare earth oxide (La₂O₃, Er₂O₃, and Yb₂O₃) were prepared and nitrided in the form of compacts. The nitriding profiles of the respective raw powder mixtures with elevating temperature indicated that Yb₂O₃ clearly promoted the nitridation of Si compacts at low temperature compared with other rare earth oxides, and β -Si₃N₄ ratio after completion of nitriding reaction was different at which temperature the major nitridation. Yb₂O₃ was found to be the most effective additive to achieve a strong porous SRBSN after post-sintering in the range from 1600°C to 1750°C under 0.1 MPa N₂ atmosphere. The reason why Yb₂O₃ promotes the nitridation reaction and has excellent mechanical properties after sintering is that oxygen is removed during the nitriding reaction, which is believed to be attributable to the formation of divalent cationic compounds like YbO as a transient phase.

SS1-5 Ceramic Materials - New Medical Solutions

Magdalena Ziabka^{*}. *AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics, Department of Ceramics and Refractory Materials, 30 Mickiewicza Av., 30-059, Krakow, Poland*

Among the implant materials ceramic ones play a very significant role. Specifically designed and obtained ceramics dedicated to repairing and reconstructing ill, eroded or worn-out tissue is called bioceramics. Considering the implant/tissue interaction bioceramic

materials can be divided into three groups: inert, bioactive and resorbable. Inert materials tend to form a nonadjacent fibrous tissue separating the implant from the host. Bioactive materials create a strong bonding between the implant and the tissue. In the case of resorbable materials the tissue is replaced by an implant imitating its function. Ceramics are characterized by high compressive strength and abrasion resistance, as compared to other biomaterials. Bioceramics is also endowed with sufficient biocompatibility, resistance to corrosion in the tissue environment and the possibility of sterilization with no changes noted in the material properties. Ceramic implants are still popular in many fields of medicine, e.g. maxillo-facial surgery, dentistry, laryngology, orthopedics and tissue engineering.

The work is financially supported by The National Center of Research and Development, No: LIDER/154/L-6/14/NCBR/2015.

SS1-6 Brushite Bone Cement with Granulated Calcium Phosphates
Kyung-Sik Oh*. *School of Advanced Materials Engineering, Andong National University, Korea*

Brushite bone cement is unique due to the ultimate degradation after implantation in the skeletal tissue. It is essential for the bone cement to have appropriate setting properties such as proper setting time and mild temperature rise. In addition, a drug releasing capability is also required like many other medical implants for future cement. The various properties of cement can be enhanced through the smart processing of the reactants powder. In this work, the effects of the granulating reactants powder such as tricalcium phosphate was explored in the aspects of drug release, load bearing, and setting properties. Gentamicin sulfate was introduced as a drug, as the antibiotics is essential after surgery to suppress inflammation. The bone cement was designed to release sufficient amount of antibiotics greater than minimum inhibitory concentration for a sufficient time corresponding to the period of oral prescription.

SS1-7 Spinel Coatings Deposited Electrophoretically on Ferritic Stainless Steel Designed for Application in Solid Oxide Fuel Cell Interconnects

Tomasz Brylewski*. *AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics, Department of Physical Chemistry and Modelling, 30 Mickiewicza Av., 30-059, Krakow, Poland*

The components that provide structural support in stacks of intermediate-temperature solid oxide fuel cells (IT-SOFCs) – the type of fuel cells designed for application at temperatures of 873-1073 K – are the housing and the interconnect. Ferritic stainless steel (FSS) is the material used to manufacture both of these components. One of the issues frequently encountered during IT-SOFC operation is an exceedingly high increase in internal resistance, which is caused by two phenomena – the growth of a Cr_2O_3 scale on the steel and Cr vaporization. Their impact can be limited by applying electrophoresis to deposit a protective-conducting $(\text{Mn},\text{Co})_3\text{O}_4$ spinel coating on the surface of the steel. The application of this method in conjunction with the appropriate thermal treatment makes it possible to manufacture multilayer composite systems, which not only ensure that the

interconnect/layer system exhibits high electrical conductivity, but also increase the oxidation resistance of an FSS in air atmospheres, i.e. in conditions reflecting the cathode side of IT-SOFCs during operation.

SS1-8 Enhancement in the Long Term Stability of Ni-YSZ Anodes Used for SOFCs by Employing Various Sintering Inhibitors and Infiltrated Transition Metal Particles

Seung-Bok Lee*, Muhammad Shirjeel Khan, Jong-Won Lee, Tak-Hyoung Lim, Seok-Joo Park, Jong-Eun Hong, Rak-Hyun Song. *Fuel Cell Research Center, Korea Institute of Energy Research, Korea*
Evaporation of Ni in the form of Nickel Hydroxide ($\text{Ni}(\text{OH})_2$) in Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) anodes (Ni-YSZ) is one of the major causes of anode degradation. We employed transition metals such as Fe, Cr and Co which can act as sacrificial anodes for Ni, because of their lower Gibbs Free Energy values for the formation of their corresponding volatile hydroxides as compared to $\text{Ni}(\text{OH})_2$. The transition metals were added to porous Ni-YSZ anode scaffold by infiltration method. Nano-sized particles were sporadically dispersed on the Ni-YSZ surface, confirmed by Scanning Electron Microscopy (SEM). X-Ray Diffraction (XRD) patterns show a very good chemical compatibility between the added metals and Ni-YSZ anodes. Symmetric cells were then prepared and the Area-Specific Resistance (ASR) was monitored at 1000°C, with a fuel gas containing 25 vol.% H_2 , 75 vol.% N_2 , for more than 250 h. To control accelerated evaporation condition of anode, relative humidity in anode gas was fixed at 12%. The difference in the amount of the added metal before and after long-term test was determined by EDS analysis. Change in the grain size distribution of Ni particles and Triple Phase Boundary (TPB) density, before and after long term test were calculated by image analysis. Well defined relations were obtained among ASR change rate determined from electrochemical measurements and grain size distribution, TPB density change rate calculated from image analysis.

SS1-9 Functional Layers of Black Glasses on Titanium Substrate
Maciej Sitarz*. *AGH University of Science and Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics, Department of Silicate Chemistry and Macromolecular Compounds, 30 Mickiewicza Av., 30-059, Krakow, Poland*

Black glasses are materials of amorphous silica structure, in which two O^{2-} ions are substituted by one C^{4-} anion. This results in increase of mechanical strength, thermal stability, electrical, oxidation and chemical resistance of the glass. It is expected that all the basic properties of glasses will be improved as the amount of carbon incorporated into the glass structure increases. Thus, by controlling the amount of introduced carbon ions we can control the properties of glasses.

Layers of SiOC glasses on titanium substrate were prepared by pyrolysis of ladder-like silsesquioxanes gels received by sol-gel method. The use of ladder-like silsesquioxanes, allows to control the amount of C ions introduced into the glass structure.

The functionality of the obtained layers was determined by microscopic studies (SEM, AFM, Confocal) and by tests of: corrosion, bioactivity and tribological properties.

The study showed that, depending on the precursors used, we are able control properties of the obtained layers, and thus change their functionality.

This work has been supported by the National Science Centre, Poland under project “Functional layers of black glasses based on ladder-like silsesquioxanes” - 2014/15/B/ST8/02827.

SS1-10 Laser Annealing Process; Unleashing the Full Potential of Magnetoelectric Coupling in Film Heterostructures

Jungho Ryu*. *Functional Ceramics Group, Korea Institute of Materials Science, Korea*

Magnetoelectric (ME) coupling facilitates the magnetic field control of electric polarization or vice versa. This product properties between piezoelectric and magnetostrictive natures are attractive for potential applications in sensors, transducers, energy harvesters, and etc. Film based ME composites consist of piezoelectric (typically PZT) and magnetostrictive layers are highly desired especially for applications in integrated magnetic/electric devices. The thermal processing, necessary to obtain high quality PZT films with superior functional properties, unavoidably leads to surface oxidation and crystallization of amorphous magnetostrictive metal substrate, and also chemical interdiffusion between two phases. This will deteriorate both of their properties and eventually degrade the ME coupling. Using granule spray in vacuum process (GSV), PZT thick film was deposited on magnetostrictive amorphous metal (Metglas) substrate. The PZT film was annealed with a continuous-wave 560 nm laser radiation to minimize deteriorative effects of general thermal process, such as chemical reaction and/or atomic diffusion, at the interface and crystallization of amorphous Metglas substrate. we have accomplished near-theoretical magnetoelectric performance in laser annealed PZT/Metglas film composites. The PZT films having different thicknesses were deposited on Metglas substrate using GSV deposition technique and annealed with a continuous-wave 560 nm Ytterbium fiber laser radiation. The thickness dependent dielectric, ferroelectric, and magnetoelectric (ME) properties of the PZT/Metglas composites were found to be related to the corresponding changes in the optical band gap, annealing behavior and crystallization characteristics of the PZT films. We obtained an outstanding ME output of 7 V/cm·Oe at an optimum PZT thickness of 6 μm on the Metglas substrate. This ME output value is identical to the theoretically predicted ME response in the PZT/Metglas system. Our results suggest that efficient strain transfer facilitated by the favorable interfacial structure of the PZT/Metglas, electrical properties of PZT stimulated due to its improved crystallinity by laser annealing, and optimum volume of the active crystalline PZT phase relative to that of Metglas had a synergic effect on enhancing the ME coupling of the PZT/Metglas composites.

SS1-11 Colloidal Chemistry in Processing of Functional Ceramics and Composites

Mikolaj Szafran*. *Warsaw University of Technology, Faculty of Chemistry, Department of Chemical Technology, Noakowskiego 3, 00-664 Warsaw, Poland*

Colloidal processes are recently willingly applied in fabrication of high-quality ceramic elements and composite materials. These methods are used in fabrication of ceramic materials for different applications, e.g. ceramic engineering, electronics, biomaterials.

Colloidal processes of ceramics and composites require new, effectively working processing agents like deflocculants, binders, organic monomers, etc. The results of studies on the application of new water dispersible binders such as poly(acrylic-styrene), poly(acrylic-allyl) for die pressing and tape casting of Al_2O_3 ceramics will be presented.

The author will present also the synthesis and application of new organic compounds based on glycerol and saccharides. The synthesized compounds are: glycerol monoacrylate, 3-O-acryloyl-D-glucose, 1-O-acryloyl-D-fructose and 6-O-acryloyl-D-galactose. The research showed that the synthesized compounds could play multifunctional role in gelcasting of ceramic powders. The role of the colloidal chemistry in ceramics will be discussed on the basis of ceramic-polymer composites designed for the electronic devices working at the sub-THz frequencies as well as ceramic-metal composites.

This work has been financially supported by the Warsaw University of Technology.

SS1-12 Resistive Switching Memory Integrated with Nanogenerator for Self-powered Bio-implantable Devices

Bo-Yun Kim¹, Woong-Hee Lee², Hyun-Gyu Hwang¹, Jeong-Hun Kim¹, and Sahn Nahm^{1,2*}. ¹*Nano-Bio-Information-Technology, KU-KIST Graduate School of Converging Science and Technology, Korea University, Korea*, ²*Department of Materials Science and Engineering, Korea University, Korea*

Resistive random access memory (ReRAM) devices powered by piezoelectric nanogenerators (NGs) have been investigated for their application to future implantable biomedical devices. Biocompatible ($\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{NbO}_3$ (NKN) films that are grown at 300°C on $\text{TiN}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ and flexible $\text{TiN}/\text{Polyimide}$ (TiN-PI) substrates are used for ReRAM and NGs, respectively. These NKN films have an amorphous phase containing NKN nanocrystals with a size of 5.0 nm. NKN ReRAM devices exhibit typical bipolar switching behavior that can be explained by the formation and rupture of oxygen-vacancy filaments. They have good ReRAM properties such as a large ratio of R_{HRS} to R_{LRS} as well as high reliability. The NKN film grown on flexible TiN-PI substrate exhibits a high piezoelectric strain constant of 50 pm/V. The NKN NG has a large open-circuit output voltage of 2.0 V and a short-circuit output current of 40 nA, which are sufficient to drive NKN ReRAM devices. Stable switching properties with a large ON/OFF ratio of 10^2 are obtained from NKN ReRAM driven by NKN NG.

포스터 발표 I

2017년 4월 19일(수)

P1-G1-1 Optical and Electrochemical Properties of WO_x and NiW_yO_z Layers in Electrochromic Device with Various Preservation Conditions

산화 니켈과 산화 텅스텐 박막의 보관 조건에 따른 전기변색 소자의 광학적, 전기화학적 특성 변화

이도현*, 김예경, 서진우, 김형근. 전자부품연구원

전기변색 소자에서 변색 박막으로 사용되는 산화 텅스텐(WO_x)과 산화 니켈(NiW_yO_z)은 인가 전압에 의해 전해질과의 이온 교환으로 투과도가 변하는 특성을 나타낸다. 이들 산화 박막의 전기화학 반응에 의한 광학적 특성 변화는 인가 전압, 전해질 종류, 박막의 상태 등 다양한 인자의 영향을 받는다. 본 연구에서는 특히 보관 조건이 변색 성능에 미치는 영향을 연구하였다. 각각 glass/ITO/ WO_x 와 glass/ITO/ NiW_yO_z half-cell을 햇빛에의 노출 여부와 대기에서의 노출 여부에 따라 보관 조건을 네 가지로 구분하고 시간에 따른 박막의 광학적, 전기화학적, 전기 변색 성능 변화를 관찰하였다. 각 보관 조건에서 날짜에 따른 투과도 변화를 측정하고 half-cell, full-cell에서의 사이클 운전을 통해 전기변색 성능을 확인하였다. 또한, 순환 전류-전압 곡선, 전하 밀도 등의 전기화학 분석을 통해 부반응과 메모리 손실의 원인 등을 분석하였다. 장기 보관된 셀의 경우 공기와의 접촉 여부가 셀 성능에 더 중요한 영향을 미쳤으며 half-cell보다 full-cell 사이클 운전에서 그 영향이 두드러졌다.

P1-G1-2 Electrical Properties of Manganite-based Thin Films 망가나이트 기반 박막의 전기적 특성

전창준*, 최용호, 정영훈, 윤지선, 박운익, 백종후, 홍연우, 조정호. 한국세라믹기술원

The thin films of manganite with nickel and copper were prepared by the metal organic decomposition to develop new thermal imaging materials applicable to microbolometer. The effects of structural characteristics on the electrical properties of the annealed films were investigated. The thin films with thickness below 100 nm and good morphology were obtained for the films annealed at 400°C for 1 h. A single phase of cubic spinel structure was confirmed in all of the compositions. The resistivity (ρ) of the annealed films could be explained by the electron hopping mechanism. The temperature coefficient of resistance (TCR) was improved by the control of Ni and Cu amounts. Good electrical properties with values of $\rho = 19 \Omega\text{-cm}$ and $\text{TCR} = -2.17\%/K$ at 25°C were obtained in $[(\text{Ni}_{0.1}\text{Mn}_{0.9})_{0.8}\text{Cu}_{0.2}]_3\text{O}_4$ films annealed at 400°C for 1 h.

P1-G1-3 Effect of Cu Substitution on Electrical Properties of $[(\text{Ni}_{0.3}\text{Mn}_{0.7})_{1-x}\text{Cu}_x]_3\text{O}_4$ Thin Films

$[(\text{Ni}_{0.3}\text{Mn}_{0.7})_{1-x}\text{Cu}_x]_3\text{O}_4$ 박막의 전기적 특성에 미치는 Cu 치환의 영향
전창준*, 최용호, 정영훈, 윤지선, 박운익, 백종후, 홍연우, 조정호. 한국세라믹기술원

The electrical properties of $[(\text{Ni}_{0.3}\text{Mn}_{0.7})_{1-x}\text{Cu}_x]_3\text{O}_4$ ($0.22 \leq x \leq 0.3$) thin films prepared by the metal organic decomposition were investigated as a function of Cu content (x). A single phase with cubic spinel structure was detected for the films annealed at 400°C for 1 h. The annealed films showed a negative temperature coefficient of resistance (NTCR) characteristics. With increasing Cu content (x), the resistivity (ρ) and TCR of the annealed films decreased. These results could be attributed to the increase of $\text{Cu}^{1+} / \text{Cu}^{2+}$. The microstructure of the annealed films was not affected by the Cu content (x). Typically,

ρ of 26 $\Omega\text{-cm}$ and $\text{TCR} = -1.8\%/K$ at room temperature were obtained for $x = 0.26$ films annealed at 400°C for 1 h.

P1-G1-4 발표취소

P1-G1-5 Plasmonic-Phosphor Layers on a ZnO Nanorod-Array for White Light-Emitting Diodes

백색 발광다이오드를 위한 ZnO 나노로드 위에 형성된 플라즈모닉 형광체 층

장진우*, 권오현, 이태현, 김유리, 조용수. 연세대학교

A novel remote phosphor approach is introduced here to enhance luminescence properties by combining a waveguiding ZnO-based nanostructure with plasmonic Au nanoparticles. The system is based on a micro-scale yellow phosphor layer printed onto an Au nanoparticle-dispersed ZnO nanorod array. This structure induces a substantial enhancement in luminous efficacy of ~19% due to the combined waveguide effects with Au-plasmonic effects. The length of the Zn nanorods and the concentration of Au are varied for optimal luminescence performance. A promising efficiency of ~84.26 lm/W is achieved for a silicate phosphor-converted LED consisting of long ZnO nanorods with a proper concentration of Au.

P1-G1-6 Rapid Pattern Generation of Si-containing Block Copolymers Using Binary Solvent Mixtures

이성분 혼합용매를 이용한 실리콘을 포함하는 블록공중합체의 빠른 패턴 형성 방법

최영중*, 박태완, 정영훈, 백종후, 조정호, 박운익. 한국세라믹기술원

Templated self-assembly of block copolymers (BCPs) has garnered considerable attention because it can effectively self-assemble into periodic patterns with a small feature size (5 - 50 nm). However, there are critical issues to realize rapid pattern formation of BCPs with a high Flory-Huggins interaction parameter (χ) for electronic device applications. To solve the problem, we employed binary solvent-vapor-annealing system for poly(styrene-*b*-dimethylsiloxane) (PS-*b*-PDMS) BCPs with high- χ . We systemically investigated effects of mixed solvent consisted of PS-preferential solvent (toluene) and PDMS-preferential solvent (heptane) on BCP self-assembly kinetics. We successfully found the optimum mixing ratio for varied silicon-based BCPs with different molecular weights (MWs) and volume fraction (f_{PDMS}), inducing ultra-fast pattern formation within 5 min to generate periodic silicon oxide nanostructures. Furthermore, highly ordered sub-20 nm silicon oxide patterns were accomplished within 10 seconds in the narrow trench (line width: ~200 nm) using binary-solvent-annealing system. We believe that these results which are extendable for the other BCPs and mixed solvents systems can contribute to improving advanced nanotechnology.

P1-G1-7 Piezoelectric Properties of 0.77($\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}$) TiO_3 -0.23Sr($\text{Ti}_{1-x}\text{Sc}_x$) O_3 Lead-free Ceramics

0.77 $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ -0.23Sr($\text{Ti}_{1-x}\text{Sc}_x$) O_3 비납계 세라믹스의 압전특성

김성원^{1*}, 윤지선¹, 정영훈¹, 백종후¹, 백운규², 조정호¹. ¹한국세라믹기술원, ²한양대학교

Effect of non-stoichiometric substitution on the piezoelectric properties of 0.77($\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}$) TiO_3 -0.23Sr($\text{Ti}_{1-x}\text{Sc}_x$) O_3 ($x = 0, 0.02, 0.04$) lead free

ceramics was investigated. From the X-ray diffraction patterns, it was confirmed that all compositions have a single perovskite structure without any secondary phases. However, the unit-cell volume and crystal system of the sintered specimens were changed with the substitution of Sc^{3+} for Ti^{4+} due to the difference of ionic size and valence between Ti^{4+} (0.605 Å) and Sc^{3+} (0.745 Å) at coordination number of 6. With increasing Sc content (x), the remanent polarization of the sintered specimens decreased, while the electric-field-induced strain increased. These results could be attributed to the destabilization of ferroelectric order. A large unipolar strain of 0.12% ($S_{\text{max}}/E_{\text{max}} = 600 \text{ pm/V}$ at 2 kV/mm) was obtained for $0.77(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ - $0.23\text{Sr}(\text{Ti}_{0.98}\text{Sc}_{0.02})\text{O}_3$ ceramics, which could be applicable to the piezoelectric actuators.

P1-G1-8 Optimization of the Electrode Design for Low-E-based Heating Glass

발열 성능 개선을 위한 Low-E 기반 투명 다층박막의 전극 최적설계
홍경표^{1*}, 김예경¹, 정명희¹, 최재봉², 장세홍¹, 김형근¹. ¹전자부품연구원, ²성균관대학교

스마트 창호 중의 하나인 발열유리(heating glass)는 겨울철 성에 제거를 통한 운전자 시야 확보 및 에너지 효율 개선이 가능하기 때문에, 국내외에서 꾸준한 연구가 진행되고 있다. 발열 기능은 스마트 창호에 전압이 인가되었을 때, 줄의 법칙(Joule's law)에 의하여 전기에너지가 열에너지로 변환되는 원리를 이용하여 유리의 면상에서 열이 발생하도록 한다. 본 연구에서 진행 중인 스마트 창호는 triple silver Low-E 구조로 발열이 가능한 3층의 silver층이 다층 박막 내부에 존재하며, 이러한 다층 발열 구조를 이용하여 발열 효율을 향상시키고자 하였다. 또한, 발열 유리에 전기에너지를 인가하기 위하여 형성하는 전극의 형상과 배치에 따라 창호에 발생하는 전기장 분포와 발열 특성에 차이가 있는데, 스마트 창호의 에너지 효율 개선 및 안정성 확보를 위하여 전극의 형상 및 배치를 3차원 유한요소해석을 통하여 최적화 하였다. 전기장 해석을 통하여 전극의 형상과 배치에 따라 창호에 발생하는 전기장 패턴을 확인하였으며, 전기-열 연성해석을 통하여 발열 특성을 분석하였다. 최종적으로 전기장 해석 및 열 해석 결과를 종합하여 최적의 발열 성능을 발휘 할 수 있는 전극부 형상 및 배치를 제안한다.

P1-G1-9 Investigation of High-mobility Tungsten-doped Indium Oxide as Transparent-electrode for Organic Solar Cells via Polymer Assisted Solution Process

안태규*, 박철, 김지훈. 공주대학교

In this paper, we report the preparation and evaluation of tungsten-doped indium oxide (WIO) transparent conducting oxide films by a polymer-assisted solution (PAS) process. Both W- and In-PASs have been formulated by coordinating W- and In-anionic complexes with polyethyleneimine. The final WIO- PAS was formed by mixing W-PAS into In-PAS with a W- concentration between 1 at.% and 5 at.%. The WIO-PAS was spin coated onto glass substrate to form uniform thin film of W-doped Indium oxide, which annealed at high temperature. The optimum W concentration to achieve the best electrical properties of PAS-WIO films was found to be 3 at.% with the film thickness 70 nm, PAS-WIO film had a carrier concentration of $2.54 \times 10^{20} \text{ \#}/\text{cm}^3$ and hall mobility of $33.31 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ and resistivity of $7.38 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$. The Film were prepared multi layers by repeated spin coating step with the thickness of 210 nm and sheet resistance

of $45 \Omega/\text{sq}$. The feasibility of PAS-coated WIO thin film as a transparent electrode was evaluated by applying it to the fabrication of Organic solar cells.

P1-G1-10 Mn-doped and Undoped ZnO based Resistive Random Access Memory (RRAM) by Polymer Assisted Solution Process

Polymer Assisted Solution 공정을 이용한 Mn doped ZnO와 undoped ZnO의 Resistive Random Access Memory (RRAM)

양지연*, 김지훈. 공주대학교

We successfully fabricated Mn-doped and undoped ZnO based resistive random access memory (RRAM) Ag/Mn-doped and undoped ZnO/ITO devices by polymer assisted solution process (PAS). Mn-doped and undoped ZnO layer in the memory device were spin-coated with polymer assisted solution (PAS), both Mn- and Zn-PASs have been formulated by coordinating Mn- and Zn- anionic complexes with polyethyleneimine and EDTA. These ReRAM with the Mn-doped ZnO solid electrolyte demonstrated bipolar resistive-switching behaviour with a reasonable memory window wider than 10, cycle endurance over 500 cycles, and retention time longer than 10^4 s . These devices also lead to application potentials for Future non-volatile memory devices.

P1-G1-11 The Densification of Bi-Te Thermoelectric Material by Rapid Sintering and their Thermoelectric Properties

급속소결법을 이용한 Bi-Te계 열전소재의 치밀화와 열전특성

이창현^{1*}, 신효준², 여동훈², 남산¹. ¹고려대학교, ²한국세라믹기술원
친환경 소자인 열전소자는 버려지는 열 에너지를 전기에너지로 또는 전기에너지를 열 에너지로 전환 시켜주는 소자이다. 대표적 열전소재인 Bi_2Te_3 는 주로 zone melting법을 이용하여 단결정 잉곳으로 성장시킨 후 소재의 크기에 맞게 절단하는 공정을 거쳐 제조된다. 이러한 제조공정 및 가공 과정에서 재료 손실율이 약 65% 이상으로 매우 크며, 기계가공에 따른 불량 발생을 또한 높다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 원료 powder를 합성하고 이를 이용하여 소결함으로써 가공 손실과 불량율을 획기적으로 줄이기 위한 연구가 많이 이루어져 왔다. 하지만 Bi-Te계 열전소재 powder는 상압 소결로를 이용하여 소결 시 밀도가 90% 이하로 치밀화가 충분히 이루어지지 않는 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 SPS(Spark Plasma Sintering)법, hot press법 등 많은 연구가 이루어져 왔지만 양산에 적용하기에는 공정비용이 상대적으로 비싸고 후가공 비용이 높다는 단점을 갖는다. 따라서 본 연구에서는 Bi-Te계 열전소재 powder를 mechanochemical법으로 합성 후 tape casting법을 이용하여 sheet로 제조하였으며, 이러한 sheet를 적층 및 절단하여 bulk를 제조하였다. 위의 방법으로 제조한 bulk를 양산을 고려한 rapid sintering process법으로 환원분위기에서 소결하여 고밀도의 열전소재를 제조하고자 하였다. 또한 Bi-Te계 열전소재에 Se를 치환하여 n-type 열전소재인 $\text{Bi}_2\text{Se}_x\text{Te}_{(3-x)}$ 를 제조하고 열전특성을 관찰하고자 하였다.

P1-G1-12 New Melilite Phosphor: Structural and Spectroscopic Analysis for Application in White LEDs

새로운 메릴라이트 형광체의 구조 및 분광학적 분석

김하준*, Sanjith Unithrattil, 김원화, 임원빈. 전남대학교

A series of new Eu^{2+} -activated melilite-structured phosphor compounds was developed through solid state reactions. The structural and spectroscopic properties of the phosphor were analyzed; all phosphors

showed emissions in the blue to green regions of visible light. All developed compounds showed asymmetric broad-bands with shoulders on the lower-energy sides. The spectroscopic parameters of Eu^{2+} emission in the host compound were estimated and their correlation with the chemical composition of the phosphor was verified. The luminescence mechanism in the phosphors was analyzed through luminescence decay measurements. The broad emission band in the developed compound, due to transitions in the $4f^65d-4f$ levels of Eu^{2+} , was found to be ideal for application in the solid-state lighting devices. The feasibility of the compound as a potential white LED phosphor was demonstrated by fabricating a white LED with excellent emission properties.

P1-G1-13 Study of Inorganic - Organic Halide Perovskite Quantum Dots by Surfactant and Sensitizer

유무기 페로브스카이트 양자점의 합성 및 특성

길경훈*, 임원빈, Paularj Arunkumar, 원섭. 전남대학교

Colloidal quantum dots (QDs) are the next generation optoelectronic materials with color-tunable, narrow band, and high photoluminescence quantum yields (PLQYs). Inorganic-organic halide perovskites ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$, where $\text{X} = \text{Cl, Br, I}$) have attracted a great deal of attention because of their high performance in the solar energy conversion devices and interesting excited-state dynamics. Due to their size-tunable optical band-gaps, extensive absorption spectrum (400 - 800 nm), narrow emission (FWHM ~20 nm), and extraordinary charge-transport properties.

In this study, we investigate the role of amine-based surfactant and transition metal ion doping on the optical properties of inorganic-organic halide perovskite QDs. QDs were synthesized through a ligand-assisted reprecipitation (LARP) technique, which is convenient and versatile for the fabrication of inorganic-organic halide QDs at room temperature in shorter duration. LARP method involves the mixing of precursors in polar solvent such as N,N-dimethylformamide, dimethyl sulfoxide, and disperse the precursor in nonpolar solvent such as toluene, hexane which simultaneously form the colloidal QDs.

P1-G1-14 Effect of Oxygen Pressure on Structural and Electrical Properties of $\text{ZnO}:(\text{Al},\text{Sb})$ Thin Films Grown by Pulsed Laser Deposition

Pulsed laser deposition법으로 증착한 $\text{ZnO}:(\text{Al},\text{Sb})$ 박막의 산소 분압에 따른 구조적, 전기적 특성

구한솔*, 김정주, 이준형, 허영우. 경북대학교

II-VI족 반도체인 ZnO는 LED, LD와 같은 광전소자의 소재로 주목받고 있는 투명전도산화물 중 하나이다. Intrinsic defect로 Zn interstitial, O vacancy를 가지는 ZnO는 기본적으로 n-type conduction을 띠게 된다. ZnO를 이용한 소자의 성능을 향상시키기 위해서는 p-type ZnO에 대한 연구가 필요하다. 1족과 5족의 원소를 도핑하여 p-type ZnO를 제작하고 있지만, self-compensation과 낮은 acceptor solubility로 인해 안정한 p-type ZnO 제작에는 어려움을 겪고 있다.

본 실험에서는 Pulsed Laser Deposition (PLD)으로 $\text{ZnO}:\text{Al}_{0.01}\text{Sb}_{0.02}$ 박막을 제작하였다. acceptor로 사용된 Sb의 고용량을 증가시키기 위해 co-doping법을 이용하였으며, O vacancy와 관련된 self-compensation의 영향을 확인하기 위하여 oxygen pressure를 변화시키면서 박막을 증착하였다. c-plane sapphire를 기판으로 사용하여

500°C의 증착온도에서 oxygen pressure를 1 - 500 mTorr 범위로 바꿔가며 증착하였다. XRD, SEM, Hall measurement, XPS 등을 사용하여 박막의 구조적, 전기적 물성을 관찰하였다.

$\text{ZnO}:\text{Al}_{0.01}\text{Sb}_{0.02}$ 박막은 모든 oxygen pressure에서 (002) preferred orientation으로 성장하였다. Hall measurement를 이용하여 전기적 특성을 측정한 결과, 1 - 60 mTorr의 oxygen pressure에서는 n-type conduction을 나타냈으나 100 mTorr 이상의 oxygen pressure에서는 p-type conduction을 나타냈다. XPS를 이용하여 Sb의 bonding state를 관찰해보았을 때, n-type conduction을 나타내는 1 mTorr에서는 Sb^{3+} 가, p-type conduction을 나타내는 200, 500 mTorr에서는 Sb^{5+} 가 더 우세한 것을 볼 수 있었다.

P1-G1-15 Synthesis of $\text{TiO}_2/\text{In}_2\text{O}_3$ Nanotube and Its Sensing Properties towards CO Gas

$\text{TiO}_2/\text{In}_2\text{O}_3$ 나노튜브의 합성 및 CO 가스에 대한 감응 특성

김형호*, 홍성현. 서울대학교

일산화탄소(CO) 가스는 불완전연소의 결과물로, 배기가스, 보일러, 화재 현장, 캠핑장 등 우리 일상 곳곳에서 발생하며, 무색, 무취의 가스로서 인간이 직접 감지하기가 불가능하다. 또한, 단시간에 저농도에만 노출이 되어도 인체의 중추신경계에 큰 손상을 주는 유독성 가스이다. 따라서 저농도 일산화탄소 가스에 대한 감도가 우수하고 반응 및 회복 속도가 빠른 센서의 개발이 필수적이다. 금속 산화물 표면에서의 가스 흡착에 의한 저항 변화를 측정하여 가스를 감지하는 반도체 가스 센서는 반응 속도가 빠를 뿐만 아니라 저렴하며 소형으로 제작이 가능하기 때문에 실생활에서 사용하기 가장 적합하다. 현재까지 금속산화물을 나노 스케일로 합성하여 감도를 증가시키거나 금속 촉매를 이용하여 특정 가스에 대한 반응을 활성화 시켜 특성을 향상시키고자 하는 등의 많은 연구가 존재한다.

본 연구에서는 타 물질에 비해 일산화탄소 가스에 대한 감도가 가장 좋다고 알려진 산화인듐(In_2O_3)을 가스 센서의 소재로 선정하였으며, 전기방사된 PAN 위에 졸겔법으로 간단히 코팅하여 표면적이 큰 1D 나노튜브 구조를 합성하여 표면과 가스의 흡착 반응을 촉진시키고자 하였다. 또한, 산화티타늄(TiO_2)과의 복합재료를 합성하여 계면의 전위 장벽을 변화시키고 전자의 이동을 유도하여 일산화탄소 가스에 대한 감도와 반응 및 회복 속도 등의 감응 특성 향상을 도모하고자 하였다. 측정 결과 센서의 회복 시간이 ~200초에서 ~40초로 크게 감소하는 현상을 관찰하였으며, 이는 전자가 산화인듐에서 산화티타늄으로 이동하여 음으로 대전된 산화티타늄 표면이 공기중에서 산소를 끌어당기는 역할을 하기 때문인 것으로 보인다.

P1-G1-16 Effect of ZnO Buffer Layer on the Structural and Electrical Properties of $\text{ZnO}:\text{Al}$, P Thin Films by RF-magnetron Sputtering

RF-magnetron sputtering법으로 증착한 $\text{ZnO}:\text{Al}$, P 박막의 구조적 전기적 특성에 미치는 ZnO buffer layer의 효과

김창훈*, 김정주, 이준형, 허영우, 신승학. 경북대학교

투명 전도 산화물(Transparent Conducting Oxides: TCOs)로 널리 알려진 ZnO는 wide bandgap(3.37 eV)와 large exciton binding energy(60 meV)값을 갖는다. 또한 ZnO는 제작시의 산소분압, dopant의 제어로 n-type, p-type의 특성을 나타내는 bipolar특성을 가지며 차세대 투명 전도 산화물, 투명 display, solar cell, LED와 LD등에 적용할 수 있는 소재로 각광받고 있다.

ZnO는 Brower diagram으로 보면 산소분압이 낮은 영역에서 주된 defect인 V_O 와 Zn_i 로 인해 n-type 특성을 나타내고, 이러한 native defect를 제어하는 것이 p-type ZnO를 제작하는 것에서 중요한 요점이 된다. 이 때 buffer layer를 사용하는 것이 많은 연구를 통해 제시되었고, buffer layer가 투명 전도 산화물의 p-type 특성을 향상시키는 것으로 알려져 있다. 또한 ZnO는 산소분압이 높은 영역에서는 V_{Zn} 이 주된 defect가 되기 때문에 산소분압에 관련하여 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 RF-magnetron sputtering을 이용하여 c-plane sapphire 기판 위에 다양한 증착온도의 ZnO buffer layer를 증착하고 그 위에 Al:P를 1:4 at% 비율로 co-doping 한 ZnO:Al,P를 증착하였다. ZnO buffer layer를 증착온도에 따라 분석하고, ZnO:Al,P가 어떤 영향을 받는지 관찰하였다. 이러한 박막을 phi-scan, Hall effect, FE-SEM 그리고 FE-TEM 분석을 통해 미세구조와 물성을 관찰하였다. 본 실험을 통해 ZnO buffer layer를 사용하여 결정성을 높이는 것이 p-type 투명 전도 산화물 박막의 특성 향상에 영향을 미치고, 산소분압이 p-type ZnO 박막에 미치는 영향을 확인할 수 있었다.

P1-G1-17 Fabrication of Aluminum Nitride Fibers by Electrospinning Method

전기방사법을 이용한 질화알루미늄 나노파이버 합성

전승엽*, 전명표. 한국세라믹기술원

The fibers of Aluminium Nitride (AlN) were synthesized by electrospinning method using carbothermal reduction and nitridation process. Precursor solution of AlN fibers was processed with two steps. The first solution was made mixing $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ with urea and then Polyvinylpyrrolidone (PVP) was added to the first solution to increase viscosity. Subsequently, the mixed solution was drawn into a plastic syringe with a stainless steel needle, which was connected with 20 kV power supply and used as the spinneret. The high voltage was applied to the solution to electrospin fibrous AlN on the collector. As electrospun fibers were dried at 100°C and then heated at 1400°C in microwave furnace for 1h with N_2 gas constantly flowing for carbothermal reduction and nitridation. XRD and FE-SEM results indicated that the AlN fibers had been successfully synthesized and are about a 100 nm in diameter.

P1-G1-18 Effect of Oxygen-deficiency on the Magnetoelectric Properties of $NiFe_2O_4$ Structures

산소 결핍 $NiFe_2O_4$ 의 자기전기 특성 연구

조재현^{1*}, Haribabu Palneedi², 류정호², 황영훈¹, 조옥¹. ¹UNIST, ²재료연구소

To development of mass-producible magnetoelectric energy harvester, we research about magnetostrictive ceramics co-sinterable with piezoceramics. Ferrites have been attracted considerable attention because of their interesting magnetic and electrical properties with chemical and thermal stabilities. The nickel ferrite ($NiFe_2O_4$, NFO) has extensively studied recently in a variety of applications such as gas sensors, lithium ion batteries. The NFO is basically an inverse spinel, in which the magnetic moment of Fe^{3+} ions residing in the tetrahedral sites are canceled out completely by that of the Fe^{3+} of the equal amount in the octahedral sites. This means that the magnetic moment of NFO comes solely from Ni^{2+} ions in the octahedral sites. Therefore, many studies have been performed to disturb the given

situation. Here we present a way to achieve the goal at a fundamental level by introducing non-stoichiometry into the system, especially by generating oxygen-deficiency. The results and discussion on the current work will be presented.

P1-G1-19 Effect of Binder Burnout in Micro Hole on Zero-Shrinkage Substrate by UV-Laser

무수축 기판 상에 UV 레이저에 의한 미세 홀 가공 시 Binder Burnout 영향

임진현^{1*}, 여동훈¹, 신효준¹, 정대용². ¹한국세라믹기술원, ²인하대학교

반도체 칩이 소형화되고 집적도가 높아짐에 따라 프로브카드에 장착되는 세라믹 가이드 플레이트는 홀 구경과 홀 간격이 점점 좁아지고 있어, 가공비와 가공시간을 줄이기 위하여 무수축 기판을 적용하여 소성 전 그린시트 상에 미세 홀을 천공하고자 하였다. 그린시트 상에 UV 레이저를 이용하여 미세 홀 천공 시 열영향에 의해 상부 홀이 비정상적으로 커지거나 부풀어 오르는 홀 터짐 현상이 관찰되었다. 따라서 본 연구에서는 홀 터짐 현상을 제어하기 위해 binder burnout 공정을 적용하여 유기물을 제거한 후 UV 레이저를 이용하여 미세 홀을 천공하여 열영향 구역 변화와 홀 터짐 현상의 발생빈도를 고찰하였다. binder burnout 온도에 따른 홀 크기와 홀 피치 변화를 고찰하여 세라믹 기판 상에 미세 홀을 천공하기 위한 최적조건을 찾고자 하였다.

P1-G1-20 Effect of Nb-site Ionic Size on the Microwave Dielectric Properties of $Mg_4Nb_2O_9$ -based Ceramics

$Mg_4Nb_2O_9$ 계 세라믹스의 Nb^{5+} 자리 이온 환경이 마이크로파 유전 특성에 미치는 영향

김정훈*, 김응수. 경기대학교

Dependence of microwave dielectric properties and structural characteristics on the substitution of $(Ti^{4+}_{1/2}W^{6+}_{1/2})^{5+}$ (0.6025 Å, CN = 6) and $(Zr^{4+}_{1/2}W^{6+}_{1/2})^{5+}$ (0.66 Å, CN = 6) at the Nb-site of $Mg_4Nb_2O_9$ -based ceramics were investigated. For the $Mg_4Nb_{2-x}(M_{1/2}W_{1/2})_xO_9$ (M = Ti, Zr) specimens sintered at 1350°C for 10 h, a single phase of corundum structure with trigonal symmetry was observed from $x = 0.05$ to $x = 0.2$ for M = Ti and from $x = 0.05$ to $x = 0.15$ for M = Zr, respectively. For the $Mg_4Nb_{2-x}(Ti_{1/2}W_{1/2})_xO_9$ specimens, a single phase region was wider than that of $Mg_4Nb_{2-x}(Zr_{1/2}W_{1/2})_xO_9$ specimens. These results could be contributed to the larger ionic radius of $(Zr^{4+}_{1/2}W^{6+}_{1/2})^{5+}$ than that of Nb^{5+} (0.64 Å, CN = 6). The observed dielectric constant (K_{obs}) of the specimens was changed with theoretical dielectric constant (K_{theo}). The quality factor (Qf) of the $Mg_4Nb_{1.95}(Ti_{1/2}W_{1/2})_{0.05}O_9$ specimens showed the highest value of 233,000 GHz. With the increase of content (x), the Qf value gradually decreased due to the dependence of Qf on the bond valence of structural characteristics.

P1-G1-21 Dependence of Microwave Dielectric Properties on the Isovalent Substitution for Ti-site of Mg_2TiO_4 -based Ceramics

Mg_2TiO_4 계 세라믹스의 Ti 자리 동가 치환의 마이크로파 유전특성에 대한 의존성

김재민*, 현무열, 김응수. 경기대학교

Effects of $(Mg^{2+}_{1/3}Nb^{5+}_{2/3})^{4+}$ and $(Al^{3+}_{1/2}Nb^{5+}_{1/2})^{4+}$ substitution for Ti-site of Mg_2TiO_4 ceramics were investigated at microwave frequencies. For the specimens sintered at 1450°C for 4 h, the Mg_2TiO_4 single

phase with spinel structure was obtained and the relative density was higher than 95% through the entire range of the both compositions. The quality factor (Qf) was affected by various factors such as density, grain size and average bond valence. Qf value of $Mg_2Ti_{1-x}(Al_{1/2}Nb_{1/2})_xO_4$ increased up to $x = 0.075$ and then decreased due to decrease of grain size, while that of $Mg_2Ti_{1-x}(Mg_{1/3}Nb_{2/3})_xO_4$ was dependent on the average bond valence. Although the dielectric polarizability of the specimens was increased with $(Mg_{1/3}Nb_{2/3})$ content, the K value was decreased due to the reduced rattling effects by the larger ionic radius of $(Mg^{2+}_{1/3}Nb^{5+}_{2/3})^{4+}$ (0.667 Å) than that of Ti^{4+} (0.605 Å). The temperature coefficient of resonant frequency (TCF) was changed with K value, because the TCF value was dependent on the TCK value which could be confirmed in the Bosman and Havinga equation.

P1-G1-22 Fabrication of Cathode Electrode Using FeS_2 for Improving Thermal Battery Performance

FeS_2 foam을 이용한 열전지 성능 최적화

김인예*, 윤영수. 가천대학교

열전지는 고체 상태의 전해질이 양극과 음극 사이를 분리하여 자가방전이 낮고, 일정 온도 이상에서 작동하기 때문에 상온에서 장기간 보관이 가능하다. 일반적으로 열전지 전극은 펠렛 형태로 제작되는데, 펠렛 형태로 양극 전극 제작 시 양극 활물질 외에도 전해질과 바인더 물질이 첨가된다. 바인더는 고온에서 전해질이 녹아 유동성을 가질 때, 흐름을 방지하기 위해 첨가되는 물질이다. 바인더 물질로 가장 많이 사용되는 물질은 고온에서도 안정한 SiO_2 , MgO , BN 등의 세라믹 물질이 주로 사용된다. 이와 같은 세라믹 물질은 전기전도도 및 이온전도도가 낮아 전지 작동 시 내부 저항을 증가시켜, 전지의 성능을 저하시킨다. 이에 본 연구팀은 1.6 mm의 FeS_2 foam을 이용하여 바인더를 사용하지 않는 양극 전극을 제작하여 가능성을 확인하였지만, 방전용량이 펠렛 수준의 용량과 비슷한 수준으로 전지의 특성 향상을 위해 개선 및 최적 조건확인 필요하다. 방전용량을 개선하기 위해 전극 제작을 위한 FeS_2 foam의 두께를 0.5 mm으로 제작 후, 양극 슬러리를 함침시켰다. 미세구조는 SEM을 통해 확인하였고, 열거동은 TGA-DTA를 이용하여 측정하였으며, half cell로 제작하여 방전용량을 확인하였다. 열전지 작동 조건에서 전류를 인가하여 측정하였으며, 방전용량이 1241.71 Asec/g인 것을 확인하였다. 이 결과로 0.5 mm 두께의 FeS_2 foam을 사용하여 열전지 양극 제작 시 방전효율이 개선됨을 확인하였다.

P1-G1-23 Effect of Doping Ta^{5+} in NASICON-type Solid Electrolyte for All-solid-state Battery

전고상 전지에 적용하기 위한 Ta^{5+} 의 첨가에 따른 NASICON-type의 고체전해질에 대한 연구

신서윤*, 윤영수. 가천대학교

최근, 전지의 구성요소들이 고체 재료로 이루어진 전고상 전지(All-solid-state battery)는 차세대 전지로써 많은 관심을 받고 있다. 전고상 전지는 상용 이차전지의 액체전해질로부터 발생하는 발화 및 폭발의 위험성을 해결할 수 있으며, 고온 안정성 및 높은 에너지 밀도를 가진다는 장점이 있다. 그러나 고체전해질은 액체전해질에 비해 낮은 이온전도성과 고체 재료의 특성으로 인해 전극과 전해질의 불안정한 접촉 문제로 전지의 성능이 저하되는 단점이 있다. 이에 다양한 고체전해질의 연구가 진행되고 있으며, 고체전해질을 적용한 전고상 이차전지에 대한 관심이 높아지고 있다.

본 연구에서는 높은 이온전도성과 구조적으로 안정한 ASICON-type의 $Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$ 에 Ta^{5+} 를 도핑하여 고체전해질 $Li_{1.3}Al_{0.3}Ta_xTi_{1.7-x}(PO_4)_3$ (LATTP) ($x = 0.01, 0.03, 0.05, 0.07, 0.1, 0.3, 0.5$ and 0.7)을 solid-state 방법을 통하여 합성하였다. Ta^{5+} 의 도핑량에 따른 고체전해질의 특성을 XRD와 SEM 및 이온전도도 측정을 통해 확인하였다. 또한 이온반경이 큰 Ta^{5+} 를 도핑함으로써 NASICON-type 고체전해질의 격자상수와 단위부피 등의 변화와 리튬 이온이 이동하는 터널사이즈를 연구하였고 최적화된 터널사이즈를 가지는 고체전해질 LATTP를 전고상 전지에 적용하였다.

P1-G1-24 Deposition of Thin Films of $CdCr_2S_4$ Using Single Precursor

단일 전구체를 이용한 $CdCr_2S_4$ 박막 증착

나찬웅^{1*}, Arunava Gupta², 김용환¹. ¹한국생산기술연구원, ²University of Alabama

Cadmium chromium sulfide ($CdCr_2S_4$) thin films은 cadmium dithiocarbamate ($Cd(S_2CNEt_2)_2$)과 chromium dithiocarbamate ($Cr(S_2CNEt_2)_3$)를 precursor로 Low pressure-Chemical Vapor Deposition Method (LP-CVD)를 이용하여 YSZ 기판 위에 성장되었다. cadmium dithiocarbamate ($Cd(S_2CNEt_2)_2$)과 chromium dithiocarbamate ($Cr(S_2CNEt_2)_3$) precursor는 $CdCl_2$ 와 $CrCl_3$ 를 Sodium dithiocarbamate를 50 - 70°C에서 3시간 교반과 정제공정을 이용하여 합성할 수 있었다. LP-CVD를 이용해 증착된 $CdCr_2S_4$ thin film은 AFM 분석을 통해 thin film의 두께가 100 - 200 나노미터의 입자사이즈와 30 nm 미터의 조도를 가지고 있는 것을 확인되었다. XRD 분석결과 Cubic phase의 $CdCr_2S_4$ 의 단일상의 thin film을 보여주었다. 강자성의 고밀도 $CdCr_2S_4$ thin film은 magnetoelectronic devices를 만들 수 있는 우수한 소재로 사용될 것으로 기대된다.

P1-G1-25 Electrical Characteristics of Al Electrode PTC Thermistor according to Temperature and Reducing Atmosphere 온도와 환원 분위기에 따른 Al 전극 PTC 써미스터의 전기적 특성

김광수*, 이수민, 이용제. 군산대학교

$BaTiO_3$ 세라믹 기판에 Al 전극의 열처리 온도, 시간, 환원 분위기에 따른 전기적 특성의 변화를 분석하였다. 스크린 프린팅을 이용하여 Al 후막 전극 증착 하였으며, 계면에 따른 전기적 특성의 영향을 분석하기 위하여 Al-DC 스퍼터링, Al-Ga 합금 전극을 형성하여 비교하였다. 저항 분석은 4 point probe, 접촉저항은 2 point probe로 진행되었으며 조직 및 원소 분석을 위해서 FE-SEM, EDX, 결정성 및 원소 분석을 위해서 XRD를 활용하였다. 스크린 프린팅된 Al 전극, Al-DC 스퍼터링, Al-Ga 공정 합금 전극은 1~1.3 kΩ 대를 보이고 환원 처리, RTP 처리 전극의 경우는 급격히 낮아진 3~90 Ω 대의 저항을 보였다. 본 실험에 적용된 Al 전극 $BaTiO_3$ 세라믹은 표면의 물리적 접촉 형상보다는 기판 계면의 전자 상태에 따른 특성 변화에 따라 결정됨을 확인하였다.

P1-G1-26 $NiFe_2O_4$ -GDC Dual Phase Membrane for Oxidative Coupling of Methane Reaction

메탄 이량화 반응을 위한 $NiFe_2O_4$ -GDC 복합체 멤브레인

조상영^{1*}, 유지행², 이수일¹. ¹충남대학교, ²한국에너지기술연구원

최근 셰일가스(shale gas)의 개발로 인해 석유의 대체 에너지원으로 메탄이 주목받고 있다. 그로 인해, 석유화학제품의 주 원료인 C_2 물질(에탄, 에틸렌 등)을 생산하기 위한 oxidative coupling of methane (OCM) reaction의 촉매 연구가 활발히 진행되고 있다.¹⁾ 본 연구에서는 세라믹 분리막(OTM, oxygen transport membrane)을 적

용하여, 공기로부터 직접적으로 순산소를 제조하고 촉매와의 하이브리화를 이용한 OCM 멤브레인 반응기를 연구하였다. OTM은 공기로부터 산소만 선택적으로 투과시켜 분리하는 치밀한 구조의 산화물로서, 이온전도성과 전자전도성을 동시에 가지는 혼합전도성 산화물인 페로브스카이트(perovskite) 산화물이 주로 연구되고 있다.²⁾ 하지만 대부분의 페로브스카이트 물질은 낮은 산소 분압에서 분해되거나 반응하여 등의 화학적으로 불안정한 모습을 보이기 때문에 배탄 등의 환원성 기체에서도 화학적으로 안정한 분리막을 개발하기 위한 화학적 안정성을 가지는 형석(fluorite)구조 산화물인 GDC($\text{Ce}_{0.9}\text{Gd}_{0.1}\text{O}_{2.8}$)와 스핀넬(spinel)구조 산화물인 NiFe_2O_4 를 혼합한 복합체 멤브레인 소재를 제조하였다. 900°C에서 OCM 장기 내구성과 반응 후 상의 변화를 조사하였다.

[1] Shaomin Liu et al., 2001, *Catalysis Reviews: Science and Engineering*, 43:1-2, 147-198.

[2] J. Sunarso et al., 2008, *J. Membrane Science* 320, 13-41.

P1-G1-27 Multiferroic Features of BaTiO_3 -Based Core/Shell Structure Prepared by Microwave Heat-Treatment

마이크로웨이브 열처리법을 이용한 Core/Shell 구조를 가진 BaTiO_3 세라믹스 제조 및 Multiferroic 특성 분석

윤한솔*, 조남희. 인하대학교

최근 자기밸브, 여과장치와 같은 강유전 산업응용가능성에 기인하여, 강자성과 강유전성 특성을 동시에 가지는 Multiferroic 특성을 가지는 재료들에 대한 기초연구 및 응용에 대한 관심이 증대되고 있다. Multiferroic 소재의 대표적인 재료들 중에 BiFeO_3 의 경우, 강한 전자기적 특성에도 불구하고, 높은 Curie 온도($\sim 820^\circ\text{C}$)로 인하여 사용 가능한 영역이 넓지 못하여 이를 대체할 낮은 Curie 온도를 가지는 재료에 대한 연구가 진행되고 있다. 페로브스카이트 구조(ABO_3 -type)를 갖는 산화물의 경우, 상대적으로 낮은 Curie 온도($\sim 120^\circ\text{C}$) 및 높은 유전성을 가지고 있으며, 따라서 이러한 재료에 자성이 존재하는 전이금속 성분을 격자 내 도핑 또는 입자의 표면에 코팅함으로써 BiFeO_3 의 단점을 보완할 수 있는 대체 재료로써 가능성이 있다.

본 실험에서는 페로브스카이트 구조를 가지는 BaTiO_3 에 Fe 성분을 1) 도핑, 2) 코팅 또는 3) 도핑 후 코팅을 진행하여, 도핑 및 코팅 농도에 따른 마이크로웨이브 열처리법을 이용하여 제조한 세라믹스의 core/shell 구조 및 Multiferroic 특성을 조사하였다. 출발 도핑 농도는 0.5, 1, 3, 5 mol% 및 출발 코팅 농도는 10, 40, 50, 100 wt%로 설정하였다. 도핑 후 코팅 공정에는 단일 코팅에서 상대 밀도가 가장 높은 농도인 40 wt%로 고정하여 도핑 농도에 따른 특성을 확인하였다. 열처리 전·후, 분말 및 세라믹스의 구조적 변화를 파악하기 위해서 X선 회절(포항가속기, Beamline-8D)을 사용하였다. 전자기적 특성을 분석하기 위하여 multi-frequency LCR meter (HP, 4192A LF) 및 Vibrating Sample Magneto-meter(Lakeshore, VSM-7300)을 사용하였다. 또한 BaTiO_3 세라믹스의 Multiferroic 특성의 유용성을 평가하기 위하여 Quality factor 값을 계산하였다.

P1-G1-28 Solution-Processed, Large-Scale, and Flexible Transparent Electrode using Self-assembly of Cell-shaped Ag Nanowires 셀 구조화된 은 나노선을 이용한 용액기반, 대면적 및 플렉시블 투명전극

신지원*, 권영태, 류승한, 좌용호. 한양대학교

Transparent electrodes are ubiquitously used in optoelectronic devices, including organic light emitting diode (OLED), displays and solar cells. Indium tin oxide (ITO) has been widely used in transparent

electronics, the market share of ITO reaches 90% in the transparent electrode fields, due to high optical transmittance and low sheet resistance. However, there are many drawbacks of ITO in brittleness, scarcity of indium, and difficulty of large-scale manufacturing. For next generation optoelectronic devices, the metal-based materials such as Ag nanoparticles (NPs) and nanowires (NWs) appear to be one of the alternatives to ITO with the mechanical flexibility. Ag metal materials have attractive properties as transparent electrodes in terms of conductivity and stability compared to carbon-based materials such as CNT and graphene, and polymers such as PEDOT:PSS. Also the Ag NWs transparent electrode is simply fabricated for large-scale solution-based processing.

In this work, we successfully manufactured the cell-shaped Ag nanowires on polyethylene terephthalate (PET) films using self-assembly of solution-processed method by Meyer rod coating. The performance of Ag NWs transparent electrode is enhanced with high optical transmittance ($> 92\%$) and low sheet resistance ($40 \Omega/\text{sq.}$) compared to the random Ag NWs self-assembly method. In addition, we study a figure of merit of the fabricated transparent electrode, and demonstrate the superiority of mechanical stability by bending fatigue test.

P1-G1-29 Fabrication and Photocatalytic Properties of ZnS Powders by Glycolthermal Process

박상준*, 송정환. 배재대학교

In recent years, nanostructured materials have attracted a great deal of attention in the last few years due to their unique properties. ZnS is an important II-VI semiconductor with widely a band gap (3.7 eV) at room temperature. ZnS is an excellent materials for applications such as photocatalysis, photodetectors, photoconductors and ultraviolet sensor. In this study, the ZnS were synthesized by a glycolthermal process using ethylene glycol solvent at various reaction temperatures. Zinc acetate dihydrate and thiourea were used as the zinc and sulfur sources, respectively. The obtained ZnS powders were characterized using X-ray diffraction (XRD), Field-emission scanning electron microscopy (FE-SEM) and UV-Vis Spectrometer. The photocatalytic activity of the prepared ZnS was demonstrated by decomposing methyl orange (MO) under UV light irradiation.

P1-G1-30 Wide-temperature AC Behavior of KNN-based Lead-free Piezoelectric Single Crystals Grown by Solid State Crystal Growth

Pham Thuy Linh*, Dang Thanh Nguyen, Muhammad Umer Farooq, Eugenie Uwiragiye, J.G. Fisher, 이종숙. 전남대학교

Single crystals of $0.96(\text{K}_{0.48}\text{Na}_{0.52})\text{NbO}_3-0.03[\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.7}\text{K}_{0.2}\text{Li}_{0.1})_{0.5}]\text{ZrO}_3-0.01(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ (KNN-BNKLZ-BNT) and $0.97(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{NbO}_3-0.03\text{SrTiO}_3$ (KNN-3ST) were successfully grown by solid state crystal growth using KTaO_3 single crystal seeds. Single crystals as well as polycrystals of KNN-based piezoelectric materials were electrically characterized over the wide temperature range from 800°C to -123°C controlled using an electrical furnace and a cryostat. Cubic-tetragonal-orthorhombic phase transitions were observed. The effects on the dielectric properties and phase transitions of 3% SrTiO_3 doping and 1% $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ and 3% $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.7}\text{K}_{0.2}\text{Li}_{0.1})_{0.5}\text{ZrO}_3$ co-doping in KNN have been investigated. There exist also strong differences

between polycrystalline samples and single crystalline samples. Dielectric properties appear to be affected by the stress as well as composition. Single crystalline samples showed superior dielectric properties to the respective polycrystalline systems. Some single crystalline samples of KNN-3ST were characterized while being attached to KTaO₃ seed crystals as well as detached. Measurements on the composite samples were analyzed by comparison with those on the KTaO₃ seed crystal, which shows incipient ferroelectricity as SrTiO₃.

P1-G1-31 Ferroelectric Properties and Electro-caloric Effect in BaTiO₃ Ceramics

BaTiO₃ 세라믹스의 강유전 특성 및 전기 열량 효과

김빛찬*, 김대수, 김정석, 천채일. 호서대학교

BaTiO₃는 대표적인 강유전 소재이며, 적층형 고용량 콘덴서, 친환경 압전 소자, 온도 센서 등 다양한 분야에 이용되고 있다. BaTiO₃ 세라믹스의 유전율의 입자 크기 의존성에 대한 많은 실험 결과가 보고된 바 있으며, 입자 크기가 감소함에 따라 유전율이 증가하며, 1 μm 근처에서 최대 값을 보이다, 입자 크기가 그 이하로 감소하면 유전율은 급격히 감소한다고 알려져 있다. 한편, 최근 수 μm 크기의 입자 크기를 가진 BaTiO₃ 세라믹스의 압전 상수(d_{33})가 340~460 pC/N로 기존의 보고들보다 두 배 이상 큰 사실이 보고되었으며, 이에 관한 원인으로는 나노 크기의 강유전 분역 구조에 의한 분역 벽(domain wall)의 기여 등이 제안된 바 있다. 하지만, 일부 실험에서는 BaTiO₃ 세라믹스의 입자 크기가 10 μm 근처일 때 최대 유전 및 압전 특성이 얻어지는 등 서로 일치하지 않는 실험 결과들이 보고되고 있다. 이러한 원인은 출발 원료의 크기 및 물성의 차이, 제조 공정 조건의 차이 등이라고 생각되며, 구체적으로는 내부 응력 효과, 분역 벽의 기여, 산소 공공(oxygen vacancies)과 같은 이온 결함의 영향, 결정 구조의 미세한 차이 등에 의하여 영향을 받기 때문이라고 제안되고 있고 아직까지 명확하게 설명되지 못하고 있다. 본 연구에서는 고상반응법으로 다양한 소결조건에서 제조한 BaTiO₃ 세라믹스에서, 입자 크기 및 분포, 결정 구조, 이온 결함 등이 강유전 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 또한, BaTiO₃ 세라믹스의 전기 열량 효과(electro-caloric effect)를 측정하여 강유전성과의 관계를 살펴보았다. 전기 열량 효과에 의한 시편의 온도 변화(ΔT)는 온도에 따른 분극 값의 변화로부터 Maxwell 식을 이용해 간접적으로 계산하였다.

P1-G1-32 Parametric Impedance Analysis vs. Admittance Spectroscopy on ZnO Bicrystalline Interfaces

Thi Lan Tran¹*, Dang Thanh Nguyen¹, Joachim Maier², 이종숙¹. ¹전남대학교, ²Max Planck Institute for Solid State Research

Sb additives in commercial varistors, supposed to play the role of the grain boundary pinning by the formation of the secondary phase particles, lead to the presence of head-to-head (C+|C+) polarity inversion boundaries within individual ZnO grains. Therefore, intergranular boundaries in ZnO varistor ceramics are preferentially of C- (O-face) which are suggested to be responsible for the high performance in the varistor function. ZnO bicrystals of C-|C- interfaces were prepared by diffusion bonding at high temperature together with platinum plates which serve as ohmic electrodes. With the dc resistance subtracted admittance spectroscopy has been successfully applied to the Schottky barrier of a Pr-doped ZnO bicrystalline interface for the deep level identification [Appl. Phys.

Lett. 96 202104 (2010)]. Yet the admittance behavior deviates from that of the ideal RC equivalent circuits which may originate from the broadening of the deep levels or the Fermi level pinning by the high trap concentration. Here we demonstrate the application of impedance analysis using the electrical models for the deep trap levels of ZnO bicrystals doped with various transition metals of Co, Mn, Ni, Cu and the activators of Bi or Pr.

P1-G1-33 Microstructural Effect on Permeation of Membrane Fabricated by Tape Casting

테이프 캐스팅으로 제작된 분리막의 미세구조 영향에 따른 투과도 강은정¹*, 나범탁², 이종훈¹, 유지행³. ¹고려대학교, ²충북대학교, ³한국에너지기술연구원

It has been reported that GDC (Ce_{0.9}Gd_{0.1}O_{2.8}, fluorite structure)-LSCF (La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3.8}) composite membrane is mechanically and chemically stable and have high oxygen permeability [1]. Thick-film type of membrane is generally fabricated by tape casting and laminating the sheets. It is important to optimize slurry to obtain flaw-free membrane by sintering. In this study, the effect of the dispersant agent ratio in GDC-LSCF slurry and the sintering temperature for fabricating GDC-LSCF dual-phase membrane are studied. The weight percent of dispersant agent of GDC-LSCF slurry was controlled from 0.5 wt% to 3 wt%. The sintered density was measured after the GDC-LSCF sheet was laminated to a thick disk and was sintered at 1150°C. As a result, the sintering density increased with the dispersant content. Through analyzing the microstructure and the viscosity of the slurry with different dispersant agent ratio, the optimum ratio of dispersant ratio was determined as 2.5 wt%. We compared the oxygen permeability of GDC-LSCF dual-phase membranes sintered at 1250°C and 1300°C.

[1] Jong Hoon Joo, Geum Sook Park, Chung-Yul Yoo, Ji Haeng Yu. Solid State Ionics 253 (2013) 64-69.

P1-G1-34 Photo-curable Silicone Polymer for 3D Printing Materials: Effect of Molecular Weight and Monomer Ratio on Physical Properties

3D 프린팅용 광경화성 소재: 분자량과 모노머 함량이 물성에 미치는 영향

정과정*, 양현승, 박성대, 이우성. 전자부품연구원

Photo-curable polymer-based 3D printed structures are of great interest, for their smooth surface and high resolution. Particularly, the molecular weight of a photo-curable polymer is one of the key factors determining photo-curing behavior and mechanical properties. Herein, a series of photo-curable polymer with different molecular weights were prepared and their effects on the photo-curing behavior and mechanical properties were studied. Photo-curable polymers with various molecular weights were functionalized through introducing acrylate group at the end of oligomer chain. Then, photo-curing process and the fabrication of 3D structure were carried out by using stereolithography apparatus printer. Photo-curing behavior of polymers with various molecular weights was monitored by photo-DSC. Furthermore, the tensile strength and elongation measurement were performed to reveal the effect of molecular weight of photo-curable polymers on the mechanical properties of 3D-printed structures. Additionally, we confirmed that the addition of acrylic

monomer also influences the mechanical properties of photo-curable polymer.

P1-G1-35 Photo-curable Ceramic/Polymer Composite for 3D Printing Materials: Effect of Filler on Physical Properties

3D 프린팅용 광경화성 세라믹/고분자 복합체의 물성평가

원준성^{1*}, 양현승², 박성대², 조용수¹, 이우성². ¹연세대학교, ²전자부품연구원

최근 3D 프린팅 기술을 이용하여 다양한 형태의 제품을 생산하려는 시도가 활발히 진행되면서 3D 프린팅용 소재도 주목을 받고 있다. 여러 3D 프린팅 소재 중에서도 광경화성 고분자 소재는 우수한 성형성 때문에 많이 쓰이지만, 기존의 광경화성 고분자 소재는 내열성, 표면경도, 인열강도, 전자기적 기능 등이 부족하다는 단점이 있다. 본 연구에서는 광경화성 우레탄 소재에 기계적 물성 강화 등을 위해서 다기능성 세라믹 필러를 첨가하였고, 이를 3D 프린팅용 유무기 복합체 소재로 활용하였다. 특히, 세라믹 필러의 분산성을 극대화함으로써 유무기 복합체의 물성을 향상시키기 위해서 세라믹 필러의 표면을 우레탄 소재와 비슷한 표면에너지지를 갖게끔 하는 실란커플링제를 이용해 표면처리 하였다. 또한 분산성이 향상된 세라믹 필러의 도입에 따른 3D 프린팅용 유무기 복합체의 기계적 물성 변화를 확인하기 위해서 인장, 인열 강도 등의 평가를 진행하였다.

P1-G1-36 The Effect of Pigments on the Photo-curing Behavior of Photo-curable 3D Printing Materials

안료가 포함된 3D 프린팅용 광경화형 유무기 복합소재의 광경화 거동에 대한 연구

하민지^{1*}, 양현승¹, 박성대¹, 이우성¹, 윤호규². ¹전자부품연구원, ²고려대학교

최근 3D 프린팅 기술을 이용하여 다양한 형태의 맞춤형 웨어러블 기기를 생산하려는 시도가 활발히 진행되면서 3D 프린팅용 소재도 주목을 받고 있다. 여러 3D 프린팅 소재 중에서도 광경화형 고분자 소재는 우수한 성형성 때문에 많이 쓰이고 있는 추세이다. 이렇게 광경화형 소재를 활용하여 3D 프린팅 된 성형품들은 사용자의 개성과 니즈에 따라 다양한 색상 구현을 위해 소재에 염료 및 안료가 많이 적용되고 있다. 이 중에서도 안료는 염료에 비해 소량으로도 선명한 색감을 가지고 우수한 안정성을 가진다는 장점이 있다. 본 연구에서는 3D 프린팅용 광경화형 고분자 소재에 안료를 복합화 하였고, 안료의 흡광도와 분산성에 따른 3D프린팅용 광경화용 소재의 광경화 거동에 대한 결과를 확인하였다. 특히, Photo DSC를 이용한 광경화 거동 분석 결과에서 안료가 일정 함량이상 포함될 경우에 광경화용 소재의 광경화 속도가 저하됨을 확인할 수 있었다. 이를 기반으로 안료의 함량이 최적화된 광경화용 소재를 3D 프린팅으로 성형시 소재의 성형성 및 색상 구현성에 대해서도 확인하였다.

P1-G1-37 Study on High Permeability Characteristics of Multilayer Ni-Zn Ferrite Film Using the Spin-spray Methods

스핀 스프레이 법을 이용한 다층 Ni-Zn 페라이트 박막의 고 투자율 특성 연구

남경진^{1*}, 양형우², 이우성², 남산¹. ¹고려대학교, ²전자부품연구원

Ni-Zn ferrite thin film deposited by spin-spray method shows high permeability at high frequency band. However, as the thickness increases, the permeability decreases due to the stress of the film, and delamination occurs.

In this study, to reduce the stress and increase the thickness of the Ni-Zn ferrite thin film, a multilayer Ni-Zn ferrite film was deposited by forming a polymer layer on the Ni-Zn ferrite film. The thickness of deposited Ni-Zn ferrite film was more than 1 μm , but the delamination did not occur. The magnetic properties of the deposited Ni-Zn ferrite film was revealed a high permeability value of 400 at 1 to 50 MHz band.

It is expected that the high permeability Ni-Zn ferrite film can be increase to tens of microns by using the polymer layer.

P1-G1-38 Crystallographic and Impedance Spectroscopic Studies of a New Layered Metal Phosphate

새로운 층상구조 금속 인산염의 결정학적 및 임피던스 분광학적 연구

김성철*, 김승주. 아주대학교

A new layered metal phosphate, $\text{Li}_2\text{Sr}_2\text{Al}(\text{PO}_4)_3$, was synthesized, and its crystal structure was determined by single crystal X-ray diffraction analysis. $\text{Li}_2\text{Sr}_2\text{Al}(\text{PO}_4)_3$ crystallizes to the $P2_1/n$ ($Z = 4$) monoclinic space group with unit cell parameters $a = 4.945(1) \text{ \AA}$, $b = 22.088(3) \text{ \AA}$, $c = 8.632(2) \text{ \AA}$, and $\beta = 91.47(1)^\circ$. This structure is formed by the alternate stacking of two different sublattices. One sublattice consists of an $[\text{Al}(\text{PO}_4)_2]^{3-}$ anionic framework, which has a well-known "distorted glaserite" structure. The other sublattice contains the $[\text{LiPO}_4]^{2-}$ layer and results from linkages of LiO_4 and PO_4 tetrahedra, which form a six-membered ring. The six-membered rings show a boat-type arrangement with the up(U) or down(D) pointing sequence, UUDUUD. The interspace between the two sublattices generates a two-dimensional pathway for Li^+ ion conduction. The impedance measurement indicated that $\text{Li}_2\text{Sr}_2\text{Al}(\text{PO}_4)_3$ had a moderate ion conductivity ($\sigma \approx 1.30 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ at 667 K), with an activation energy $E_a \approx 1.02 \text{ eV}$.

P1-G1-39 Microstructure and Sintering Properties of ZnS + Mg(OH)₂ Synthetic Nanopowders

ZnS + Mg(OH)₂ 합성나노분말의 미세구조 및 소결특성

여서영^{1*}, 김유비², 홍연우¹, 조정호¹, 백종후¹, 정영훈¹, 윤지선¹, 박운익¹. ¹한국세라믹기술원, ²연세대학교

Zinc Sulfide (ZnS) is a kind of infrared optical material with excellent physical and chemical properties, and it has high transparency in the range of 8 - 12 μm . It has widely applications including light-emitting diodes (LEDs), flat panel devices, solid state solar window layers, phosphors, photoconductors and IR window/lens etc. Magnesium oxide (MgO) and hydroxide ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) possess unique properties such as low weight and non-toxicity. These properties are found advantage for various devices in the field of electronics, aerospace, automotive applications and biomedicine. Several reports demonstrated that these structures can be converted into each other (i.e. $\text{MgO} \leftrightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$) by either hydration or dehydration procedures. MgO has a transmittance ranging from a short infrared to a medium infrared region. Therefore synthesis and sintering behavior of nano-sized $\text{ZnS}+\text{Mg}(\text{OH})_2$ powders were studied.

In this study, $\text{ZnS}+\text{Mg}(\text{OH})_2$ nanopowders prepared by hydrothermal synthesis of $\text{Mg}/\text{Zn} = 0.1/0.9$, $0.5/0.5$ and $0.9/0.1$. And then these powder were analyzed by X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscope (SEM). The presence of $\text{Mg}(\text{OH})_2$ was confirmed

by XRD analysis. ZnS+Mg(OH)₂ nanopowders were sintered by hotpress at 950°C for 2h under 30 MPa pressure (10°C/min, 10⁻² torr vacuum). The structural and optical properties of ZnS+Mg(OH)₂ samples have analyzed with modern technologies of Fourier IR spectrum, XRD, and SEM.

P1-G1-40 P2-S13-8로 변경

P1-G1-41 Magnetic Properties in Multi-layer Ferrite Thin Films via Spin-spray Deposition

양형우^{1*}, 남경진², 이우성³. ¹한국전자부품연구원, ²고려대학교, ³전자부품연구원

A well-ordered multi-layer thin films of Mn-Zn ferrite and Ni-Zn ferrite on PI substrates were grown by the spin-spray deposition method. Structure analysis indicates that the crystal structure of multi-layer ferrite film is spinel, which also have a columnar structure normal to the surface. The multi-layer ferrite films exhibit high permeabilities that exceed the Snoek limit for bulk Mn-Zn ferrite and Ni-Zn ferrite. Multi-layer ferrite films have relatively high permeability μ' ~ 450 and μ'' ~ 1 up to 50 MHz, and is promising to be used as thin film devices such as an antennas and inductors. The spin-spray deposited Mn-Zn ferrite/Ni-Zn ferrite multi-layer heterostructures exhibiting high magnetic properties at both low and high frequencies provide great opportunities for fundamental studies and novel magnetic devices.

P1-G1-42 Electromigration (EM) Reliability Study in Printed Metal line

인쇄기술 기반 금속 배선의 일렉트로마이그레이션 신뢰성 평가

유채리*, 김지훈. 공주대학교

The failure of metal circuitry in electronic devices is a serious reliability issue for the microelectronics industry. The most common cause of failure is electromigration (EM), the transport of ions in a circuitry under high electrical current density. Considering benefits of printing-based technology for the fabrication of electronics devices, the similar concern needs to be taken into account for the printed electronics. This study investigates the EM reliability of the metal line and solder bump printed with electrohydrodynamic (EHD) and screen printing, respectively. EM test vehicle was designed with four contact pads: two for forcing current and the others for measuring voltage drop across the printed line. Mean time-to-fail (MTF) was determined by monitoring the voltage drop while test structure was stressed under accelerated conditions with various DC currents and temperatures. By analysing the results of the accelerated EM test with Black equation, the activation energy for EM-induced failure and the current acceleration factor (current exponent in Black equation) were experimentally determined. This accelerated EM study provides an estimate of life-time for the printed circuitry at normal operation condition.

P1-G2-1 Plasma Spray Coating of Copper-Manganese Spinel Oxide for SOFC Interconnects

고체산화물 연결재용 Mn-Cu 스핀넬 산화물의 플라즈마 용사 코팅 NURHADISUKMAWALUYO^{1*}, 송락현², 이승복², 임택형², 홍종은², 이종원². ¹과학기술연합대학원대학교, ²한국에너지기술연구원

An interconnect is the key component of solid oxide fuel cells (SOFCs) that provides electrical connection and separates fuel from oxidant (air) in the adjoining cells. Metallic interconnects require a protective coating to mitigate their degradation in an oxidizing atmosphere at high temperature. In this study, spinel oxide coatings based on CuMn₂O₄ were fabricated on a metallic interconnect (Crofer 22 APU) using a plasma spray process. The gas composition plays a role in controlling the plasma temperature to modify the microstructure and thickness of the coating. Moreover, the substrate heating facilitates solidification during cooling of sprayed particles to form a denser coating on the substrate. The CuMn₂O₄-coated metallic interconnects show an area-specific resistance as low as 5.34 mΩ cm² at 800°C and good stability in the long-term oxidation test.

P1-G2-2 Investigation on the Competitive *in situ* Growth of the Electro-catalytic Nanoparticles from Perovskite Oxides

페로프스카이트 산화물에서 전기 화학적 나노입자의 경쟁적 *in situ* 성장에 관한 연구

권오훈^{1*}, 신지영², 김건태¹. ¹UNIST, ²숙명여자대학교

In perovskites, exsolution of transition metals has been received attention as a way of smart catalyst design for energy applications because of its particular properties. The exsolution evenly produces electro-catalytic nanoparticles on the perovskite oxide surface, which can reduce carbon coking and increase redox stability. Although the exsolved transition metals have superior catalytic activity, the exsolution is limited by their ability to exsolve under a reducing atmosphere. When a dopant is present in the perovskite, it is often observed that the exsolution of dopant is under the influence of the existence of oxygen vacancies. However, the mechanism of the co-segregation of dopant and oxygen vacancies is still an open question. Here, we report competitive exsolution phenomenon of B-site transition metals from perovskite oxides by co-segregation energy. We select redox stable PrBaMn₂O_{5+δ} (PBMO) as the parent perovskite oxides and doped its B-site with transition metal cations to investigate the degree of exsolution in the B-site of the layered perovskite.

P1-G2-3 Different Durability Test of Solid Fuel Cells under Various Current Conditions

다양한 로드 조건에 따른 SOFC의 내구성 테스트

김유동*, 이진인, 박준영. 세종대학교

Solid oxide fuel cells are eco-friendly devices which convert chemical energy to electrical energy at high temperature. Considerable point of this device has high efficiency, fuel flexibility and low emissions. It can be applied not only to auxiliary power units (APUs) but also integrated coal gasification combined cycle power plants (IGCC). At this time, the reliability SOFC of durability is key challenge for the commercialization of SOFCs.

Degradation test of SOFCs lead many problems at SOFC components. Especially, Ni particles which contained at Ni-cermet anode supported agglomerate at high temperature. Then cathode and electrolyte interface has delamination problems at long-term degradation test because it has different thermal expansion coefficient (TEC). The degradation of those components are affected to the operating conditions such as various load conditions.

In this study, the Ni-YSZ anode supported cell is tested at high temperature under various load conditions such as load trip and cycles. The load trip is on/off the loader respectively 12h at 700°C. The load cycle change the amount of load in every 12 h at 700°C. The post-modern analysis of degraded cells are examined by using field emission scanning electron microscopy, electrochemical impedance spectroscopy and x-ray diffraction diffractometer.

P1-G2-4 Ionic Conductivity and Relaxations of Indium Doped GDC (Gadolinium Doped Ceria) System

이호창*, 이준형, 허영우, 김정주. 경북대학교

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

P1-G2-5 Electrochemical Characteristics of Nickel and Ceria Infiltrated Nano-Structured Ni/YSZ Anodes for reversible Solid Oxide Fuel Cells By Infiltration

Ni/GDC가 Infiltrated된 R-SOFC 나노 구조 Ni/YSZ 연료극의 전기화학적 특성

신재화*, 이민진, 황해진. 인하대학교

다공성인 Ni/YSZ Cermet은 고온의 환원분위기에서 우수한 열적 기계적 특성을 가질 뿐 아니라 높은 전기전도도와 전기화학적 활성도도 우수하기 때문에 고체산화물연료전지용 산화물 연료극 소재로 많은 주목을 받고 있다. 그러나 고온에서의 Ni의 입성장과 산화 등으로 인한 촉매활성이 떨어진다는 점에서 Ni/YSZ Cermet 연료극의 개선이 필요하다. 본 연구에서는 Ni/YSZ의 촉매활성을 향상시키기 위하여 나노 크기의 Ni과 GDC를 infiltration을 하여 Ni/YSZ anode backbone에 균일하게 분산시켰다. Ni/GDC가 infiltration된 Ni/YSZ 연료극은 향상된 촉매활성으로 인하여, EIS를 측정 시 polarization resistance (R_p)는 현저하게 줄어드는 것을 확인하였으며, Ni과 GDC의 함량비와 조성비율에 따라 분극 저항은 다른 형태의 arc를 보였다. 또한 일정 전류를 인가하여 SOFC/SOEC 양방향 운전 모드에서의 전기화학적 특성을 분석하고자 하였다.

P1-G2-6 Electrons Transport Properties in Yttria Doped Barium Cerate-Gadolinium Doped Ceria (BCY-GDC) Composite Electrolyte

이호성*, 정명근, 임형태. 창원대학교

Yttria doped barium cerate - gadolinium doped ceria (BCY-GDC) composite electrolyte, Ni + BCY-GDC anode supported protonic ceramic fuel cells were fabricated with Pt reference electrodes

embedded in a thin (~40 microns) electrolyte layer. The embedded electrodes function as selective probes exchanging only electrons with the BCY-GDC so that the voltage measurements (ΔV) using the embedded probes through the electrolyte correspond to a change in the reduced negative electrochemical potential of electrons ($\Delta\phi$). Using this method, the corresponding change in hydrogen and oxygen chemical potential ($\Delta\mu_{\text{H}_2}$, $\Delta\mu_{\text{O}_2}$) or partial pressure of hydrogen and oxygen (ΔP_{H_2} , ΔP_{O_2}) were determined on the basis of the local equilibrium assumption, allowing us to investigate ionic and electronic transport properties through the BCY-GDC composite electrolyte. The results indicate that the p_{H_2} and p_{O_2} change mainly occurs across the middle electrolyte region while the electrolyte regions close to the anode and the cathode showed very small variation. In comparison with GDC (single phase) electrolyte, the electronic resistance significantly increases especially in the middle region, resulting in a higher open circuit voltage.

P1-G2-7 Electrical Properties and Thermo-chemical Stability of SOFC Cathode Material $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{FeO}_{3-\delta}$

고체산화물 연료전지 공기극 재료 $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{FeO}_{3-\delta}$ 의 전기적 특성 및 열/화학 안정성 평가

배호환*, 임하니, 김인호, 송선주. 전남대학교

혼합전도체 $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{FeO}_{3-\delta}$ (이하, LSF82)는 고체 산화물 연료전지의 공기극 재료로써 많은 연구가 진행 중이며, LSM/YSZ에 비해 높은 촉매 활성과 이온전도도를 가지는 것으로 보고되어 있어 최근 다시 주목 받고 있다. 본 연구에서 사용된 LSF82(K-ceracell)는 X-ray Diffraction(XRD)와 Scanning Electron Microscopy(SEM)을 통하여 단일상 및 입자크기를 확인하였다. LSF82의 결합화학적 특성 연구를 위해 전체 전기전도도를 온도($800 \leq T/^\circ\text{C} \leq 950$)와 산소 분압($10^{-19.5} \leq p_{\text{O}_2}/\text{atm} \leq 0.21$)의 함수로써 직류 4단자법을 통하여 측정하였다. 전기전도도 감쇄 실험에서는 Fick's 2nd law를 통하여 전기전도도 감쇄곡선으로부터 화학확산과 표면반응을 분리하여 화학확산계수 및 표면 반응 상수를 구하였다. 그리고 열팽창 계수 및 화학팽창 실험을 통해 LSF82의 온도($800 \leq T/^\circ\text{C} \leq 950$)에 따른 거동과 고온에서의 산소분압($10^{-2.5} \leq p_{\text{O}_2}/\text{atm} \leq 0.21$)에서 전기화학 장치의 소재로 사용시 안정성을 평가하였다.

P1-G2-8 Effect of Current Collector Material and Structure on SOFC Durability during Thermal Cycling

서권덕*, 임형태. 창원대학교

Performance of the SOFC stack is influenced not only by the polarization resistance loss of the cell but also by the resistance of the stack component, particularly the contact resistance between the current collector and the cell. It is important to minimize structurally the contact resistance between the cell and the current collector and to prevent degradation of the cell by the current collector. In this study, a voltage probe (Pt) was attached to the cathode surface of the cell to determine the influence of the current collector on the voltage loss. The voltage measured from the current collector (CC) and the voltage measured from the cell electrode were compared. The current collectors used for the present are as follows: silver mesh (0.07Φ), Crofer mesh (0.2 Φ, 0.1 Φ), and Crofer mesh (0.2 Φ, 0.1 Φ) coated by Ni and Co. The performance evaluation was done by I-V test and impedance analysis. Also, a constant current test of 130 mA/cm² was conducted for 100 hours in order to evaluate the degradation rate

according to each collector. In the case of silver mesh, there was similar in voltage measured between the collector and the cathode surface (e.g., low contact resistance). It was confirmed that the contact resistance and deterioration characteristics of the Crofer-based current collector are strongly dependent on specification of the mesh (mesh # and coated material).

P1-G2-9 Ultimate Understanding AC Response of Zirconia Solid Electrolytes Studied for Decades

Pham Thuy Linh^{1*}, 정태주², Martin Lerch³, 이종국⁴, 손지원⁵, 이종호⁵, 이종숙¹. ¹전남대학교, ²국립안동대학교, ³Technische Universität Berlin, ⁴조선대학교, ⁵한국과학기술연구원

Stabilized zirconia was the first material system in solid state electrochemistry where AC characterization was employed to distinguish bulk (crystal), grain boundary and electrode resistance almost five decades ago. Intrinsic conduction mechanism of zirconia-based electrolytes has been investigated from the separated bulk conductivity without resorting to single crystalline samples, which are not easily available. Nevertheless, there is persistent confusion and controversy about defect-interactions affecting the conduction behavior. Although current-constriction effects were originally suggested, space charge depletion has become the standard mechanism for blocking grain boundaries in zirconia system, which goes well with the famous RC brick-layer modeling. RC modeling does not work even for single crystalline samples and so-called constant phase elements (CPEs) are generally employed, which, however, afflict the evaluation of well-defined capacitive effects. After all, CPEs do not satisfactorily describe the frequency dispersion of zirconia and other solid electrolytes. Parallel connection of complex dielectric functions is suggested to describe the AC behavior of many solid electrolytes with well-defined capacitance strengths. It is found that, quite generally, zirconia systems exhibit blocking grain boundary effects which increases the activation energy slightly but bounded by current-constriction-type blocking effects.

P1-G2-10 Electrical Properties of Tetravalent Metal Pyrophosphate-Alkali Carbonate Composites for Electrolytes in PCFCs

PCFCs의 전해질을 위한 4가 금속 pyrophosphate-알칼리 탄산염 복합체의 전기적 특성

임지원*, 임하니, 송선주. 전남대학교

Tetravalent metal pyrophosphates(TMPs, 100~300°C)와 cerium oxide-alkali carbonate 복합체(200~650°C)는 습한 대기 중에서 10^{-6} ~ 10^{-1} S·cm⁻¹의 수소 이온 전도도를 보인다. 따라서 중저온 프로톤 전도 연료전지(PCFCs)의 전해질로서 다양하게 연구되어 지고 있다. 그러나 낮은 소결성과 높은 온도에서의 이온전도도 손실(TMPs)과 co-ionic conducting으로 인한 열적, 기계적 불안정성(ceria-alkali carbonate composite)이 중저온용 PCFCs 전해질로 사용 되는데 장애물이 되고 있다.

이 연구에서는 TMPs에 ceria-alkali carbonate를 첨가함으로써 소결성 향상과 산소이온의 나뉠수 감소를 얻으려하였다. TMP-carbonate 복합체는 Li₂CO₃, Li₂CO₃-Na₂CO₃(52/48 mole% ratio) 공정 혼합물과 Sn_{1-x}In_xP₂O₇ (x = 0, 2, 5, 10 wt%), Zr_{1-x}Y_xP₂O₇ (x = 0, 2, 5, 10 wt%)를 사용하여 제작되었고, 소결체의 미세조직과 상은 XRD(X-ray diffraction)와 SEM(scanning electron microscope) 분석을 통하여 확인하였다. 이온전도도는 EIS(electrochemical

impedance spectroscopy)를 통하여 습한 분위기에서 온도에 따라 측정하였다. Sn_{0.9}In_{0.1}P₂O₇-Li₂CO₃ 복합체는 630°C에서 5.5×10^{-2} S·cm⁻¹의 최대 전도도를 보였다.

P1-G2-11 Mechanical and Physical Properties of LiNi_{0.33}Mn_{0.33}Co_{0.33}O₂ (NMC)

리튬-니켈-망간-코발트 옥사이드의 기계적 성질 및 물리적 성질

홍기철^{1*}, Eric Jianfeng Cheng², Nathan John Taylor², 최희만¹, Jeff Wolfenstine³, Jeff sakamoto². ¹국민대학교, ²University of Michigan, ³Army Research Laboratory

리튬-니켈-망간-코발트 옥사이드(NMC)는 리튬이온전지내의 양극 활물질로 많이 사용되는 물질이다. 그러나, 리튬의 탈리-삽입 과정에서 발생하는 스트레스로 인하여 발생하는 파괴가 전지의 수명특성을 감소시키기도 한다. NMC는 또한 전고체전지에 사용되기도 한다. 이 경우, 고체전해질 전극 제조에 이용되는 NMC와 고체전해질간의 열 팽창계수 값의 차는 전지의 충-방전시 각 부분의 팽창-수축되는 정도의 차에 영향을 주고, 이로 인하여 발생하는 스트레스는 파괴의 원인이 된다. 이처럼, 열 팽창 계수와 같은 양극활물질의 기계적 성질 및 물리적 성질은 전지의 수명특성을 예측하는데 영향을 준다. 그렇기에, NMC 분말을 hot-press 하여 제작한 다결정질 pellet으로 리튬-니켈-망간-코발트 옥사이드의 열 팽창계수, 탄성계수, 전단계수, 푸아송 비, 경도를 측정하였다.

P1-G2-12 High Efficiency Double Absorber PbS Thin Film Solar Cells Fabricated on a ZnO Nanorod Array

과산화아연 나노막대 위에 제작된 높은 효율의 황화납 박막 태양 전지

이채윤*, 연득호, 이승민, 조용수. 연세대학교

A scalable, low cost and less toxic synthesis route is introduced here for the fabrication of high efficiency PbS/CdS thin film solar cells. The devices utilizes a stack of two band-aligned junctions that facilitate absorption of a wider range of solar spectrum and an architectural modification of the electron accepting electrode assembly consisting of a very thin CdS layer supported by vertically aligned ZnO nanorods. An excellent cell efficiency of ~5.59% achieved with the nanostructure is the highest efficiency so far for the PbS-based solar cells not involving quantum dots. It also corresponds to the enhancement of the efficiency by ~39% primarily due to a significantly higher photon absorption in the PbS layer compared to the reference sample. A detailed 3D finite difference time-domain optoelectronic modelling of the device supports the enhanced performance with the nanostructure.

P1-G2-13 Fabrication of ZnO-In₂S₃@polyaniline Nanohybrid on FTO Glass for Enhanced Hydrogen Generation

수소 제조용 ZnO/In₂S₃/Polyaniline/FTO 전극

김현*, 양비룡, Amine Brayek. 금오공과대학교

Heterojunction structures are attracting lots of attention for enhancing the electron injection across the interface. ZnO-In₂S₃@polyaniline one-dimensional nanohybrid films are synthesized on conducting glass substrates in a controlled way, using a simple three-step electrochemical deposition, chemical sulfurization of ZnO nanowire array as reactive template and spin-coating technique. The light irradiance, measured by a thermopile detector, was 100 mW/cm². A monochromator (74,000, Newport) was used to investigate the

monochromatic responses (for IPCE, applied bias photon to current efficiency (ABPE), and band gap energy measurements) of samples.¹ The as-prepared ZnO-In₂S₃@polyaniline one-dimensional nanohybrids are found to exhibit significantly an enhancement in the incident photon-to-electron conversion efficiency as compared to ZnO nanowire arrays. The observed enhancement in photoelectrochemical activity is attributed to the photosensitization effect of visible light responsive PANI. The special electron structure in the heterojunction helped to reduce the energy barrier height at the interface and enhanced the separation of photo-generated carriers. Thus, the photoelectrochemical performance and the dispersing stability of the composite photocatalysts in water were highly improved. Hence, our proposed structure is a promising candidate as a photoanode for solar energy-to-hydrogen conversion devices.

P1-G2-14 TiO₂/Polyaniline Core/Shell on FTO Glass with the Enhanced Absorption and Photocatalytic Performance for Hydrogen Generation

수소 제조용 TiO₂/polyaniline core-shell/FTO

김현*, 양비룡, Amine Brayek. *금오공과대학교*

Heterojunction structures are attracting lots of attention for enhancing the electron injection across the interface. This work consists mainly on the production of hybrid nanostructures based on PANI (polyaniline) composites were synthesized by dilute polymerization of TiO₂ nanorods obtained by controlled hydrothermal method and aniline supported on FTO glass. The Electrochemical measurements were performed using a 1 kW xenon lamp (Newport) with its infrared wavelengths filtered out by water, and wavelengths below 420 nm removed by an optical filter, enabling measurements under visible light. The light irradiance, measured by a thermopile detector, was 100 mW/cm². A monochromator (74,000, Newport) was used to investigate the monochromatic responses (for IPCE, applied bias photon to current efficiency (ABPE), and band gap energy measurements) of samples. Clearly anchored PANI shell inhibit efficiently the recombination between the photo-generated electrons and holes (e-h) making them available for water oxidation. This work is very promising. The adopted chemical approach to produce such a nanostructure is very versatile and easy to achieve. Different polymerization PANI shell could be tested and the resulting heterostructures could be evaluated for the desired application. Several techniques were carried out to characterize the resulting heterojunction including FESEM, TEM, XRD and DRUV-Vis absorption spectroscopy.

P1-G2-15 Facile Synthesis of GDC for Ion Transport Membrane Ion Transport Membrane 제조를 위한 GDC 합성 연구

진연호*, 송철환, 양재교. *IAE고등기술연구원*

최근 Ion Transport Membrane (ITM) 혹은 Solid Oxide Membrane (SOM) 기술이 개발되어 신규 금속 제련 분야에 각광받고 있다. 산소 투과 멤브레인을 이용한 산화물 제련기술은 기존의 Pidgeon process 방법에 비해 CO₂ 발생량을 크게 절감할 수 있을 뿐만 아니라, 에너지 효율이 매우 높아 전력소모도 현저히 낮출 수 있는 장점이 있다. 이러한 산소 투과 멤브레인 공정을 이용한 제련 공정 개발을 위해 높은 이온 전도도를 갖는 물질 개발이 선행되어야 한다. YSZ, GDC 등이 후보 대상 물질로 알려져 있다. 본 연구에서는

GDC를 Solid-State 방법과 Urea-mediated hydrolysis 방법으로 각각 합성하였다. 우레아를 이용한 석출 공정은 Gadolinium nitrate hydrates와 Cerium nitrate hydrates를 전구체로 사용하였다. 가수분해 반응은 100도 미만의 온도에서 우레아(NH₂)₂CO의 농도에 의해 반응을 유도하였다. 가수분해 된 분말을 700도 2시간 열처리를 통해 최종적으로 GDC 분말로 회수할 수 있었다. 최종적으로 합성된 GDC 분말은 X-ray diffractometer (XRD)를 통해 Phase 분석을 진행하였으며, Gadolinium doping 양 확인을 위해 XRF, TEM(EDX) 분석 등을 통해 정량/정성 분석을 진행하였다. Solid-state법과 이온 전도도 측정을 수행하였다.

P1-G2-16 Low Temperature CO Catalytic Oxidation Over Pd-Cu/Mn Catalysts Calcined at Different Temperatures

Pd-Cu/Mn 산화물 촉매상에서 일산화탄소 저온 산화반응

이지호*, 김세희, 이희숙, 이학송, 배석수, 한양수. *(주)세일애프에이*

Noble metal (Pd and Pt) modified Cu/Mn oxide catalysts were prepared by wet-chemical route and the CO removal efficiency at room temperature was studied. The noble metals modified catalysts were prepared by the wet impregnation method. Nano-size Cu/Mn oxide particles prepared by a redox-precipitation method were soaked in Pd(II) and Pt(IV) containing aqueous solution. Thus prepared noble metal impregnated catalysts were dried and heated at different temperature. Surface and bulk properties of catalyst were studied with X-ray diffraction(XRD), X-ray fluorescence spectroscopy(XRF), nitrogen isotherm analysis along with the CO removal activity test.

P1-G2-17 Characteristic Evaluation of Catalytic Graphitized Cellulose Using Ni at Low Temperature

니켈을 이용한 셀룰로오스 소재의 저온촉매탄화 및 특성 평가

성영훈¹*, 김세영¹, Luyun Jiang², John Foord², 한성욱¹, 김희연¹, 한인섭¹. ¹한국에너지기술연구원, ²Oxford University

Carbon is used for application in various electrical industries such as electrodes of capacitor. Carbon is classified as amorphous carbon, crystallized carbon(2D), fully-crystallized carbon(3D), etc, and their features depend on their phases by temperature. Amorphous carbon is formed with low temperature below 600°C, crystallized carbon appears with temperature above 600°C and fully-crystallized carbon needs high temperature heat-treatment over 1900°C. Owing to a natural abundant and environmentally friendly properties, cellulose has been studied for reinforcement of polymer composites. Cellulose change into crystallized carbon at high temperature on electrical industries, but the studies on the electrical properties of carbonized cellulose are limited. Metal catalytic graphitization method leads to graphitization of carbon at low temperature, it has advantages of reducing cost, thermal damage, and crystal growth. In this study, we investigated the influence of nickel catalytic reaction on cellulose. The filter paper consisting of cellulose with nickel treatment was carbonized at temperatures ranging from 600 to 1300°C. The microstructure, phase, crystallinity and electrochemical property were evaluated by SEM, TEM, XRD, Raman spectroscopy, AFM and CV, respectively. The result shows that the nickel graphitization in cellulose is feasible to crystallize at low temperature and does get good electrochemical property with specific capacitance in range of 25-278.6 F/g.

P1-G2-18 Influence of Applied Anode Voltage on the Structural and Mechanical Properties of Oxide Layers Formed on Al-1050 by Plasma Electrolytic Oxidation

박상준*, 임대영, 송정환, 변지철. *배재대학교*

Plasma electrolytic oxidation(PEO) is environmentally friendly electrochemical techniques used to improve the desired functional properties by creating thick, dense, and ultrahigh hardness oxide layers with high insulation resistance on light metals and their alloy. The PEO treated metal alloy can be applied to computers, automobiles, aerospace components, a plurality of equipment and materials, such as engineering equipment parts.

Light metals are expected as a replacement material has an advantage in light weight, durable, energy efficient. Passive metals such as light metals of Al, Mg, Ti may have a number of problems such as corrosion resistance, wear resistance, oxidation resistance. Study on the Passive light metals surface treatment for solve this problem it is being actively conducted.

In order to improve the properties of the oxide layers formed on Al-1050 by the PEO process, we present our results on the effects of the applied anode voltage on the structure and properties of the oxide layers obtained by PEO with fixed electric parameters such as current density and ratio of anode/cathode current. The crystal structure, surface and cross-section morphology, the hardness of the oxide layers formed was precisely measured.

P1-G2-19 Degradation and Morphological Change of the SiC Fibers in the Acid/Alkali Solution at Elevated Temperatures

고은 산/염기 용액에서 SiC fiber의 열화 및 형태 변화 연구

박영지*, 김정운, 김현우, 김철진. *경상대학교*

Bag filter has been used in the industrial process such as steel manufacture, thermal power plant, and incineration plant where harmful dust is generated. However, currently used polymer bag filter that has heat resistance up to 270°C can't be directly applied to the high temperature environment. Therefore, bag filter made of SiC fiber fabricated by melt spinning recently draw attention to replace the polymer bag filter. Since the bag filter could be degraded during operation due to the high temperature and acid/base environment, this study analyze the degradation of SiC fibers in various experimental conditions. Bag filter woven with 5~10 um diameter SiC fibers were cut into 40 × 50 mm specimens. The specimens were exposed with the acid solution (HF (2 wt%), HCl (35 wt%), H₂SO₄ (98 wt%)) and alkali solution (NaOH (40 wt%), NH₄OH (25 wt%)) with different time (1h, 6h, 12h, 24h) and temperature (RT~100°C). The morphology of the surface and the fractured cross section of the SiC fibers were observed with SEM and the corroded depth of SiC fiber were analyzed with EDS.

P1-G2-20 Binder-free RuO₂ Decorated RuO₂/CNT Composite for Rechargeable Li-O₂ Batteries via Atomic Layer Deposition

신현섭¹*, 정규남², 김한성¹, 황진하³, 이종원². ¹연세대학교, ²한국에너지기술연구원, ³홍익대학교

Rechargeable lithium-oxygen (Li-O₂) batteries have the potential to deliver much higher energy density as compared with conventional Li-ion batteries, and thus, they are considered to be promising energy storage systems that can enable long-range electric vehicles. However,

carbon, the most widely used cathode material for non-aqueous Li-O₂ batteries, is known to undergo parasitic decomposition reactions with Li₂O₂ to produce carbonate species under typical operation conditions of Li-O₂ batteries, which in turn causes a considerable increase in the interfacial resistance. As a consequence, carbon-based cathodes suffer from low round-trip efficiency and poor cycling performance. Herein, we report a “binder-free” carbon nanotube (CNT) electrode in which ALD-derived RuO₂ nanoparticles act as both a “defect deactivator” of CNTs and an “electrocatalyst” for Li₂O₂ decomposition. It was demonstrated that the cathode with the unique architecture shows a remarkably reduced voltage gap as well as excellent long-term cyclability.

P1-G2-21 Mesoporous Rare Earth Nanocrystalline CeO, CeNbO₄ and Nb₂O₅ Ceramic Materials for Gas Sensing Application

가스 감지를 위한 조대 기공을 가진 나노 결정체 재료 CeO, CeNbO₄, Nb₂O₅

CHANDRAN BALAMURUGAN*, 손찬진, 김인호, KiKi Mulyadi, 송선주. *전남대학교*

In recent years, rare-earth ceramic materials have been extensively studied for their great potential application of gas sensing analysis. Here, we report an excellent gas sensing performance of semiconducting nanocrystalline CeO, CeNbO₄ and Nb₂O₅ are synthesised via controlling simple hydrothermal technique. The prepared sensing materials were studied with various characterization techniques such as X-ray powder diffraction (XRD), Fourier transform infrared (FT-IR), scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscope (TEM), X-ray photoelectron spectroscopy analysis (XPS), UV-Vis diffuse reflectance spectra (DRS) and impedance analysis. The gas response behaviour of the prepared materials was investigated with the change in electrical resistance of the materials in the presence and absence of a gas environment. Obtained results showed that the CeNbO₄ nanocrystalline based sensor exhibited high sensitivity and repeatability, as well as fast response and recovery towards liquid petroleum gas (LPG). The cross-sensitivity of CeNbO₄ based sensor was also investigated by assessing the response behavior of other interfering gases such as carbon monoxide (CO), ethanol (C₂H₅OH), hydrogen sulphide (H₂S) and hydrogen (H₂). The dominant LPG gas sensing mechanism of the CeNbO₄ ceramic nanostructure was also discussed based on the obtained characterization results.

P1-G2-22. Inorganic Charge Transport Layers Grown by Atomic Layer Deposition for Water-Resistant Perovskite Solar Cells and a Strategy for Tandem Devices

원자층 증착법 기반 무기 전하수송층과 수분안정적 페로브스카이트 태양전지 및 탠덤 소자의 응용

서성록*, 배창득, 정성화, 인용재, 신현정. *성균관대학교*

Halide perovskite solar cells have recently attracted huge attention because of their dramatic rise in power conversion efficiency within few years. However, high PCEs have not been guaranteed for the long-term period of the environmental stability. Here, we report highly efficient water-resistant perovskite solar cells that adapts uniform and dense inorganic charge transport layer (NiO and TiO₂ and ZnO) grown by atomic layer deposition (ALD) at relatively lower

temperature. Ultra-thin NiO films with the thickness of few times of Debye length (1~2 nm for NiO) show enough conductivities achieved by overlapping space charge regions, which finally exhibited a highest PCE of 17.40%. Furthermore, highly dense inorganic electron transport layer (ETL) has been deposited onto perovskite by ALD at low temperature (100°C). The unencapsulated devices shows excellent water-resistant properties compared to devices without ETL grown by ALD. We also demonstrated a two-terminal perovskite-perovskite tandem device with matched bandgaps. Inorganic ETL grown by ALD successfully enabled an additional infrared absorbing perovskite layer to be coated onto the pre-deposited wider bandgap perovskite film. Finally, newly developed tandem devices were fabricated and their photovoltaic performance and environmental stabilities were characterized.

P1-G2-23 Investigation of Solution Coated Compact and Mesoporous TiO₂ Layers for the Application of Perovskite Solar Cells 페로브스카이트 태양전지의 응용을 위한 솔루션 코팅된 compact과 mesoporous TiO₂층의 연구

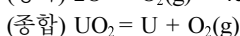
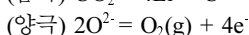
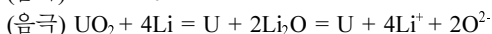
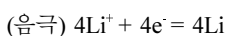
정우일*, 구현모, 양정엽. *군산대학교*

Methyammonium Lead halide based perovskite solar cells (PSCs) show significant potential as candidates for next-generation thin film photovoltaics because PSCs is rapidly increase in power conversion efficiency within the past 5 years from 3.8% to 22.1%. Solution coated TiO₂ layer is a wide bandgap semiconductor material used as the photoanode in PSCs. The fabrication of TiO₂ on conductive glass substrates plays an important role in the cell efficiency, since the quality of the TiO₂ layer affects the transmission and photoconductive properties. In this experiment, we have investigated solution processed compact and mesoporous TiO₂ layers for the application of PSCs. The solutions of compact and mesoporous TiO₂ layer were used 0.15 M titanium diisopropoxide di(acetylacetonate) and TiO₂ colloidal solution, respectively. Structural measurements were performed by a scanning electron microscope and x-ray diffraction. In addition, optical transmittance and optical bandgap of the TiO₂ layers were measured by a UV-Vis spectroscopy.

P1-G2-24 Electrolytic Reduction of Metal Oxides Using Conductive Ceramic Anodes

전도성 세라믹 양극을 이용한 금속산화물의 전해환원

김성욱*, 이상권, 전민구, 박우신, 허진목, 최은영. *한국원자력연구원*
전해환원공정은 용융염 전기화학 반응을 이용해 금속산화물을 금속으로 전환시키는 공정이다. 전해환원공정은 일반적인 고온 공정을 통해 생산이 어려운 다양한 금속 소재의 생산에 효과적으로 사용될 수 있다. 원자력연구원에서는 사용후핵연료의 효율적인 관리를 위한 파이로프로세싱의 단위공정으로서 산화물 사용후핵연료의 전해환원공정을 연구하고 있다. 전해환원공정을 통해 생산된 사용후핵연료 금속 전환체 내에 존재하는 재사용 가능한 핵종들은 후속 공정을 통해 회수된다. 파이로프로세싱 전해환원공정은 650°C의 LiCl-Li₂O 용융염을 전해질로 이용하여 진행되며 아래와 같은 전기화학 반응을 통해 이루어진다.



공정시 용융염 내 Li₂O가 금속 Li와 O₂ 기체로 전기분해가 되며, 이 때 음극바스켓 내부에 있는 UO₂가 생성된 Li와 반응하여 U로 환원되면서 새로운 Li₂O가 형성되며 용융염 내 Li₂O 농도가 일정 수준으로 유지된다. 양극에서는 고온의 O₂ 기체가 발생하기 때문에 양극 소재는 우수한 내산화성을 가지고 있어야 하며, 일반적으로 Pt가 사용된다. 하지만 Pt는 단가가 매우 높고 공정시 부반응에 의해 손상 받을 수 있기 때문에 새로운 양극 소재의 개발이 필수적이다. 본 연구에서는 Pt를 대체할 수 있는 양극 소재로서 TiN과 (La, Sr)MnO₃ 등 전도성 세라믹의 전기화학 특성 평가를 하였다. TiN과 (La, Sr)MnO₃를 양극 소재로서 사용하여 전해환원공정을 진행하였을 때 UO₂를 성공적으로 금속 U로 변환시킬 수 있었다.

P1-G2-25 Effect of Surface Oxide Layer of Zr on the Reaction with Chlorine

Zr 표면 산화막이 염소와의 반응에 미치는 영향 분석

전민구*, 최은영. *한국원자력연구원*

Zr 소재는 원전 핵연료의 피복관으로 사용되고 있으며, 장기 보관을 위한 건전성, 재활용을 위한 화학적 처리 등 다양한 연구가 원자력 분야에서 수행되고 있다. 본 연구에서는 ZIRLO 피복관 소재 표면에 산화막을 형성시켜 XPS 분석을 통해 온도 및 시간에 따른 산화막 구성물질의 변화를 관찰하였다. 반응 시간의 증가에 따라 ZrO₂ 상의 비율이 높아지는 것이 확인되었으며, 반응 온도의 증가에 따라 ZrO, Zr₂O₃, ZrO₂ 상의 비율에 변화가 있음을 확인하였다. 또한, 산화된 Zr 튜브의 염소와의 반응성 실험을 수행하였다. 이는 본 연구를 위해 별도로 제작된 TGA 장치를 이용하여 수행하였다. 500도에서 산화된 ZIRLO 피복관은 염소와 전혀 반응이 일어나지 않았으나 한 쪽 단면 혹은 양쪽 단면을 절개한 경우 염소와의 반응이 수월하게 진행되는 것을 확인하였다. 다양한 실험조건에서 염소와의 반응을 수행하여 얻어진 결과들을 이용하여 ZIRLO 피복관과 염소 기체의 반응 속도식을 도출하였다.

P1-G2-26 Radiation Dose Rate Evaluation for a SEM Analysis of a PWR Spent Fuel Specimen

가압경수로 사용후핵연료 시편의 전자현미경 분석을 위한 감마선량을 평가

권형문*, 박명철, 서형석, 김도식. *한국원자력연구원*

가압경수로 사용후 핵연료 시편을 분석하기 위해서는 일반적으로 차폐형 글로브박스 내부에 분석장비를 설치하고 원격으로 시편을 취급하여 분석해야 한다. 차폐형 글로브박스는 시편에서 방출되는 감마선의 차폐를 위해 납 또는 스틸로 제작되며, 원격취급을 위해 납유리 및 원격조종기 등을 갖춰야 한다. 이러한 방식은 상당한 비용을 발생하게 하고, 글로브박스 내부 오염으로 인하여 분석장비의 유지보수를 어렵게 한다. 글로브박스와 같은 차폐체를 사용하지 않고 사용후 핵연료 시편을 전자현미경으로 분석하기 위한 시편 조건을 검토하였다. 사용후 핵연료 시편은 가압경수로 연료로 4.5 wt% U-235 농축도, 60,000 MWd/tU의 연소도, 15년 냉각기간을 가정하였고, 시험자와 사용후 핵연료 시편과의 거리를 50 cm로 고려하였다. 시험자 위치에서 방사선작업구역의 피폭 선량을 기준인 25 μSv/h 이하 조건에 적합한 사용후 핵연료소결체의 크기는 1 mm 크기의 정육면체로 평가되었다.

P1-G2-27 Effect of the Surface Treatment on the Performance of LNCA Cathode Material

표면 처리를 통한 LNCA의 특성 변화

양재형*, 김학연, 김태중, 김용선. *인하대학교*

Li_2CO_3 or LiOH on the surface of lithium nickel cobalt aluminum oxide (LNCA), which remains as the residue of synthetic reaction or are formed from adsorption of moisture, deteriorate the performance of the cathode material. Converting the free lithium compounds to a stable layer is necessary to restore the charge/discharge capacity and prevent their side-reactions with the electrolyte. In this study, a stable pseudo-solid electrolyte interphase (SEI) layer was introduced on the surface of LNCA by a simple one-step solution process: LNCA powder which had been exposed to ambient air for a long time was mixed with a solution of lithium hydroxide, dimethyl carbonate, water and ethyl-alcohol, and the slurry was stirred at 60°C for 2h. The structure of the surface-treated LNCA was characterized by scanning electron microscopy (SEM) and the electrochemical properties were analyzed using a battery testing system. The surface-treated LNCA showed increased charge/discharge capacity and less amount of gas generation during high-temperature storage test, while maintaining the same level of cyclability as the pristine LNCA.

P1-G2-28 Fabrication and Evaluation of SiC Fibers with Uniformly Dispersed HfC Nanocrystals

HfC 나노결정이 균일분산된 SiC섬유의 제조 및 평가

배성균*, 신동근, 이윤주, 이현명, 조광연, 김영희. 한국세라믹기술원
SiC 섬유를 고온의 극한환경에서 장시간 안정적으로 사용하기 위해서는 고온 고강도, 내산화 특성과 더불어 내크립특성의 향상이 매우 중요하다. 일반적으로 세라믹소재의 고온 내크립특성을 향상시키기 위해 모재보다 고온물성이 우수한 2상을 분산시키는 2상 분산강화의 방법이 적용된다. 본 연구에서는 완전결정화된 SiC 섬유 미세조직의 결정계면에 HfC 나노결정을 균일하게 분산시켜 고온 내크립특성을 향상시키고자 하였다. 이를 위해 전구체인 폴리 카보실란을 개질하여 소결조제인 Al과 2상 형성을 위한 Hf를 복합도핑하였으며, 합성된 전구체를 $250 - 300^\circ\text{C}$ 에서 용융 방사하여 프리커서 섬유를 제조한 후 산화 안정화를 거쳐 1800°C 이상 고온에서 소결하여 HfC 나노결정이 균일하게 분산된 SiC섬유를 제조하였다. 제조된 SiC 섬유에 대해 SEM-BSE 이미지 분석을 통해 2상의 균일분산을 확인하였고, XRD 및 400 kV 고분해능 TEM을 통해 2상인 HfC에 대해 평가하였다. 더불어, 상온 및 고온 인장시험을 통해 제조된 섬유의 기계적 특성을 평가하였다.

P1-G2-29 Performance Improvement of All-solid-state Li-S Batteries with Optimizing Morphology and Structure of Sulfur Composite Electrode

최한울*, 임형태. 창원대학교

All-solid-state Li-S batteries were fabricated with lithium silicide anodes ($\text{Li}_{1.4}\text{Si}$), sulfide-based glass electrolyte ($\text{Li}_2\text{S-P}_2\text{S}_5$), and sulfur composite (sulfur + acetylene black + solid electrolyte) cathode. Various preparation methods, such as mortar mixing (MM), ball milling (BM), and secondary ball milling (SBM), were applied for the sulfur composite cathode. By changing the preparation methods from MM to SBM, the electrode morphology and the electrolyte/cathode interfacial area were significantly improved, which changes were confirmed with BET, SEM/EDS, and GITT analysis. These effects were reflected in the charge-discharge tests, and resulted in higher capacity of the SBM cell. Pyrolytic graphite sheet (PGS) was employed for the gradient structure of the sulfur composite cathode,

and the cell with PGS showed higher volumetric capacity and equivalent gravimetric capacity than did cells with the conventional cathode structure. This is because the amount of acetylene black in the composite cathode was reduced but the electron transport to/from the current collector was not sacrificed. Thus, the present work indicates that design and preparation of the electrode greatly affects the performance of solid state batteries with sulfur composite cathodes.

P1-G2-30 Characteristics of Mixed Potential Type NOx Sensor Using NiO-YSZ as a Sensing Materials with Plasma-sprayed YSZ Substrate

용사코팅 된 YSZ 기판과 NiO-YSZ 감지 전극을 이용한 혼합 전위차 형 NOx 센서 특성 평가

손찬진^{1*}, 홍재운¹, 노효섭², 송선주¹. ¹전남대학교, ²드림소재

혼합 전위형 NOx 센서의 기판으로 사용하기 위해 고상법으로 만든 YSZ를 granulation 시킨 후 용사 코팅법으로 증착시켰다. 상용화된 Tosoh 8YSZ와 비교하기 위해 powder와 시편의 미세구조를 XRD와 SEM을 이용하여 측정하였고 ac와 dc conductivity를 측정하여 전기적 특성을 관찰하였다. 일축 성형으로 만든 Tosoh 8YSZ에 비해서 용사 코팅법으로 만든 것의 conductivity는 더 낮게 측정되었으나 Arrhenius plot 결과 다른 방법으로 제작한 8YSZ가 비슷한 경향을 보였으며, 산소 분압을 바꿔주면서 측정하였을 때도 일정한 conductivity 값을 가지는 것을 확인하였다. 용사 코팅법으로 만든 YSZ가 센서 기판에 적합한 물질임을 확인하였고, NiO-YSZ 감지 물질을 스크린 프린팅 법으로 바른 후 1500°C 에서 3시간 동안 열처리를 마치고 NOx gas에 대한 감지 특성을 관찰하여 보았다.

P1-G2-31 Structural and Mechanical Properties Study of Hydro-thermal Carbonized Biomass (chamaecyparis obtusa wood)

열수탄화 공정을 통한 Biomass (chamaecyparis obtusa wood) 탄화체의 기계-구조적 특성에 관한 연구

김세영*, 김현욱, 한인섭, 성영훈, 윤석민. 한국에너지기술연구원

열수탄화(HTC) 공정은 목재와 같은 biomass 소재를 carbon으로 변환하는 방법 중 하나이며, pyrolysis 공정에 비해 비표면적을 향상시키는 장점을 갖는다. 본 연구에서는 HTC 공정 온도(250°C) 보다 높은 환경에 적용하기 위해 HTC로 carbonized된 chamaecyparis obtusa wood에 추가적인 열처리($600, 800$ and 1000°C)를 수행하였다. HTC 처리 sample의 cell wall은 porous한 layer를 포함하는 sandwich 구조를 보였으며, 열처리에 따라 변화함을 관찰하였다. 800°C 에서 surface area가 급격히 감소하는 pyrolyzed sample과 달리 $473 \text{ m}^2/\text{g}$ 의 우수한 결과를 보여 고온 안정성을 유지하였다. Mechanical properties 분석을 위해 압축시험을 수행하였으며, HTC sample이 plastic deformation 경향을 나타냄과 fracture mode가 상이하게 발생함이 확인되었다. 또한, mechanical strength가 longitudinal과 vertical 두 방향에 차이가 있음을 분석하였다.

P1-G2-32 Mg doped $\text{Na}[\text{Mg}_x\text{Ni}_{1-x/3}\text{Fe}_{1-x/3}\text{Mn}_{1-x/3}]\text{O}_2$ for Improved Performance of Layered Cathode Materials in Rechargeable Sodium Battery

소듐이차전지용 층상형 양극 소재의 성능 향상을 위한 Mg이 도핑된 $\text{Na}[\text{Mg}_x\text{Ni}_{1-x/3}\text{Fe}_{1-x/3}\text{Mn}_{1-x/3}]\text{O}_2$ 특성 평가

최재용^{1*}, 한규승¹, 정규남², 이종원². ¹충남대학교, ²한국에너지기술연구원

대용량 에너지저장 시스템(ESS)은 에너지의 효율적 이용 및 전력 수급 해결을 위한 핵심 기술이다. 최근 리튬이온전지가 ESS 분야로 영역을 확대하고 있으나, 가격, 리튬자원 수급 측면에서 개선이 필요한 실정이다. 저가의 풍부한 소듐 자원을 활용하는 소듐이온전지(Sodium-ion battery)는 ESS 분야에서 리튬이온전지를 비롯한 기존의 이차전지를 대체하고 ESS의 저가격화를 실현할 수 있는 유망 기술로 관심이 집중되고 있다. 소듐이온전지의 양극재로는 층상형 구조가 다른 결정구조들에 비해서 전기화학적 성능과 안정성 측면에서 우수한 특성을 보이고 있으며, 전이금속 중 고가의 코발트(Co) 소재를 대체할 수 있는 Ni, Fe, Mn 등의 원소를 사용하는 양극소재 관련 연구가 활발히 진행 중에 있다.

본 연구에서는 소듐이차전지용 층상형 양극재료 $\text{Na}[\text{Ni}_{1/3}\text{-Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}]\text{O}_2$ 의 층방전 성능을 개선하고자, Mg이 도핑된 $\text{Na}[\text{Mg}_x\text{Ni}_{1-x/3}\text{Fe}_{1-x/3}\text{Mn}_{1-x/3}]\text{O}_2$ 를 합성하고, 전기화학적 성능을 평가하였다. XRD, SEM, ICP 등을 통하여 Mg이 도핑된 $\text{Na}[\text{Mg}_x\text{Ni}_{1-x/3}\text{Fe}_{1-x/3}\text{Mn}_{1-x/3}]\text{O}_2$ 의 구조 및 물성 등을 분석하였으며, GITT, Ac-impedance, 층방전 평가 등의 전기화학 분석을 통하여 Mg 도핑이 양극소재의 층방전 수명에 미치는 영향에 대하여 분석하였다.

P1-G2-33 Sodium Disorder Induced Polymorphic Transitions in NASICON-type Materials

TRAN THI HUYEN TRAN*, Pham Thuy Linh, Dang Thanh Nguyen, 송진주, 박소현, 김윤화, 김하준, 임원빈, 김재국, 이중숙. 전남대학교

In the recent thorough re-investigation of scandium NASICON analog $\text{Na}_3\text{Sc}_2(\text{PO}_4)_3$, a second-order phase transition was first-time evidenced by the conductivity and in-situ XRD, which is suggested to correspond to the transition between two incommensurate modulated structures (b and b²) in vanadium NASICON analog $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$, in addition to a-b and b(b²)-g transitions where the substantial transformation enthalpy values are involved. The large thermal effects indicate the generation of considerable sodium disorder, which is also reflected in the conductivity behavior. The endothermic reaction generating the defect levels was exploited to develop a zero-thermal-quenching blue-emitting phosphor, $\text{Na}_{3-2x}\text{-Sc}_2(\text{PO}_4)_3:\text{xEu}^{2+}$, since the heat generation during LED operation is utilized for structural transformation and the defect levels act as electron-trapping centers favoring an energy transfer from traps to the Eu^{2+} 5d. High sodium ion conductivity in NASICON structure had led to development of battery electrodes $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ where efforts to enhance electrical conductivity are made. High temperature $\text{g-Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ was successfully employed for the electrodes of an all-solid state sodium battery operating at 200°C. According to the frequency domain analysis of Hebb-Wagner polarization, temperature-dependent AC response of $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ can be related to the mixed-ionic-electronic conduction characteristics associated with polymorphic phase transitions.

P1-G2-34 Study of Anti-Corrosion Effects with Ceramic Materials Coating

세라믹 코팅에 의한 내부식성 효과에 대한 연구

방정원¹, Nguyen Minh Dat², 안수빈¹, 김수룡¹, 김영희¹, 권우택¹. ¹한국세라믹기술원, ²Gyeongsang National University

The corrosion has been a big issue for many years in various industrial fields. The high temperatures and several gases are main factors to

cause corrosion on the surface of tubes in the boiler systems. We designed new equipment, which can test on the high temperatures under corrosive gas environments. Especially, the equipment can implement unique temperature conditions, which were similar to boiler systems composed of different temperatures on inside and outside of tubes. In this study, we applied ceramic materials to protect corrosion phenomenon on the high temperatures. We also analyzed various anti-corrosion coating methods by field emission scanning electron microscope (FE-SEM), energy dispersive spectrometer (EDS) and weight loss method. The results revealed that our optimized ceramic coating combination is an effective anti-corrosion method. In addition, the water glass and aluminum of the ceramic coating solution were critical factors as binder and active filler to maintain suitable thickness, which was main role to control shrinkage and cracks. Furthermore, we calculated residual tube life of various anti-corrosion methods on high temperatures by weight loss method.

P1-G2-35 Growth of Semi-insulating SiC Single Crystals by PVT Method

반절연 SiC 단결정 성장에 관한 연구

정은진^{1*}, 권용진¹, 정성민¹, 이명현¹, 최두진², 김영희¹. ¹한국세라믹기술원, ²연세대학교

SiC has been well known as superior ceramic material with excellent thermal and electrical properties, high strength, good chemical resistance and high hardness. For these reasons, SiC is an ideal substrate for the fabrication of optoelectronic and power devices. N-type and p-type SiC wafers can be used for a variety of applications such as heat-resistant semiconductor device. So the doping level in the SiC crystal growth is an important element.

In this study, we synthesized V-doped SiC powder by direct carbonization method. And SiC crystal growth was performed using SiC powder as the source material containing vanadium (0.4 wt.%) by PVT method. The PVT setup was inductively heated to temperature up to 2150°C (top of the crucible). Polymorphism of grown crystals were assessed using X-ray diffraction and Raman spectroscopy and the doping distribution of aluminum in SiC wafer was investigated by secondary ion mass spectrometry (SIMS).

P1-G2-36 Ruddlesden Popper Perovskite $\text{La}_{1.7}\text{Ca}_{0.3}\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{4.6}$ (x = 0, 0.25) Composites as Potential Cathode Materials for SOFC Ruddlesden Popper 결정구조 페로브스카이트 산화물의 구조적 특성에 기인한 $\text{La}_{1.7}\text{Ca}_{0.3}\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{4.6}$ 의 특성과 고체산화물 연료전지 양극으로써의 성능

김한빛*, 신미영, 신태호. 한국세라믹기술원

Ruddlesden Popper 결정구조 페로브스카이트 산화물은 rock-salt 층상 구조에 존재하는 격자간 산소 덕분에 높은 산소이온 전도도를 보인다. 이러한 특성을 바탕으로 Ruddlesden Popper 구조 물질에 대한 많은 연구가 진행되고 있으나 nickelate 에 집중되는 경향이 있다. 또한 다른 cuprate 기반 Ruddlesden Popper 구조는 단결정, 초전도체 등의 분야 외 고체산화물 연료전지의 양극으로써의 활용은 그 가능성에 비해 관심이 미미하다. 본 연구에서는 cuprate 기반의 $\text{Ln}_2\text{CuO}_{4.6}$ 에 알칼리토류금속인 Ca를 첨가하고 Cu자리에 Ni를 도핑함으로써 구조적인 안정성과 이온전도도를 향상시킨 $\text{La}_{1.7}\text{Ca}_{0.3}\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{4.6}$ 를 합성하였다. 합성된 물질은 Cu와 Ni의 비율에 따라 다른 구조적 특징을 보였으며 이에 기인한 특성들은

x-선 결정구조, 전기전도도, 산소환원 및 발생반응(ORR & OER), 고체산화물 단위전지 측정을 통하여 확인하였다. 합성된 $\text{La}_{1.7}\text{Ca}_{0.3}\text{Cu}_{0.25}\text{Ni}_{0.75}\text{O}_{4-\delta}$ 가 양극으로 사용된 고체산화물 단위전지는 우수한 성능을 보여주었으며(850도 수소/산소 조건에서 1.8 W cm^{-2}) 고온에서 전해질인 YSZ과의 반응으로 인한 $\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ 을 억제하기 위해 갈륨 도핑 세리아(GDC)가 사용될 예정이다.

P1-G3-1 Preparation of Boron Nitride/Silicon Nitride Composites with High Mechanical and Dielectric Properties

우수한 기계 및 유전 특성을 갖는 $\text{BN}/\text{Si}_3\text{N}_4$ 복합재료 제조

이세훈*, Lin Zhao, 재료연구소

$\text{BN}/\text{Si}_3\text{N}_4$ composites were prepared by gas pressure sintering. The production technology and performances of Si_3N_4 matrix composites, $\text{BN}_p/\text{Si}_3\text{N}_4$ composites, $\text{BN}_w/\text{Si}_3\text{N}_4$ composites were studied. The influences of composition and preparation process on the dielectric properties, mechanical properties, phase composition and microstructure of composites were investigated.

The effects of BN whiskers on the dielectric and mechanical properties of $\text{BN}_w/\text{Si}_3\text{N}_4$ composites were also investigated. The results showed that when the volume contents of BN particles were 0 - 20 vol.%, the addition of BN whiskers could effectively improve the dielectric properties of $\text{BN}_w/\text{Si}_3\text{N}_4$ composites while maintaining relatively good mechanical properties compared with BN particles. When the volume content of BN whiskers was 10 vol.%, the dielectric constant and dielectric loss tangent were 3.8 and 5.00×10^{-3} respectively, and the bending strength and fracture toughness still reached 215 MPa and $3.23 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ respectively. The interlocked microstructure of BN whiskers and rod-like $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ was responsible for the relatively good mechanical properties of $\text{BN}_w/\text{Si}_3\text{N}_4$ composites.

P1-G3-2 SiC-based Ceramic Matrix Composites Prepared by Precursor Impregnation and Pyrolysis Process

전구체 함침법으로 제조한 SiC계 세라믹 섬유강화 복합재료

이세훈*, 배창준, 정경운, 재료연구소

The processing and properties of SiC_f/SiC CMC prepared by precursor impregnation and pyrolysis (PIP) were investigated. Tyrano-SA grade 3 woven fabrics with PyC coating were used for the fabrication of SiC_f/SiC CMC. Up to 62 vol% SiC slurry was successfully prepared using a fine SiC powder (d_{50} : 170 nm). The enhanced dispersion of SiC filler was attributed to its roundish shape and amorphous surface which has many anchor site for the dispersant (Polyethylenimine, PEI). The CMCs made from the SMP- and the TBM-series polycarbosilane (PCS) precursors showed elegant fracture behavior with relatively low strength (200 - 240 MPa), while those from the Nabond PCS precursor were more brittle and strong (310 MPa). The CMCs suffered from strong deterioration at 1500°C. The oxygen which was contained in the PCS and SiC filler mainly caused the deterioration of properties at high temperature. The high temperature properties were improved by removing the oxide on the surface of SiC filler. The pre-treatment of the filler was performed by heating the infiltrated SiC filler at 1700°C in Ar. The oxygen content of the SiC filler decreased from 0.9 wt% to 0.1 wt% by the treatment. The SiC_f/SiC CMC retained 61% of room temperature strength after heating at 1400°C.

P1-G3-3 Optimization for Permeability and Electrical Resistance of Porous Alumina-Based Ceramics

다공성 알루미늄산화물 세라믹스의 투과도와 전기저항의 최적화 연구

김재¹*, 하장훈², 이종만², 송인혁². ¹과학기술연합대학원대학교, ²재료연구소

Recently, porous alumina-based ceramics have been extensively applied in the semi-conductor and display industries, because of their high mechanical strength, high chemical resistance, and high thermal resistance. However, the high electrical resistance of alumina-based ceramics has a negative effect in many applications due to the generation of static electricity. The low electrical resistance and high air permeability are key aspects in using porous alumina-based ceramics as vacuum chucks in the semi-conductor industry. In this study, we tailored the pore structure of porous alumina-based ceramics by adjusting the mixing ratio of the starting alumina, which has different particle sizes. And the electrical resistance was controlled by using chemical additives. The characteristics of the specimens were studied using scanning electron microscopy, mercury porosimetry, capillary flow porosimetry, a universal testing machine, X-ray diffraction, and a high-resistance meter.

P1-G3-4 Effects of High-energy Ball Milling and Reactive Spark Plasma Sintering on the Densification of HfC-SiC Composites

FENG LUN*, 이세훈, 재료연구소

The combined effects of high-energy ball milling (HEBM) and reactive spark plasma sintering (R-SPS) of HfSi_2 and C powder mixture on the densification and microstructure of nanostructured HfC-SiC composites were investigated. HEBM significantly promoted the densification and improved the microstructure of the HfC-SiC composites. In contrast, the reactions between HfSi_2 and C did not directly promote the densification of the HfC-SiC composites. While the reaction was mostly completed at 1300°C, the onset temperature of significant densification was 1610°C. Fine and homogeneously distributed HfC and SiC particles formed by HEBM and R-SPS were the key factors for promoting the densification of the HfC-SiC composites. The fine particles had high surface energy, which provided enough driving force for densification. In addition, the homogeneously distributed SiC particles effectively suppressed the growth of HfC particles during densification.

P1-G3-5 Characteristics of Ni-based Y_2O_3 Nano Composed Powders Synthesized by a PVA(Polyvinyl Alcohol) Solution Route

PVA 폴리머(Polyvinyl alcohol) 용액함침법으로 제조한 Ni-based Y_2O_3 나노복합분말의 특성분석

한영민¹*, 정충환¹, 이종현², 장진성¹. ¹한국원자력연구원, ²충남대학교

폴리머를 이용하여 one step으로 금속 및 세라믹스 나노분말을 합성할 수 있는 유/무기물 합성법인 PVA (Polyvinyl alcohol) 용액함침법은 Penchini process를 응용한 합성법이다. 분산가교제인 PVA는 금속 양이온과의 결합에서 chelation 공정 없이 polymerization 공정으로 양이온을 분산 하게 된다. PVA의 화학적 반응 작용인 polymeric steric entrapment 공정으로, 물에 용해된 PVA 분자의 -(OH)가 금속 양이온을 강하게 고착시켜 줌으로써 균일한 분산이 가능하고, 다공성의 안정화된 전구체를 제조할 수 있다. 또한 낮은

온도범위에서 PVA는 분해되어 합성이 가능하기 때문에 합성된 분말크기도 미세하고 좁은 입도 분포를 보인다.

유/무기물 화학적 합성법인 PVA 용액합성법은 주로 세라믹 나노분말 제조에 응용되어 사용되어 왔는데, 환원공정을 통해 금속 복합분말을 제조하려 한다. 이전 연구를 통해 $\text{NiCo-Y}_2\text{O}_3$ 분말합성이 가능함을 보였고, Ni기 초내열 합금 복합분말을 제조하려는 목적을 갖고 실험을 진행 하였다. 합성된 분말은 NiCo-Y, NiCoCr-Y, NiCoMo-Y로 Ni기 초내열 합금의 주요원소를 가지고 실험에 임했으며, Y는 산화물분산강화 효과로 첨가하여 Ni기 합금분말 내에 어떠한 분포를 갖고 있는지 확인하였다.

P1-G3-6 Carbide Interfacial Layer Coating on SiC Fiber by Sol-gel Method

Sol-gel 법을 활용한 SiC fiber 표면 탄화물 계면상 코팅 연구

이현근^{1*}, 송희², 김대중¹, 박지연¹, 김원주¹. ¹한국원자력연구원,

²한국기술교육대학교

세라믹 기지상 복합체에 사용되는 SiC 섬유는 복합체의 강도 및 파괴 인성 향상을 위해 계면상을 코팅하여 사용한다. 일반적으로 SiC/SiC 복합체의 SiC 섬유에 코팅하는 계면상은 PyC 또는 BN 상으로 층상구조와 약한 강도로 인해 SiC 섬유의 pull-out을 도와주는 역할을 하여 SiC 복합체의 강도를 향상시킨다. SiC/SiC 복합체는 높은 고온 강도와 우수한 부식저항성으로 인해 가스 터빈, 열교환기와 같은 고온 구조재료로 주로 사용이 검토되고 있다. 그러나 PyC 및 BN 계면상은 고온 산화에 취약하므로 고온에서 SiC/SiC 복합체를 사용하기 위해서는 외부 EBC(Environmental Barrier Coating) 코팅과 같은 추가 공정이 필요하다. 또한 경수로의 핵연료 피복관으로 적용되기 위해서는 냉각재 환경에서의 부식저항성과 고온산화저항성이 보장되어야 한다.

본 연구에서는 SiC 복합체의 고온산화저항성을 향상시키기 위해 고온 산화 저항성이 우수한 Ti_3SiC_2 를 SiC 섬유에 코팅하고자 하였다. Ti_3SiC_2 를 SiC 섬유에 코팅하기 위해 sol-gel 법을 활용하였다. 흑연 기판에 Sol-gel 법을 활용하여 TiO_2 를 코팅한 후 열처리하여 TiC 코팅층을 얻을 수 있었으며, 추가로 Si 과의 반응을 통해 Ti_3SiC_2 코팅층을 증착하고자 하였다. 위와 같은 공정정을 통해 SiC 섬유에 탄화물 코팅층을 증착하여 SiC 복합체의 계면상으로 활용 가능성을 알아보려고 하였다.

P1-G3-7 Fabrication and Characterization of Cu-SiC Composites for High-Performance Heat Dissipation Material

고성능 방열소재 개발을 위한 Cu-SiC 복합체 제조 및 특성 분석

마충일*, 이상진. 국립목포대학교

최근 전자 기기 및 전자 부품이 소형화, 슬림화, 다기능화함에 따라 전자 소자의 집적도가 높아지면서 전자 소자의 발열량도 크게 증가하고 있다. 이에 따라 방출 열을 제어하는 기술에 대해 많은 관심과 연구가 이루어지면서 고 방열 소재에 대한 수요가 급격하게 증가하고 있다. 고효율 방열소재가 갖추어야 할 조건은 여러 가지가 있지만 그 중에서도 가장 중요한 것은 높은 열전도도와, 낮은 열팽창계수이다. 소자에서 발생한 열을 외부로 효과적으로 방출시키기 위해서는 열전도도가 높은 소재가 필요하고, 전자 소자에서 사용되고 있는 기판은 저 열팽창계수를 갖는 물질들로 이 기판들과 접촉하고 있는 열기능 부품들은 기판들과의 열팽창계수 차이를 작게 하기 위해 자체적인 열팽창계수가 작아야한다. 지금까지 주로 사용되어지고 있는 방열 소재로는 알루미늄, 알루미늄 합금, 구리 등이 있으나 단일 방열소재의 개발 한계로 인해 복합재료를 이용

한 높은 열전도도와 낮은 열팽창을 동시에 제어할 수 있는 다기능 방열소재용 복합재료가 시도되고 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 높은 열전도도를 보이는 구리를 기지(matrix) 재료로 사용하고 낮은 열팽창계수를 갖는 탄화규소를 필러(filler)로 사용하여 구리 기지 탄화규소 복합체를 제조하였다. 전구체는 일반 수용액이 아닌 유기 용매에 구리질산염을 용해시키고 SiC 분말을 첨가하여 제조하였다. 소결조제로 아연(Zn)을 첨가하고 금속 양이온의 분산 극대화를 위해 PVB를 소량 첨가하였다. 이 후 500°C에서 하소 과정을 거친 후 성형체를 990°C 환원분위기 하에서 소결하였다. 액상 소결을 유도하는 소결조제의 첨가량에 따라, SiC의 분말크기와 첨가량에 따라 복합체의 치밀도, 열전도도 및 열팽창계수의 변화를 고찰하였다.

P1-G3-8 Effect of Polymer and Monomer Composite Dispersant on the Dispersion of YSZ Particles in Aqueous System

고분자와 단분자 복합분산제가 수계 중 YSZ 입자의 분산성에 미치는 영향

김수현*, Pesta Sinaga, 배성환. 경남대학교

YSZ는 경도가 높고 화학적으로 안정하며 이온전도성이 뛰어나 구조 재료 및 전자 재료로써 많은 연구가 진행중이다. YSZ의 특성 향상을 위해서는 치밀한 소결체를 얻는 것이 중요하며 이를 위해 성형 전 입자의 크기를 작고 균일하게 만들어야 하나 입자 크기 감소시 표면적이 커지고 표면에너지가 커져 응집을 일으키는 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 분산제와 같은 첨가제를 슬러리에 첨가하여 응집을 방지하고 분산 안정성을 확보하는 연구가 많이 진행되고 있다. 본 연구에서는 수계에서 Attrition Mill을 사용한 YSZ 파우더의 분쇄 공정에서 분쇄 특성을 향상시키기 위해 고분자, 단분자 분산제를 동시에 사용 하였다. 또한 분산제의 종류, 양에 따른 분쇄 및 분산 특성을 확인하였다. 분산제 중 고분자 분산제로 DARVAN-CN (Poly(methacrylic acid) ammonium salt), PAA(Poly-acrylic acid), PAMA(Poly-acrylic-co-maleic acid)를 사용 하였고 단분자 분산제로 Oxalic acid, Maleic acid, Citric acid, DAC(Dibasic Ammonium citrate)를 사용 하였으며 필요에 따라 NH_4OH , HCl을 첨가하였다. 본 발표에서는 복합 분산제가 첨가된 슬러리의 분산성 향상을 확인하기 위해 침전 높이, 침전 속도, 점도 측정하였고 PSA를 사용하여 입도 분석을 하였으며 입자의 형상을 확인하기 위해 SEM 측정을 진행하였다.

P1-G3-9 Electrical Property of Antistatic Zirconia Ceramics

대전방지 지르코니아 세라믹스의 전기적 특성

이삼행^{1*}, 박주석¹, 안종필¹, 소성민¹, 이성갑². ¹한국세라믹기술원,

²경상대학교

지르코니아(zirconia, ZrO_2)는 내열, 내식성이 우수하고 높은 강도, 경도 및 파괴인성으로 인해 기계부품, 내화물, 열차페 코팅 등 다양한 산업에서 사용되고 있다. 특히 최근 대량의 전장부품 제조를 위한 표면실장장치(SMD, Surface Mounted Device)의 주요 부품인 SMD nozzle로의 사용이 확대되고 있다. 그러나 SMD 장치의 반복적인 구동과 지르코니아 소재가 갖는 전기적 특성으로 인해 발생하는 정전기는 먼지와 같은 이물질의 부착을 유발하고 장치의 오작동을 발생시킨다. 이러한 문제의 보완은 대전방지 코팅을 사용할 수 있지만 코팅층이 마모되는 단점이 있다. 본 연구에서는 지르코니아 노즐의 대전방지 효과를 갖는 첨가물 조성에 관한 연구를 위하여 조성에 따른 결정상 분석, 미세구조, 저항특성에 관한 연구를 진행하였다.

P1-G3-10 Thermal Conductivity Improvement of Liquid Silicon Infiltrated Ceramic Matrix Composites by Increasing Interfacial Bonding Strength between Fiber and Matrix

용융침투 공정을 이용한 섬유강화 세라믹 복합소재의 섬유/모재간 결합력 강화를 통한 열전도도 향상 연구

송중섭^{1*}, 김세영², 한인섭², 이상국², 성영훈², 윤석민². ¹충남대학교, ²한국에너지기술연구원

C/SiC 복합소재는 내열 특성이 매우 우수하여 우주항공 부품 또는 고성능 브레이크 시스템이 적용되고 있다. 그러나, 고온 기계적 환경에 노출되는 우주항공용 부품은 냉각시스템과 연동 적용되는 경우가 다수이며, C/SiC 복합소재의 비교적 낮은 열전도 특성으로 인해 냉각 효율 향상을 위한 추가적인 연구개발이 필요하다.

본 연구에서는 복합소재 내부의 segment 균열의 양을 섬유와 모재간 결합력 강화를 통해 유도하였으며, 이를 통해 향상된 수직방향의 열전도도 결과를 확보하였다. 질산에 의해 처리된 탄소섬유의 표면은 활성화되어 모재와의 결합력을 증가시켰으며, 이로 인해 섬유/모재간 미소 균열은 억제되고 수직방향의 열전도도를 향상시키는 역할을 하는 섬유다발의 segment 균열을 증가시킬 수 있었다. 또한, 열전도도 이외의 기계적 특성 평가 또한 함께 수행되었다.

P1-G3-11 Machinability of Si₃N₄-BN Composites Fabricated by Hot-press Sintering

열간가압소결법으로 제조한 Si₃N₄-BN 복합체의 기계가공성

안종필^{1*}, 박주석¹, 소성민¹, 김형준². ¹한국세라믹기술원, ²인하대학교

질화규소(Si₃N₄, Silicon nitride) 세라믹스는 높은 기계적특성(강도, 경도), 내마모성, 내침식성, 내열성 등의 장점으로 다양한 산업용 부품으로 사용되고 있다. 하지만 질화규소의 높은 내마모 특성으로 인해 기계가공이 어려워 복잡한 형상 및 미세 정밀 부품으로 응용하는데 한계를 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 미세구조 제어(다공질) 또는 첨가제(glass, h-BN, graphite)를 첨가하여 가공성을 증가시키는 방법이 있다. 그 중 판상구조를 갖는 h-BN(hexagonal boron nitride)은 모재와 복합체를 형성했을 때 우수한 기계적 가공성을 나타낸다. 본 연구에서는 열간가압소결법을 이용하여 치밀한 Si₃N₄-BN 복합체를 제조하여 소결특성(밀도, 미세구조) 및 기계가공성을 측정하였다. 그 결과 미세 홀 가공(Φ 40 μm)이 가능한 Si₃N₄-BN 복합체를 제조하였으며 복합체 조성 및 소결온도에 따른 미세구조의 변화와 기계가공(hole 가공) 특성에 관한 연구를 진행하였다.

P1-G3-12 Fiber Volume Fraction Effect of C/C-SiC Composites on Thermal/Mechanical Properties Fabricated by Liquid Silicon Infiltration Processed

용융침투 공정으로 제조된 섬유강화 세라믹 복합소재의 섬유체적비 변화에 따른 특성 연구

김세영^{1*}, 한인섭¹, 이상국¹, 성영훈¹, 이슬희². ¹한국에너지기술연구원, ²연세대학교

세라믹 섬유강화 세라믹 복합소재는 내열 및 내환경 특성이 매우 뛰어나 항공 우주 부품 및 고온 환경 부품에 적용되고 있다.

본 연구에서는 경제적인 제조 기술인 용융침투법으로 복합소재를 제조 하였으며, 섬유체적비 변수를 통한 특성 변화에 대한 연구를 수행 하였다. 섬유의 체적비를 조절하여 잔류응력에 변화를 유도, 이후 탄화 시 발생하는 내부 균열의 양상이 용융침투 후 세라믹 복합소재에 미치는 기계적, 열적 특성을 분석 하였다. 섬유체적비 증가는 섬유/고분자 복합소재의 잔류응력을 증가시켰으며, 이에 따

라 섬유/모재 계면에 높은 응력 작용으로 균열 발생을 증가 시켰다. 섬유/모재 균열에 용융침투된 실리콘이 섬유를 손상시켜 높은 섬유체적비 복합소재의 기계적 특성이 감소하였다. 즉, 용융침투 공정 섬유강화 세라믹 복합소재 섬유체적비 증가는 기계적 특성 향상에 제한을 가지며 이는 내부 잔류응력에 의한 것으로 판단 되었다.

P1-G3-13 Fabrication and Property Evaluation of Pressureless Sintered Honeycomb SiC for the Reactor of Excess Enthalpy Combustion Scrubber

초과엔탈피 연소기술 적용 가스 스크러버 연소기용 탄화규소 허니컴 소재의 제조 및 특성평가

성영훈^{*}, 한인섭, 서두원, 김세영, 이상국. 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 dense honeycomb SiC with high strength and corrosion resistance for use in the reactor of excess enthalpy combustion-typed gas scrubber through pressureless sintering process. The SiC dough for extrusion was prepared by mixing SiC powder with carbon resin, organic binder and DI water in optimum ratio. The prepared SiC dough was extruded into a honeycomb mould and was sintered at 2150°C for 2 h in flowing argon atmosphere. The sintered honeycomb SiC has channels density up to 500 CPSI (Channels Per Square Inch). To evaluate this honeycomb SiC, we prepared disc type SiC w/o sintering additives and sintered at 1950 - 2150°C. The microstructure and phase were evaluated through SEM and XRD, respectively. The long-term corrosion resisting properties were also evaluated to confirm the feasibility for the reactor of gas scrubber using HF solution (conc. 50%) for 1 year. The corrosion weight loss and flexural strength (3-points) were measured before/after the long-term corrosion test, and the microstructural study was conducted through TEM analysis.

P1-G3-14 Rheological and Colloidal Properties of SiC Suspension to Porous Ceramics by Direct Foaming

직접 성형법에 의해 제조된 다공체 세라믹스의 SiC 서스펜션의 유동학과 콜로이드의 특성

김익진^{1*}, Bijay Basnet¹, 장우영¹, 박종규¹, 한인섭², 김미나³, 임형미³. ¹한서대학교, ²한국에너지기술연구원, ³한국세라믹기술원

This study reports on the impact that the rheological and colloidal properties have on the wet-foam stability of porous ceramics obtained from a particle-stabilized colloidal suspension via direct foaming. The partial hydrophobization of the colloidal suspension was carried out by applying Octylamine (12.5%) as a surfactant. Binder (PEG) was added as a wet foam stabilizer. This paper thus describes the influence that the binder content had on the wet foam stability in terms of the rheology, surface tension, average bubble size and air content. The results show a wet-foam stability of more than 90%, which corresponds to an air content of 86.5% with a colloidal suspension of 20 wt.% of binder content. The newtonian additive, binder decreases the viscosity of the colloidal suspension to a create a favourable condition for wet foam stability. The uniform distribution of highly

open/interconnected pores was controlled with an increase in the binder content of up to 20 wt.% and thick struts, leading to a higher wet foam stability for porous ceramics.

P1-G3-15 Highly Porous SiC Ceramics from Particle Stabilized Suspension

입자가 안정된 서스펜션으로 제조된 다공성이 높은 SiC 세라믹스
장우영^{1*}, Bijay Basnet¹, 박중규¹, 김태우², 한인섭², 김익진¹. ¹한서대학교, ²한국에너지기술연구원

This study reports on the wet-foam stability of porous ceramics that are formed from a particle-stabilized colloidal suspension for which the direct-foaming method is used. To stabilize the wet foam, an initial colloidal suspension of silicon carbide (SiC) was partially hydrophobized by the surfactant octylamine (12.5 wt.%). The influence of the binder content on the wet-foam stability in terms of the air content, bubble size, contact angle, surface tension, surface free energy, Laplace pressure, and relative bubble size is described in this paper. The results show a wet-foam stability of more than 95% that corresponds to an air content of 87.8%, an increase of the adsorption free energy from 3.0×10^{-5} to nearly 7.5×10^{-5} J, a Laplace-pressure increase from 0.16 mPa to 0.20 mPa, and a relative bubble size of 1.3 for the colloidal particles with a 20 wt% binder content. The uniform distribution of the highly open/interconnected pores could be controlled with thick struts and an increasing of the binder content up to 20 wt.%, leading to the achievement of a higher-stability wet foam with respect to the porous ceramic.

P1-G3-16 A Study on Adhesion and Electrical Properties of Silicon Carbide Coating on Alumina Substrate for Automobile Exhaust Gas Sensor

자동차 배기 가스 센서용 Alumina 기판상에 SiC 코팅의 접착력 및 전기적 특성에 관한 연구

공정훈*, 백창연, 김도경. 한국과학기술원

Exhaust gas sensor for automobiles takes an important role in particle mass (PM) regulation standard. For efficient sensing of exhaust gas, silicon carbide (SiC) layer was considered as a candidate for sensing electrode because of its high thermal inertness which guarantees superior recyclability. Alumina shows excellent properties such as stability under high temperature and good thermal shock resistance. Also with its similar coefficient of thermal expansion to SiC, alumina is a good candidate as the substrate for SiC coating. Nevertheless, some of them showed adhesion problems originated from deficiency of nucleation sites.

In this work, deposition of SiC layer has been done using a chemical vapor deposition (CVD) with different substrate roughness. Cooling and deposition time were also manipulated to enhance the adhesion between thin film and substrate. The sensing performance was evaluated with 2-probe multimeter and resistivity has been measured depending on the presence of carbon on the specimens.

P1-G3-17 In-situ Fabrication of Plasma Resistant YOF Coatings by Suspension Plasma Spraying for Silicon Semiconductor Industry

서스펜션 플라즈마 스프레이를 이용하여 반도체산업용 내플라즈마 YOF 코팅 In-situ 제조

박상준^{1*}, 김형준², 오윤석¹, 이성민¹. ¹한국세라믹기술원, ²인하대학교

본 연구에서는 서스펜션 플라즈마 스프레이 기술을 이용하여 플라즈마 저항성이 있는 YOF 코팅을 제조하고자 하였다. 서스펜션 제조시 Y_2O_3 와 YF_3 분말의 크기와 플라즈마 열량을 조절하여 코팅층의 YOF 합성 여부를 확인하고자 하였다. 본 실험을 single rapid scan 기법을 사용하여 서스펜션이 플라즈마에서 분열되고 증착되어 발생한 스플랫(Splat)의 성분과 빈도를 분석하였다. 또한 코팅 후 단면 이미지촬영과 표면 XRD 분석을 하여 각 조건별로 분석하였다. 마지막으로 투과전자현미경으로 좀 더 미세한 성분변화를 관찰하고 균일도를 평가하였다.

P1-G3-18 Microstructural Characterization of Additive-Doped UO_2 Pellets with Thermal Tests

첨가물 도핑된 UO_2 소결체의 열처리에 따른 미세구조 특성평가 연구

김동석*, 오장수, 김동주, 김준현, 김건식, 양재호. 한국원자력연구원

The development of UO_2 fuel pellets for LWRs has been focused on increasing the economic efficiency of the nuclear power generation through the efforts such as, increasing the fuel discharged burn-up, extending the fuel cycle, and up-rating the maximum power. However, the technical issues of the high burn-up fuels and the related operating conditions are to make the probability of PCI (Pellet Cladding Interaction)-related fuel failure higher. In order to mitigate the issue, PCI improvements can be achieved by enlarging the pellet grain size. A grain size enlargement of the fuel pellet is expected to enhance fuel plasticity at an elevated temperature of transient operation as well as the fission gas retention capability which is also an important feature of nuclear fuel pellets.

In this study, we will present the microstructural analysis of non-irradiated UO_2 pellets with the thermal annealing test. In order to investigate the effects of the selected additives on microstructural aspects of the pellets and fission gas retention capability, we have conducted microstructure analysis and a thermal annealing test for observing fission products release behavior. The characterization on the microstructures of the pellets, concentration and distribution of doped additives in the pellets will be provided. The result of this experiments and analysis is considered to be the basis for the analysis of the irradiated fuel pellets and designing pellets with PCI improvement.

P1-G3-19 Oxidation Behavior under Beyond-Design-Basis Accident Condition of Silicon Carbide Ceramics for Fully Ceramic Micro-encapsulated Fuel

임광영^{1*}, 나연수¹, 이승재¹, 김영옥². ¹한전원자력연료, ²서울시립대학교

The fully ceramic micro-encapsulated (FCM) fuel concept is a reliable strategy for overcoming accident tolerance issue due to it's a potential for achieving higher safety margins under beyond-design-basis accident (BDBA) scenarios by multiple SiC barriers such as SiC layer in TRISO and the dense SiC matrix of the ceramic capsules. FCM fuels containing SiC ceramics can be used under more extreme conditions owing to its enhanced oxidation resistance performance from steam reactions at high temperatures as compared to current UO_2 -Zircaloy fuel systems and the performance on high temperature

oxidation of FCM fuel is one of important factors for plant safety of nuclear reactors. Thus, investigating of corrosion behavior on SiC matrix of FCM fuel during high temperature steam condition exposure as BDBA condition is highly interesting. In this study is to investigate the corrosion behavior of SiC. High temperature oxidation performed from 1200 to 1700 °C with steam. The high temperature oxidation resistance of SiC specimens was dependent on the additive content, grain size, chemistry of the additive composition, and viscosity of liquid phase.

P1-G3-20 Synthesis and Characterization of Exchange Coupled Sr-hexaferrite/MnZn Ferrite Composite for Permanent Magnet Applications

영구자석용 교환결합 Sr-hexaferrite/MnZn ferrite 복합체의 합성과 특성 평가

고태원*, 이강혁, 유상임. 서울대학교

According to the proposal of exchange coupling theory in 1991 by Kneller and Hawig [1], its application has been focused on powder and layered films. However, the exchange coupling effect in bulk permanent magnets has never been reported. In this study, the exchange coupling behavior in bulk hard/soft magnetic composite was investigated on the hard/soft composite magnets composed of strontium hexaferrite/manganese zinc ferrite, which were synthesized via conventional solid-state reaction. Raw materials were SrCO_3 , Fe_2O_3 for strontium hexaferrite, and Mn_2O_3 , ZnO , Fe_2O_3 for manganese zinc ferrite. They were ball-milled and uniaxially pressed into precursor pellets. The strontium hexaferrite precursor was calcined at 1200°C for 10 h in air, and manganese zinc ferrite at 1200°C for 8 h in air. The calcined pellets were crushed and sintered at 1300°C for 2 h in air. The samples were characterized by X-ray diffraction (XRD), vibrating sample magnetometer (VSM), and scanning electron microscope (SEM). Details will be presented for a discussion.

[1] IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 27, No. 4, July 1991.

P1-G3-21 발표취소

P1-G3-22 Alumina-Alumina Joining by Reaction-Bonded Aluminum Oxide (RBAO) Process

알루미나 반응소결 공정(RBAO)을 이용한 알루미나-알루미나 접합

김태경*, 박찬영, 이현권. 금오공과대학교

세라믹스는 분말을 성형한 후 소결하는 제조공정상 복잡한 형상을 제조하는데 제약이 존재한다. 일반적으로 소결 후 가공을 통해 복잡한 형상의 제품을 제조하고 있으며, 이로 인해 전체 생산비용에서 가공비용이 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 금속 및 유리질을 활용한 세라믹스 접합 방법이 사용되고 있다. 하지만 세라믹스 단일체에 비해 접합체의 강도 및 고온 특성, 화학적 안정성 등의 물리화학적 특성이 상대적으로 낮아 사용상 제약을 야기한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 나노분말 및 sol, paste 등의 접합재를 활용한 세라믹-세라믹 접합에 대한 꾸준한 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 알루미나-알루미나 접합에 RBAO공정을 이용한 알루미나 세라믹스를 제조하였다. RBAO공정을 이용하기 위해 $\text{Al}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 출발 혼합분말을 유성구 불밀로 분쇄한 후 알루미나 성형체의 접합재로 사용하였다. 1650°C에서 2시간 소결하여 알루미나 세

라믹스를 제조하였으며, 치밀한 접합면을 형성하는 것을 SEM을 이용해 확인하였다.

P1-G3-23 Development of High Strength and Low Shrinkage Alumina Bonding Material Capable of Low Temperature Sintering

저온소결이 가능한 고강도 저수축의 알루미나 접합재 개발

정태영*, 김득중, 이계옥. 성균관대학교

기존에 반도체 및 디스플레이 공정용으로 사용되어지는 진공척의 접합재료는 주로 resin과 유리질을 이용하고 있으나 내구성이 부족하고 열처리 과정에서 용해에 의해 불균일한 수치변화 등의 문제점이 부각되고 있다. 따라서 이를 해결하기 위한 방안으로 Polysiloxane 계열의 저렴하고 성형 및 가공이 용이한 세라믹진공체를 도입하고 세라믹 Filler를 첨가하여 신개념의 세라믹 접합재료를 개발하고자 한다. Matrix를 형성시킬 Polysiloxane 계열의 MK 분말과 Matrix 내부를 채울 Filler로 Al_2O_3 와 저융점 세라믹재료 B_2O_3 , Bi_2O_3 를 혼합하여 접합재를 개발하였다. 800°C의 낮은 온도에서 알루미나의 접합을 시도하였고, UTM, XRD, SEM 등의 분석장비를 이용하여 접합재의 특성을 분석하였다.

P1-G3-24 Electrical and Thermal Properties of SiC-based Composites with Yttria and Scandia Additives

이트리아와 스칸디아 소결첨가제로 제조된 탄화규소 기반의 복합재료의 전기적 열적 물성

류의현*, 장승훈, 김영옥. 서울시립대학교

The electrical and thermal properties of the SiC-Zr₂CN composites were investigated as a function of initial ZrN content. The electrical conductivity of these composites increased from $3.8 \times 10^3 (\Omega\text{m})^{-1}$ to $2.3 \times 10^5 (\Omega\text{m})^{-1}$ with increasing the ZrN content from 0 to 35 vol%. The electrical conductivity of $2.3 \times 10^5 (\Omega\text{m})^{-1}$ obtained in SZN35 is at least one order of magnitude higher than the highest reported value of electrically conductive SiC ceramics. This high electrical conductivity in the composites was caused by the growth of heavily N-doped SiC grains and in situ synthesis of electrically conductive Zr₂CN grains. In contrast, the thermal conductivity of the composites decreased from 200 W/mK to 81 W/mK with increasing ZrN content from 0 to 35 vol%. This was caused by (1) the lower thermal conductivity of Zr₂CN and (2) the decreased grain size of SiC from 5.3 to 2.7 μm with increased ZrN content.

P1-G3-25 Processing of Frit-Bonded Silicon Carbide Membrane Supports

프리트 결합 탄화규소 멤브레인 지지체의 제조공정

김현민*, 류의현¹, 김수창¹, 김영옥¹, 송인혁². ¹서울시립대학교, ²재료연구소

Porous silicon carbide membrane supports were successfully fabricated from SiC and glass frit at a temperature as low as 850°C in air by a simple pressing and heat-treatment process. The porosity of the porous SiC membrane supports decreased with increasing initial particle size of SiC. In contrast, the pore size increased with increasing initial particle size of SiC. The specific flow rate of the glass-bonded SiC membrane supports increased with increasing SiC particle size in the initial composition. This result indicates that the specific flow rate, in the porosity range of 37 - 46%, is primarily dependent on the pore size rather than the porosity. Typical flexural

strength, permeability, and specific flow rate of the porous SiC membrane supports fabricated using 65 μm SiC particles and 15 wt% glass frit were ~ 65 MPa, 1.04×10^{-12} m², and ~ 63 L/min/cm² at a Δp of 30 psi, respectively.

P1-G3-26 Synthesis of Hexagonal Boron Nitride Structure by the Atomic Substitution Reaction Using Hexagonal Carbon Materials Hexagonal carbon을 이용하여 구조치환으로 인한 hexagonal Boron Nitride 합성

김혜영^{1*}, 김우식¹, 김철진². ¹한국세라믹기술원, ²경상대학교

Boron Nitride (BN) products have attracted attention because of their high elastic modulus, high melting point, superb thermal conductivity, large and direct band gap, and mechanical strength at high temperature. Also BN is stable even in an inert gas above 2000°C. BN structure is B and N atoms are sp² covalent bonds, and each layer has a weak van der Waals bond. In this study, hexagonal BN(h-BN) could be synthesized by the atomic substitution reaction using B, N source and hexagonal carbon materials because which have similar lattice parameters with h-BN. The h-BN synthesized by the structure substitution reaction could be produced cheap and large scale as compared with the conventional CVD method. Various shape h-BN could be synthesized such as bulk, nanosheet, and nanotube structure using various hexagonal hexagonal carbon structure as the starting materials (graphite, graphene, and CNT). The structural features and transformation mechanism of h-BN had been studied by various analysis using FE-SEM, XRD, FT-IR, and TGA etc.

P1-G3-27 Microstructure and Mechanical Properties of TiC-ZrC-Ni/Co Composites Fabricated Using Premixed TiC-ZrC Powders

TiC-ZrC 복합 분말을 사용하여 제조된 TiC-ZrC-Ni/Co 복합체의 미세조직 및 기계적 특성

문아람^{1*}, 권한중², 서창열², 서용재², 김병수². ¹과학기술연합대학원대학교, ²한국지질자원연구원

TiC는 높은 경도, 내마모성 및 화학적 안정성 등 우수한 특성으로 절삭공구 소재로 널리 사용되어왔다. 일반적인 절삭공구 제조 공정에서는 주원료인 TiC와 ZrC 등 제2탄화물 분말 및 Ni, Co 등 금속 분말을 혼합하는 단계를 거친 후 혼합체에 대한 성형 및 소결을 통해 최종적으로 절삭공구가 제작되게 된다. 이러한 공정을 통해 제조된 절삭공구는 소결 시 TiC, ZrC 등 탄화물의 입자 성장이 용이하여 경도 저하, 금속 성분의 몰림에 의한 파괴 인성 감소가 발생하기 쉽다. 본 연구에서는 절삭공구 제작 시 탄화물 입자 간 응집을 최소화하고 금속 성분들이 균일하게 분포될 수 있도록 탄화물이 선 혼합된 형태의 복합 분말(TiC-ZrC)을 제조하는 공정을 도입하였다. 복합 분말 제조를 위한 원료는 산화물/탄소 혼합체(TiO₂/ZrO₂/C)를 사용하였으며 DSC 분석을 통해 최적 탄화 환원 온도를 적용하여 TiC-ZrC 복합 분말을 합성하였다. 합성된 TiC-ZrC 복합 분말을 금속 성분과 혼합 후 TiC-ZrC-Ni/Co 소결체를 제조하고 미세조직을 관찰한 결과 미세조직 상 TiC, ZrC 입자들이 균일하게 분포한 것을 확인하였으며 binder 몰림 현상 또한 발견되지 않았다. 그 결과 TiC-ZrC 혼합 분말을 사용하여 제조된 TiC-ZrC-Ni/Co 소결체는 기존 공정으로 제조된 TiC-ZrC-Ni/Co 소결체에 비해 경도 및 파괴인성이 향상된 것을 확인할 수 있었다.

P1-G3-28 High Temperature Pyrolysis Behavior of Polycarbosilane Addition of Boron Compound

보론 화합물을 첨가한 폴리카보실란의 고온열분해 거동

박소정^{1*}, 배성균², 조광연², 신동근², 김영희², 류도형¹. ¹서울과학기술대학교, ²한국세라믹기술원

탄화규소(SiC)섬유는 고온에서도 우수한 기계적 특성을 나타내는 세라믹 강화제로써 프리커서인 폴리카보실란(polycarbosilane, PCS) 섬유의 안정화, 열분해 과정을 거쳐 제조된다. 탄화규소(SiC)섬유가 만들어질 때 섬유는 안정화 및 저온과 고온의 2단계 열분해 거동을 거쳐 탄화규소(SiC)섬유로 제조되는데 섬유의 고온 열분해과정 중 기공 형성으로 인한 섬유의 열화를 제어하기 위해 소결조제로써 보론화합물 분말을 첨가하여 섬유 내부에 보론을 공급한 후 치밀한 미세조직을 갖는 탄화규소(SiC) 섬유를 제조한다. 제조된 섬유의 SEM, EPMA, XRD, 인장강도 등을 통해 고온 열분해 거동을 관찰하였다. 보론첨가섬유의 열처리 온도가 1700도 미만의 경우에 보론은 섬유의 표면부근에만 관찰되었다. 보론이 도핑된 영역은 매우 치밀하였으나 보론이 확산되지 못한 섬유의 내부는 다공성이었다.

P1-G3-29 Effect of Composition and Process Variables on Leak Characteristic of Ceramic Sealing Materials for Automotive Sensors

조성 및 제조공정 조건에 따른 자동차 센서용 세라믹 Sealing 소재의 리크특성

강원경^{*}, 민준원, 유승을. 자동차부품연구원

자동차 부품 중 배기관에 장착되는 센서들은 배기가스의 각종 정보를 검출하고 엔진제어유닛(Engine Control Unit)으로 제공함으로써 자동차 엔진의 연소를 제어할 수 있도록 하는 센서이다. 이러한 센서들은 국내 여러 업체에서 국산화 개발을 진행하고 있으며, 주요 구성품은 센서 엘리먼트 이외에 보호캡, 세라믹 Sealing 소재, 하우징, 세라믹튜브 및 배선 등이다. 이중 세라믹 Sealing 소재의 국산화 개발은 진행 중으로 센서 구성품의 완전한 국산화를 위해서 추가적인 기술개발이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 자동차 배기계에서 고온, 진동 등 가혹조건에 기밀성 소재로 열팽창계수, 내열성, 성형성 등을 고려하여 Talc(3MgO·4SiO₂·H₂O), Kaolinite(Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O), Muscovite(3Al₂O₃·6SiO₂·2H₂O), 및 Bentonite(Al₂O₃·4SiO₂·H₂O) 등 주원료와 다양한 유리원료를 배합하여 최적 조성비를 설계하고자 하였다. 준비된 혼합분말을 사용하여 압력(약 500~4,200 kgf/cm²)에 따라서 성형체를 제조한 후, 열처리 전과 후의 밀도, 기공률 및 열팽창계수 등을 측정하여 소재의 기본 특성을 파악하였다. 이어 중요 기능 특성인 기밀특성을 분석하기 위하여 센서 하우징 구조물을 제작하고 기밀성 실험장비(GPA-2001, 비에스켄)를 활용하여 Sealing 소재의 기밀성을 확인하여 최적 제조공정 조건을 확립하고자 하였다.

P1-G3-30 Oxidation Properties of Additives doped UO₂ Pellets 첨가제를 함유한 UO₂ 소결체의 산화 특성

오장수^{*}, 김건식, 김동주, 김종현, 김동석, 양재호. 한국원자력연구원
고연소도용 UO₂ 소결체의 개발은 원자력 발전의 경제성을 향상시킬 수 있는 중요한 요소 중 하나이다. 핵연료의 연소도가 높아지면 우라늄 자원이 절약할 수 있으며 원자력의 발전 비용을 절감할 수 있다. 또한, 사용 후 핵연료의 저장 및 처리 비용을 줄일 수 있는 경제적 효과를 기대할 수 있다. 그러나 연소도의 증가는 빠른 출력 변화와 순간적인 고출력 등의 가혹한 운전 환경을 야기시킨다. 이러한 운전 환경에서는 UO₂ 소결체에서 발생한 핵분열 생성물에 의

한 핵연료봉의 특성 열화와 급격한 출력 변동에 의해 팽창하는 소결체가 피복관에 가하는 충격이 안전성을 저해하는 중요한 요인이다.

한국원자력연구원에서는 첨가제를 이용하여 고연소도에서 핵분열 생성물의 방출을 저감시키고 소결체와 피복관의 상호작용(Pellet-Cladding-Interaction)을 줄일 수 있는 소결체를 개발중에 있다. 소결체의 노외 특성 시험은 노내에서의 거동을 예측 하고 성능을 평가하기 위해 수행한다. 노외 특성 시험을 통해 상용 UO_2 소결체와 특성 차이를 확인하고 성능 평가 자료로 활용할 필요가 있다.

원자로 운전 중에 연료봉이 결함에 의해 파손 될 경우 핵분열 생성물이 냉각수로 방출이 되고 냉각수에 의한 핵연료의 유실이 발생한다. 핵연료봉의 손상은 UO_2 소결체가 산화 분위기에 노출이 되게 함으로써 산화가 진행되어 소결체가 파편화가 되고 냉각수로의 유실이 발생한다. 그래서 손상된 핵연료봉내 UO_2 소결체의 산화 거동을 파악하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 개발 소결체의 산화 거동을 파악하기 위해 순수 UO_2 소결체와 함께 산화 저항성 시험을 수행하였다.

P1-G3-31 Synthesis of High Purity Silica Powder Using $SiCl_4$ by Flame Hydrolysis and Sol-Gel Method

$SiCl_4$ 원료를 이용한 기상법 및 액상법 고순도 실리카 분말 제조

김종호*, 정진호, 이동제, 정은진. RIST

고순도 실리카 원료는 석영유리 제조 및 다양한 분야에 널리 활용되고 있는 세라믹 소재이다. 고순도 실리카 분말을 제조하기 위한 방법은 다양한 기법이 존재하며 본 연구에서는 기상법과 액상법을 이용하여 고순도 실리카 분말을 제조하고 그 특성을 비교하고자 한다. 고순도 실리카 분말을 제조하기 위한 원료는 동일하게 고순도 사염화실란을 적용하였다. 기상법은 산소소 화염을 이용하여 고온 반응시키고 사염화실란은 반응하여 실리카와 염산을 생성한다. 액상법은 사염화실란과 암모니아 및 증류수를 혼합하여 제조하고 회수 및 건조하여 분말을 제조한다. 위와 같이 제조된 두 분말은 입자의 크기, 형상에서 다양한 형태를 띠고 있어 특성이 상이하다. 본 연구에서는 각 공정의 실험변수에 따른 분말의 특성을 상호 비교하고자 한다. 또한 공정 조건에 따른 오염 정도를 파악하고 고순도 분말을 제조하기 위한 공정조건을 제시하고자 한다.

P1-G3-32 Manufacturing Glass Fiber Reinforced Polymer Using Heat Radiation Filler and Evaluating Properties

방열 필러를 적용한 유리섬유 강화 복합체 제조 및 특성 평가

이수연*, 문소윤, 임형미. 한국세라믹기술원

유리섬유 강화 복합재료(glass fiber reinforced polymer)는 전기적 및 화학적으로 우수한 특성을 갖는 에폭시 수지에 기계적 강도를 보강하기 위해 유리섬유를 함유시킨 하이브리드 재료로서 전자부품, 전자 소자, PCB 기판 및 항공우주 산업에 이르기까지 폭넓게 사용되고 있다. 전기, 전자 분야에서 전자기기의 소형화와 다기능화로 인한 발열문제가 기기의 치명적 고장 원인이 되고 있어 방열 특성이 요구된다. 본 연구에서는 유리섬유를 사용하여 FRP를 제조하고 방열 특성을 높이기 위해 방열 필러를 첨가하여 실험을 진행하였다. 방열 필러로 Al_2O_3 와 BN을 사용하였고 SEM 측정을 통해 형상이나 크기 효과를 확인하였다. 또한 필러와 에폭시 수지를 혼합한 기능성 수지의 필러 함량별 점도 거동을 파악한 후 복합체를 제조하고 그 특성을 비교하였다. 제조한 복합체의 난연성과 기계적 특성을 측정하기 위하여 LOI와 인장강도를 측정하여 그 특성을 비교하였고, 전기적 열적 특성 평가 항목으로 표면저항, 절연파괴 강도, 열전도도를 측정하였다.

P1-G3-33 The Effects of Acidity-Alkalinity Control on Dispersion Properties of ZrO_2 Slurry

Sinaga Pestaria*, 김수현, 배성환. 경남대학교

Obtaining a stable slurry in a dispersion of ceramic powders is one of the most important things that we should be prepared. Low viscosity which is a function of powder size and solid loadings of suspension of ceramic slurry is one of the effectivity of dispersant is mainly by its ability to absorb into the surface of the powder. However to obtain a homogeneous, well stabilized and contain high solid loading of suspensions without dispersant agent is difficult. Preparation of stable slurry of Yttria-stabilized ZrO_2 (YTZ) with a narrow particle size has been prepared by addition of diammonium citrate and ammonium polyacrylate as a function of dispersant agent. This paper will be focus on the effect of the acidity and alkalinity of dispersant agent adsorption into the surface of YTZ powder. Some condition of YTZ suspension has been prepared with the different concentration of diammonium citrate and ammonium polyacrylate (0.5 - 5.5 wt%) to found the most efficient of the addition of the dispersant agent to obtain the stable slurry of YTZ. FTIR characterization, SEM characterization, sedimentation treatment, measuring of viscosity and particle size analyzing have been used to. The stability of dispersion was calculated theoretically by using DLVO theory to the measurement of the sterical repulsive and double layer energy.

P1-G4-1 Effect of Grinding Media Properties in a Traditional Ball Mill by Discrete Element Method Simulation

불연속소자 시뮬레이션에 의한 전통 볼 밀에서의 매체 특성 연마 효과

Amgalan¹*, Ichinkhorloo Batchuulun¹, Uyanga Batjargal¹, Battsetseg Jargalsaikhan¹, Heekyu Choi¹, Seongsoo Kim¹, Bayanjargal Ochirkhuyag², Jehyun Lee¹. ¹창원대학교 ²National University of Mongolia

A simulation of the three-dimensional motion of grinding media in the traditional ball mill for the research of grinding mechanism and investigating of physical characteristics of grinding equipment have been carried out by 3-dimensional discrete element method (DEM). The motion of the balls and the forces acting on them were calculated, and the results showed that the forces applied to the balls increased greatly as the revolution speed of the mill. The main force acting on the balls was the normal force, and was higher than the tangential force. Experiments were conducted to quantify grinding performance under the same conditions. The experimental results showed ball motion affects on the particle morphology, which was changed from irregular type to plate type with increasing rotation speed.

P1-G4-2 Analysis of Different Grinding Media in Milling Process by Stirred Ball Mill with DEM Simulation

DEM 시뮬레이션 교반볼밀에 의한 밀링 공정에서의 다양한 분쇄 매체 분석

Amgalan¹*, Battsetseg Jargalsaikhan¹, Ichinkhorloo Batchuulun¹, Uyanga Batjargal¹, Heekyu Choi¹, Seongsoo Kim¹, Ochirkhuyag Bayanjargal², Jehyun Lee¹. ¹창원대학교 ²National University of Mongolia

A simulation of the three dimensional motion of balls in a stirred ball mill for the research of grinding mechanism has been carried out by DEM simulation. We studied the motion of the balls and the forces acting on them were calculated in the two different kinds of ball milling by DEM simulation. The effect of operational variables such as rotational speed, ball material and size on flow velocity, collision force and total impact energy was analyzed. The results showed that increased rotation speed with interaction impact energy between ball to ball, ball to pot's wall and ball to stirrer. The rotation speed increases with an increase the impact energy. Experiments were conducted to quantify grinding performance under the same conditions. The experimental results showed ball motion affects on the particle morphology, which was changed from irregular type to plate type with increasing rotation speed. The evolution depends on the impact energy increases of the balls. These findings are useful to understand and optimize the ball motion and grinding behavior of the stirred ball mill.

P1-G4-3 Fabrication of Soft Magnets with High Saturation Magnetization from Fe/Co Ratio Control by Electroless-plating 무전해 도금방법을 이용한 Fe/Co 조성비 제어에 의한 연 자성체 특성에 관한 연구

김단비*, 임재홍. *재료연구소*

영구자석은 전기적 에너지와 기계적 에너지간 상호 전환 가능한 특성을 가지고 있기 때문에 트랜스·발전기·모터·통신기기 분야 등에 널리 적용되고 있다. 그 중 FeCo합금은 높은 자성 특성 및 우수한 강도를 가지고 있어 최적의 연 자성체 중 하나로 잘 알려져 있다. 특히 Fe와 Co의 비율에 따라 자화 값, 높은 큐리 온도와 결정성 등의 특성이 변화한다. 이러한 조성에 따른 특성에 관한 연구가 도금 공정에서는 많이 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구는 FeCo 합금을 친환경 적이고, 비교적 공정이 간단한 무전해 도금 방법을 이용하여 제작하였다. 무전해 전해액의 pH, 온도, 착화제를 조절하여 도금된 FeCo 두께와 형상 변화를 SEM, XRD를 통해 관측하였다. 또한 FeCo 무전해 도금의 전처리 과정에서 Pd-sonication 공정으로, 입자들이 균일하고 잘 밀집되어 있는 합금을 형성 할 수 있었다. Iron sulfate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 몰 농도와 Cobalt sulfate ($\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 몰 농도를 조절하여 FeCo 합금의 Fe와 Co의 조성을 제어하였고, 이에 따른 자성특성을 평가하였다.

P1-G4-4 Thermal Properties of Converged SiC/ceramic Sheet under Microwave

마이크로파 하에서 융합된 SiC/ceramic 시트의 열적 특성

주영준*, Khishigbayarkhoserdene¹, 김철진², 조광연¹. ¹한국세라믹기술원, ²경상대학교

약 10~15 μm 의 직경을 가지는 SiC 섬유는 반도체의 성질 때문에 마이크로파를 흡수하여 고온 ($\leq 1000^\circ\text{C}$)의 열을 방출하는 재료 중 하나로 발열체의 기능을 수행할 수 있다. 그러나 마이크로파가 제거되면 넓은 단면적을 가지는 SiC 섬유는 쉽게 열을 잃어 지속적인 열원으로서 기대하기 어렵다. 반면에 석영과 장석으로 구성된 맥반석(barley stone) 파우더는 열을 흡수하여 원적외선을 방출하기 때문에 식기 및 의료기 등에 이미 사용되고 있다. 따라서 본 실험에서는 SiC 섬유로 구성된 시트가 마이크로파를 흡수한 후 장시간 동안 지속적으로 열을 방출할 수 있도록 보온의 역할로서 맥반석 파우더를 사용하였다. 용융방사법으로 방사된 유기물의 폴리 카보실란(polycarbosilane, PCS) 섬유는 아이오다인을 사용하여 150

~200°C의 진공에서 큐어링을 진행하였다. 그리고 1000~1300°C의 아르곤 분위기 하에서 큐어링된 PCS 섬유와 맥반석 파우더를 고대로 쌓아 다양한 하중을 가하여 SiC/Barley stone 복합체로 제작하였다. 그리고 제작된 복합체의 최고 온도, 승온 속도, 그리고 온도 분포 등의 열적 특성은 열화상 카메라를 이용하여 분석하고 섬유의 형상, SiC와 맥반석의 계면의 접합 형상, 그리고 섬유 내 산소 함량은 SEM-EDS를 이용하여 분석하였다.

P1-G4-5 The Evaluation of Curing Factor for SiC Fiber Production

SiC 섬유 생산을 위한 큐어링 인자 평가

주영준*, Khishigbayarkhoserdene¹, 김철진², 조광연¹. ¹한국세라믹기술원, ²경상대학교

고융점 ($> 1400^\circ\text{C}$), 고강도 ($\geq 3.0 \text{ GPa}$), 그리고 약 10~15 μm 의 직경을 가지는 SiC 섬유는 주로 용융방사법(melt spinning)을 이용하여 폴리 카보실란(PCS)으로부터 합성된다. 고분자인 벌크 PCS에서 세라믹 SiC 섬유로의 전환은 방사, 큐어링 그리고 고온에서의 열처리의 순서로 진행된다. 본 연구에서 PCS 프리커서는 무기물의 SiC 섬유로 전환되기 전에 150~200°C 온도 범위의 진공에서 아이오다인 큐어링을 통해 불용화되었다. 이 경우, 큐어링의 정도는 아이오다인의 도가니에 대한 부피비(vol%)와 PCS 섬유에 대한 무게비(wt%)에 대해 다양하며 최종적으로 전환된 SiC 섬유의 물성에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 큐어링 과정에서 각 부피비 인자와 무게비 인자의 영향력을 확인하고 비교하기 위해 다양한 조건에서 큐어링된 PCS 섬유를 TG와 FT-IR을 통해 구조 변화를 분석하였다. 그리고 각 조건에서 큐어링된 PCS 섬유는 1200~1300°C의 아르곤 분위기에서 2시간 동안 열처리하여 SiC 섬유로 전환하고 SiC 섬유의 표면 형상 및 산소 함량은 SEM-EDS를 이용하여 분석하였다. 또한 각 SiC 섬유의 기계적 강도를 측정하여 인장 강도에 지배적인 영향을 미치는 인자를 비교 분석하였다.

P1-G4-6 Strength Improvement of Ceramic Mold and Core with Organic Binder and Process Parameter

유기 바인더와 공정변수에 따른 세라믹 주형 및 중자의 강도 향상 연구

박혜영*, 최현희, 조근호, 김봉구, 김은희, 정연길. *창원대학교*

본 연구는 세라믹 주형과 중자의 강도향상에 관한 것으로 기존에는 강도 향상을 위해 유기 바인더와 출발입자로 형성된 시험편의 입자표면에 무기 바인더 전구체(실리카의 전구체인 tetraethyl orthosilicate와 산화나트륨의 전구체인 sodium methoxide)를 코팅하고 열처리를 통해 유리질로 전환시키는 공정을 사용해 왔으나, 이러한 공정은 유기 바인더가 차지하는 공간으로 인해 무기 바인더의 코팅효율이 떨어져 무기 바인더가 나타낼 수 있는 강도가 완전히 발휘되지 못하였다. 본 연구에서는 분자량의 차이가 큰 두 가지의 poly vinyl alcohol (PVA) 수용액과 출발입자를 혼합하여 시험편을 제작하고 무기 바인더가 코팅되는 공간을 확보하기 위해 250°C에서 4시간 열처리를 하였으며, 저 분자량의 PVA를 제거한 후 함침공정으로 무기 바인더 전구체를 코팅하였다. 무기 바인더가 코팅된 시험편을 건조 후, 1000°C에서 1시간 열처리를 통해 강도를 발현시키는 새로운 공정을 도입하여 유기 바인더의 조성조합비가 주형과 중자의 파괴강도에 미치는 영향을 고찰하였으나 유기 바인더 내에 제거된 저분자량 유기 바인더의 양이 적어 강도에 미치는 영향이 미미하였다. 이를 보완하기 위해 유기 바인더 농도를 증가시키고 그에 따른 영향과 새로운 공정의 도입이 세라믹 중자와 코어에 미치는 영향을 비교 분석하였다. 유기 바인더(저 분자량)의

농도가 증가될수록 저 분자량의 PVA가 휘발됨에 따라 확보된 공간 및 표면적에 의해 무기 바인더의 코팅효율이 향상되어 유리질로 전환되는 무기 바인더의 양이 증가되었으며, 결과적으로 1000°C 열처리 후 소성강도는 약 2 MPa 이상 증가되었다.

P1-G4-7 3D Printing Technique for Fabrication of Ceramic Core 세라믹 코어 제작을 위한 3D 프린팅 기술 연구

최현희*, 박혜영, 조근호, 김봉구, 김은희, 정연길. *창원대학교*
세라믹 중자는 증공형의 구조물 제작 시, 구조물 내부의 공간을 형성하는데 중요한 구성품이며, 구조 시 고온의 용탕과 직접적으로 접촉하고, 용탕의 자중을 견뎌야 하므로 고온강도가 요구되고, 열처리 시 유기바인더의 휘발로 인한 기공 생성, 표면 결함 등으로 인한 수축 및 형상변화가 일어나게 된다. 현재 정밀주조용 세라믹 중자는 사출성형 공정으로 제작하고 있으며, 높은 금형비 및 후속 열처리 공정 변수 제어의 어려움 등으로 응용성 확보가 어려운 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 기존의 사출성형 공정을 대체할 수 있는 3D 프린팅 공정과 유기×무기 바인더 전환공정을 결합한 새로운 공정을 도입하였다. 기존의 세라믹 중자 제작 시에는 한 가지의 유기 바인더만 사용해 왔으나, 본연구에서는 분자량이 다른 두 가지의 유기 바인더(PVA)를 적용하여 무기 바인더의 코팅 양 및 효율을 증가시켜 강도특성을 향상시키고자 하였다. 출발 입자로는 입자크기가 각각 다른 Zircon flour, Mullite powder, Mullite bead 분말을 사용하였다. 출발물질에 유기 바인더(PVA)를 혼합하여 슬러리로 만든 후 3D 프린터를 이용하여 시험편을 제조하였으며, 저 분자량의 PVA를 휘발시키기 위해 250°C, 4 h 열처리하였다. 열처리된 시험편은 무기 바인더 전구체(TEOS: SiO₂ 전구체와 NaOMe: Na₂O 전구체) 용액에 침지시킨 후, 80°C, 1 h 건조하고, 1000°C에서 열처리를 하여 유기×무기 바인더 전환공정으로 유리질을 형성하였다. 제작된 시험편의 강도 측정 결과, Mullite powder로 제작한 시험편이 가장 높은 강도를 나타내었으며, 이는 입자 크기에 따른 결과로 사료된다. 3D 프린팅 기반 세라믹 중자 제작 공정 최적화를 위해 각각의 출발물질, 유기바인더 농도, 공정변수가 강도에 미치는 영향을 고찰하였다.

P1-G4-8 Effects of Oxygen Pressure on the Properties of TiInZnO/Ag/TiInZnO Multi-layer Deposited by RF Magnetron Sputtering System

RF 마그네트론 스퍼터링 방법으로 증착한 TiInZnO계 다층 구조 박막의 산소 분압에 따른 특성 평가

김은미*, 오정표², 이다인¹, 허기석¹. ¹한국생산기술연구원, ²전남대학교

화학적으로 우수한 투명전도성 TiInZnO 다성분계 박막은 Indium Tin Oxide (ITO) 박막의 대체 물질로 관심을 끌고 있다. 본 연구에서는 In₂O₃:ZnO:TiO₂=76:16.4:7.6 mol% 조성의 타겟으로 RF magnetron co-sputtering(Selcos Sputter-01) 시스템을 이용하여 TiInZnO계 다층 박막을 유리 기판 위에 증착하였고, 산소 분압을 변화시키면서 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 다양하게 변화시켰다. 산소 분압 조건에 따라 증착된 TiInZnO계 다층 박막을 비저항 측정기(4-point probe), UV-visible spectrometer를 이용하여 분석한 결과 산소 분압이 0.2 sccm인 경우 저저항 특성과 가시광선 영역에서 85% 이상의 높은 투과 특성을 나타냄을 확인하였다. 또한 AFM(Atomic Force Microscope) 분

석을 통해서 산소 분압이 0.2 sccm인 경우 TiInZnO계 박막의 Rms가 1 nm 이하의 값을 갖는 uniformity 한 박막이 형성됨을 확인하였다.

P1-G4-9 Ag Doped N-type Supra-Quantum Dots

Ag가 도핑된 n형 초양자점

이시택^{1*}, 방지원¹, 이윤기². ¹한국세라믹기술원, ²경상대학교

콜로이드 양자점의 뛰어난 광전기적 특성은 용액공정으로 차세대 고효율 태양전지, 광센서 등의 광전소자로의 활용가치가 뛰어나 많은 주목을 받고 있다. 특히 II-VI 족 CdSe 기반의 양자점은 합성 및 개질에 대한 많은 연구가 수행되어 왔으며 광특성 및 안정성이 뛰어나 광전소자의 핵심소재로 주목받고 있다. 또한 양자점을 도핑하여 전기적 특성을 제어하고자 하는 연구가 많이 수행되어 왔지만, 양자점의 크기 효과로 인해 도핑이 효과적으로 되지않는 문제점들이 제기되어 왔다. 본 연구에서는 CdSe 양자점이 자기조립된 수십~수백 나노미터 크기의 초 양자점 구조체를 합성하고, CdSe 초 양자점에 Ag를 도핑하여 n type 특성을 가지는 콜로이드 나노 구조체를 합성하였다. 도핑된 초양자점의 구조 및 물성을 투과전 자현미경, 질량원소분석 및 광전자분광학을 통해 분석하였으며, 본 연구에서 개발한 전기적 특성이 제어가능한 초 양자점 구조체는 차세대 용액공정용 고효율 p-n 접합 태양전지, field effect transistor 등에 응용이 가능할 것으로 기대된다.

P1-G4-10 Characteristics of Flexible Substrate on TiInZnO Thin Film Using Roll-to-Roll Sputter

Roll-to-Roll sputter으로 유연성 기판에 증착한 TiInZnO 박막의 전기, 광학적 특성

오정표^{1*}, 김은미², 이다인², 허기석². ¹전남대학교, ²한국생산기술연구원

본 연구에서는 Roll-to-Roll sputter를 사용하여 polyethylene terephthalate(PET) 기판위에 TiInZnO(TIZO) 박막을 증착하였다. TIZO는 In₂O₃-ZnO-TiO₂ (76:16.4:7.6 mol%)의 조성비를 갖는 타겟을 RF-magnetron sputtering gun을 사용하여 상온에서 증착하였다. 이때 RF power에 따른 TIZO 박막의 특성 변화를 연구하기 위해 X-ray diffraction(XRD), Spectrophotometer, 4-point probe를 사용하여 구조, 광학, 전기적 특성을 분석하였다. 그 결과 XRD를 사용하여 측정된 구조적 특성은 비정질 상임을 확인하였고, 4-point probe를 사용하여 측정된 면저항 결과는 평균 150 ohm/sq 이하로 확인되었다. Spectrophotometer를 사용하여 측정된 광학적 특성은 투과도 80% 이상으로 측정되었다. 이러한 결과를 바탕으로 유연성 기판위에 증착한 TIZO 박막의 활용가능성을 높이고 Oxide/Metal/Oxide 구조의 박막으로 응용할 수 있는 기반이 될 수 있을 것으로 기대된다.

P1-G4-11 Characteristics of Electroluminescent Smart Window Using the Polymer-dispersed Liquid Crystal and ZnS:Cu,Mn

ZnS:Cu,Mn과 고분자 분산 액정을 이용한 전기발광 스마트윈도우 제작

이다인^{1*}, 오정표², 김은미¹, 허기석¹. ¹한국생산기술연구원, ²전남대학교

고분자 분산형 액정(Polymer-dispersed liquid crystal, PDLC)은 능동적으로 투과율을 조절할 수 있는 점 때문에 블라인드, 디스플레이 등의 스마트 윈도우 분야에 응용되고 있고, 제작 공정이 단순하고 편광판이 없이 투과율을 조절할 수 있기 때문에 PDLC는 electrochromic, photochromic과 같은 변색방식 스마트 윈도우에 비해 다양한 기판과 환경에서 적용 하기가 쉽다. 하지만 고분자/액정

으로 구성되는 복합체를 사용하여 필름형태로 제작하는 방식 때문에 투과율 On-off 기능만이 구현된 스마트 윈도우가 많다. 따라서 본 연구에서는 ZnS:Cu,Mn 형광체를 사용하여 정보전달이 가능한 PDLC형 스마트윈도우를 제작하고 특성을 측정해 보고자한다.

스크린프린팅 방법을 사용하여 PDLC형 스마트 윈도우 내부에 전계발광이 가능하도록 발광층을 패터닝 하여 제작하였다. 구동 전압에 따른 발광층의 휘도와 CIE color coordinate를 하였다. 휘도는 약 20 cd/m²으로 측정되었고 CIE color coordinate는 Warm-White 색상으로 측정되었다.

P1-G4-12 Fabrication of the Fe₂O₃ Magnetic Nanofibers for Electromagnetic Environment Control

전자파 환경 제어를 위한 Fe₂O₃ 자성 나노 섬유 제조

나경한¹*, 김완태¹, 박동철², 신현규³, 최원열¹. ¹강릉원주대학교, ²주식회사 위드앤틱, ³한국산업기술시험원

1차원 구조를 갖는 나노 재료는 벌크 재료에 비해 넓은 비표면적과 높은 전자이동도 등 우수한 물성을 갖는다. 이러한 이점들을 학문적으로나 실용적으로 활용하기 위해 다양한 제조법, 분석법에 관한 연구가 이루어지고 있다. 다양한 형상의 나노 구조체를 제조하기 위한 방법들로 템플레이트법, 수열 합성법, 양극산화법 등이 있으나 1차원의 섬유상을 얻기 위한 공정에는 전기방사법이 대면적 제조의 용이성, 빠른 생산수율 등의 이점을 갖는다. 전기방사법으로 얻은 나노 섬유는 재현성이 높고 큰 중형비를 갖기 때문에 줄-겔 반응을 이용해 세라믹 나노 섬유를 제조하기 위한 방법에도 응용되며 연구 성과의 발표와 보고도 지속적으로 증가하고 있다. 본 연구에서는 전기방사를 응용하여 대표적 강자성체인 Fe₂O₃ 나노 섬유를 균일하며 재현성 높게 얻을 수 있는 용액 및 전기적, 열처리 조건을 확인하고 섬유의 지름 등 형상에 따라 자화 특성이 어떻게 달라지는지 연구하였다. 미세구조는 전계방출형 주사전자현미경을 이용하여 관찰하였으며, XRD 분석 결과를 통해 결정상을 확인하였다.

P1-G4-13 Interferometric Characteristics for Different Microstructures of TiO₂ Nanotube Arrays

Ti 금속의 미세구조 변화에 따른 TiO₂ 나노튜브 어레이의 광결정 특성

김완태*, 나경한, 최원열. 강릉원주대학교

양극산화에 의해 형성되는 다공성 TiO₂ 어레이는 수직 정렬한 개방된 기공 구조와 큰 비표면적 및 광전특성을 이용하여 치과용 임플란트, 산화물 가스센서, 광촉매 및 물분해와 산화물 가스센서 및 광학 바이오센서 등에 사용된다. 이런 TiO₂ 나노튜브 어레이는 양극산화공정을 통해서 제조되며, 다양한 변수가 작용하며 각각의 응용을 위해 변수의 통제가 중요하다. 특히 광학 재료 중 TiO₂ 나노튜브를 이용한 광결정에서는 나노튜브 어레이의 균일성이 매우 중요하다. 산화와 해리의 반복이 작용하는 양극산화를 이용한 TiO₂ 나노튜브 어레이의 미세구조에는 공정 전압, 시간, 전해액, 온도 등의 변수가 영향을 미치며 양극산화 처리를 할 Ti 금속의 미세구조도 영향을 준다. 나노튜브 어레이의 균일성 향상을 위해 열적 결정립 성장을 이용하여 Ti 금속의 결정립을 크게 만들었다. 열처리된 Ti 금속을 전해연마법을 이용하여 표면처리 하였으며, 불소이온이 포함된 유기 용매에서 펄스파형 양극산화 처리를 하였다. 공정 후 전계방출형 주사전자현미경을 이용하여 미세구조를 관찰하였으며, 약 150 nm 노드의 광결정간격을 갖는 것으로 나타났고 CCD 카메라를 이용하여 광특성을 관찰한 결과 향상된 광결정특성을 나타내는 것으로 확인됐다.

P1-G4-14 Synthesis and Characterization of ABS-Ceramic Powder Hybrid Filament for 3D Printing

3D프린팅에 적용을 위한 ABS-세라믹 분말 하이브리드 필라멘트의 합성 및 특성평가

배동식*, 최연빈. 창원대학교

Recently, 3D printing technology has appeared in various industries including manufacturing industry. In addition, commercialization of materials for 3D printing application is gradually expanding in synthetic resin as metal material, wood, rubber, bio, etc. In this paper, ABS-Ceramic powder hybrid filament were prepared by mixing nano sized material, which is widely used as a reinforcing filler or thickener to improve viscosity, thixotropic behavior. This has led to the development of new 3D printing materials that are superior to those of conventional ABS. FE-SEM, Tensile strength, Abrasion resistance and XRF were measured to evaluate the microstructure, mechanical property and inorganic content of ABS-Ceramic powder hybrid filament.

P1-G4-15 The Fabrication and Characterization of Glass Fiber coated with Carbon Materials

탄소 재료들을 코팅한 유리섬유의 합성 및 특성평가

배동식*, 이원준. 창원대학교

유리섬유에 전기 전도성을 부여하기 위하여 표면에 Graphite Oxide와 Graphene을 코팅하였다. Modified Hummer's Method를 이용하여 합성한 Graphite Oxide와 Thermal Exfoliation Method를 이용하여 합성한 Graphene을 각각 무기 바인더를 섞어 Dipping Coating을 실시하였다. 유리섬유의 탄소 코팅층의 두께와 전기전도도의 상관관계를 연구하고자 코팅물질과 바인더의 종류에 따라 주사전자 현미경(FESEM) 분석을 통한 코팅층의 두께와 저항값을 분석하였다.

P1-G4-16 Fabrication and Characterization of Barium Doped Ceria Nanoparticles with High Catalytic Activity

촉매 활성을 개선하기 위한 barium doped ceria의 합성과 연구

배동식*, 옥지영, 손정훈. 창원대학교

As the significant oxide of rare earth elements, ceria (CeO₂) has been widely investigated and used as industrial catalyst. Furthermore, CeO₂ is well known for its role in the three way catalyst used to convert automobile exhaust fumes into nontoxic gases and these usability of CeO₂ arises from the unique oxygen storage capacity depending on Ce⁴⁺/Ce³⁺ redox cycles which depends on the type, size and concentration of oxygen vacancies in the lattice structure. The main challenge of CeO₂ is to improve surface area with homogeneous distribution of pore size which leads to the better activity of catalyst. In here, barium doped ceria was synthesized using a solvothermal method. The synthesized nanoparticles morphology, average particle size and components were characterized by FE-SEM, XRD, EDS and FE-TEM. The average size of prepared barium doped CeO₂ was about in the size range of 3 - 6 nm, which was determined by XRD and FE-TEM analysis. The H₂-TPR showed that enhanced catalytic activity of Ba_{0.03}Ce_{0.97}O_{1.97} compared with the CeO₂.

P1-G4-17 Enhanced Mechanical Properties of Alumina/Epoxy Nanocomposites by 3D Ordered, Nanostructured Alumina

정렬된 3차원 나노구조의 알루미늄을 이용한 향상된 기계적 특성을 가지는 알루미늄/에폭시 나노복합체

안창익*, 조수민, 현가예, 조동휘, 전석우. 한국과학기술원

Mechanical properties of polymer nanocomposite have been enhanced by dispersing strong filler materials in polymer matrix. Especially, with the development of ultra-strong nano-filler materials including graphene (~130 GPa) and CNT (~63 GPa), many researchers have studied these fillers based polymer nanocomposites for realization of ultra-strong polymer nanocomposites. Despite the high strength of the filler materials, these fillers based polymer nanocomposites have critical problem that is degradation of mechanical properties at high volume ratio of fillers due to aggregation of filler materials. Here we successfully fabricate epoxy/alumina nanocomposites with highly ordered, 3D nanostructured alumina over large areas (~1 × 1 inch²) through proximity field nanopatterning (PnP) and low-temperature atomic layer deposition (ALD) techniques. The compressive strength of these epoxy/alumina nanocomposites (500 MPa) is higher than two-fold relative to that of a neat epoxy (204 MPa). Also, the mechanical strength of epoxy/alumina nanocomposites increase without degradation of the mechanical properties at high volume ratio (compression: >19%, tension: >9%) due to continuity and ordered 3D nanostructures of alumina. The newly developed fabrication method in this study can serve as an efficient pathway for ultra-strong nanocomposites.

P1-G4-18 Atomic Layer Deposition of Titanium Oxsulfide and its Application in Visible Light-Driven Water Splitting

TiOS의 원자층 증착법 및 가시광선에서의 물분해로의 응용

남호철*, 배창득, 신현정. 성균관대학교

We describe the atomic layer deposition (ALD) of titanium oxsulfide. A new ALD chemistry of tetrakis(dimethylamido)-titanium(IV) and hydrogen sulfide is proposed for fabricating amorphous titanium sulfide layers. We found that the resulting films subsequently underwent oxidation upon reactions under ambient condition, resulting in titanium oxsulfide. The possible reaction pathways were investigated by thermodynamic calculation. The conventional characteristic for this ALD growth was found by observing so-called "the ALD window" and a constant growth rate. The resultant structures were analyzed by using X-ray diffraction, transmission electron microscopy, and X-ray photoelectron spectroscopy, indicative of the formation of TiO_{2-x}S_x. A combined study of Hall-effect measurements and Mott-Schottky analysis showed n-type semiconductor behaviours possessing a good conductivity. Optical properties testify that the present system has a moderate band gap inbetween the related binary end compounds such as TiS₂ and TiO₂. Moreover, we studied our titanium oxsulfide films for photoelectrochemical water splitting. By comparing the results under ultraviolet and simulated solar light irradiations, the present TiO_{2-x}S_x system exhibited to be active with visible light for water splitting.

P1-G4-19 Au Nanoparticles on ALD-grown TiO₂ Nanotube Array for Photodetector Application using Surface Plasmon Resonance

금 나노입자/이산화티타늄 튜브 어레이의 표면 플라즈몬 공명현상을 이용한 광검출기 응용 연구

김은수*, 신현정. 성균관대학교

Surface plasmon resonance (SPR) arises from collective oscillation of free electrons on the surface of metal nanoparticles coupled to incident photons. Especially, Au/TiO₂ heterogeneous nanostructure is a representative system for both academic interest and practical application. Plasmonic resonance frequency of Au nanoparticles (Au NPs) can be controlled by varying the size, geometry, and inter-particle distances of Au NPs.

Here, we suggest SPR-based photodetector which beats the conventional Si-based devices in its sensitivity and response time for the purpose of optical techniques such as spectroscopy or optical communications. We fabricated well-aligned crystalline anatase-TiO₂ NT arrays via atomic layer deposition (ALD), followed by thermal treatments. Au NPs with desired size distribution were deposited on the surface on the TiO₂ NT arrays by thermal precipitation method to make Au NPs/ TiO₂ heterostructure.

This SPR-assisted photodetector shows highly selective excitation behavior for specific wavelength that corresponds to its particle size and distribution. This can be a promising alternative for IR-visible range photodetector.

P1-G4-20 Drug Elution Analysis of Porous TiO₂ Arrays by Optical Interferometric Sensing

공간섭 센싱에 의한 다공성 TiO₂ 어레이의 약물 용출 분석

김완태*, 이창규, 나경한, 최원열. 강릉원주대학교

양극산화법에 의해 제조되는 다공성 TiO₂ 어레이는 수직 정렬하고 개방된 기공 구조와 큰 비표면적 및 광전특성을 이용하여 치과용 임플란트, 산화물 가스센서, 광촉매 및 물분해와 산화물 가스센서 및 유기태양전지의 광전극 등에 사용된다. 이런 다공성 TiO₂ 어레이의 양극산화공정을 통한 제조에서는 다양한 변수가 작용하며 각각의 응용을 위해 변수의 통제가 중요하다. 또한, 이런 양극산화를 통해 제조된 다공성 TiO₂ 어레이는 박막에서 일어나는 Fabry-Perot 효과로 인해 백색광으로부터 간섭무늬를 반사하고, 이런 간섭무늬는 다공층의 굴절률 같은 광학적 특성의 변화에 의해 변하게 된다. 따라서, 굴절률 등에 의한 간섭무늬의 상변화를 이용하여 바이오 센서로 응용이 가능하다. 이 연구에서는 불소 이온이과 증류수가 포함된 유기 전해액에서 정전압 공정으로 제조된 다공성 TiO₂ 어레이를 공간섭 효과를 일으키는 박막층으로 사용하였으며, 또한 약물을 탑재하는 담체로 사용하였다. 약물 용출은 flow cell 안에서 분석하였으며 증류수 수조 안에서 용출되는 Ibuprofen을 광학적으로 측정하였고, 약 2 nm의 optical thickness 변화가 5시간 이상 지속되는 것으로 분석되었다.

P1-G4-21 Interface Stability Improvement of TiO₂ Nanotube Arrays and Dental Implant by Additional Voltage Decrease Process

양극산화의 감압공정 적용을 통한 TiO₂ 나노튜브 어레이와 치과용 임플란트의 계면 안정성 향상

김완태*, 이은민, 나경한, 최원열. 강릉원주대학교

양극산화에 의해 형성되는 TiO₂ 나노튜브 어레이는 수직 정렬한 개방된 기공 구조와 큰 비표면적 및 광전특성을 이용하여 산화물 가스센서, 유기태양전지의 광전극, 광촉매 및 물분해와 산화물 가스센서 및 광학 바이오센서 등에 사용된다. 또한 이런 TiO₂ 나노튜브 어레이는 치과용 임플란트에 적용되어 골유착성 증가, 약물 탑재 등의 목적으로 사용되는데, 이 때 TiO₂ 나노튜브 어레이의 수직 정렬한 개기공을 이용하고 있으며, 현재도 계속적으로 골융합 특성

을 향상시키기 위한 많은 표면 개질 연구가 진행되고 있다. 이런 치과용 임플란트에 TiO_2 나노튜브 어레이를 형성시키고 적용하는 양극산화공정을 통한 제조에서는 공정전압, 시간, 온도, 전해액 등의 다양한 변수가 작용하며 각각의 응용을 위해 변수의 통제가 중요하다. 특히 임플란트 같은 3D 구조체에 양극산화 공정을 적용할 때에는 TiO_2 나노튜브 어레이 박막층이 건조 등의 공정에서 박리되어 제거되는 경우가 종종 있으며, 이 연구에서는 이런 문제를 해결하기 위해 양극산화 공정에 감압 공정을 추가하였다. 감압공정 적용 전과 후 치과용 임플란트에 형성된 TiO_2 나노튜브 어레이를 전계방출형 주사전자현미경을 이용하여 관찰하였으며, 공정 적용으로 인해 계면의 안정성이 향상되었다.

P1-G5-1 Evaluation of in-vitro Mechanical Properties of Biodegradable Polylactic Acid/Si-substituted β -tricalcium Phosphate Composite

생분해성 poly(lactic acid)/Si 치환한 β -삼인산칼슘 복합체의 in-vitro 기계적 특성 평가

유경현*, 박진수, 김용준, 김현진, 윤석영. 부산대학교

Along with biocompatibility and osteoconductivity, medical devices need to have similar mechanical properties to implanted environment. However, the mechanical properties of biodegradable polymer/ceramic composites were deteriorated as the degradation progressed. In this study, improve the mechanical properties of biodegradable composite by substituting P ions with Si ions in β -tricalcium phosphate (β -TCP) filler. Poly(lactic acid) (PLA)/Si-substituted β -TCP composite has been fabricated by solvent mixing process. As filler materials, Si ions substituted β -tricalcium phosphate was synthesized by co-precipitation method. In composite, filler contents were varied in the 0, 10, 20 wt% range and 0 wt% for control sample. In vitro performances were obtained by soaking the composite in SBF for 0, 1, 2, 4 weeks. The influence of Si ions on mechanical properties of composites after in vitro test was evaluated by tensile and bending test.

P1-G5-2 Preparation and Characteristic Evolution of Biological Adaptable, Injectable Calcium Phosphate Composite Bone Cements

주사가능한 칼슘포스페이트계 골시멘트 제조 및 특성평가

김용준*, 김현진, 박진수, 유경현, 윤석영. 부산대학교

In this study, we propose a synthesis that more biological adaptable Calcium Phosphate Cements (CPCs). For preparation of CPCs, mixed α -Tricalcium Phosphate (α -TCP), Biphasic Calcium Phosphate (BCP) and Silanized-hydroxypropyl methylcellulose (Si-HPMC). BCPs are calcined at 800°C to 1200°C at intervals of 100°C. The crystal structure and chemical state of the synthesized α -TCP/BCP and Si-HPMC powders as solid and liquid phases of the composite cements were determined via X-ray diffraction and Fourier transform infrared spectroscopy. The physical handling and mechanical properties of the α -TCP/BCP and Si-HPMC composite CPCs were measured via viscometric analysis, injectability tests, and using a universal testing machine. The cytotoxicity of CPCs was evaluated. The result shows that calcined at lower temperature BCP was easily degraded but not good mechanical properties. It is because Hydroxyapatite in BCP is acicular form, so can easily degradable but not stabilization.

P1-G5-3 Mechanical Strength of Artificial Bone Block Prepared by the Crystal Growth of β -TCP Crystallites

베타 트리칼슘포스페이트의 결정성장에 의한 인공골 블록의 기계적 강도

김병기*, 장명철. 군산대학교

As one of major components for the artificial bone substitutes the mechanical strength of β -Tricalcium phosphate [TCP] bone block is much lower than that of real bone. For the enhancement of the strength we prepared TCP powders through wet precipitation process using aqueous solution of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and H_3PO_4 . The crystal growing of the obtained TCP crystallites was done at 90°C from 24 h to 360 h. The obtained products were shaped and fired at 1100°C. The compressive strength and tensile strength was estimated by using UTM.

TCP powders were prepared through precipitation at 37°C by using $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and H_3PO_4 . In order to make CaO powders CaCO_3 powders were calcined at 1100°C for 3 h and cooled down to 200°C. The CaO powders were reacted with 3 mol% of H_2O to make $\text{Ca}(\text{OH})_2$. After the precipitation TCP slurry sample in a beaker were kept at 90°C in the drier from 24 h to 360 h. After the crystal growth the sample powders were filtered and dried. The powders were shaped and fired at 1100°C for 3 h. The sintered blocks were tested using UTM to measure the compressive strength and tensile strength. For all samples FE-SEM microstructure observation and XRD measurement were done for grain size evaluation.

The crystal growth at 90°C of Bio-TCP powders prepared at 37°C was investigated with time. The compressive strength increased with hours until 72 h, but after then the increase of growth time didn't affect the increase of mechanical strength. It requires the understanding of microstructure in Bio-TCP block with time schedule.

P1-G5-4 3D Printing of Porous Calcium Phosphate Ceramics for Dental Implant Applications

3차원 채속 조형법을 사용한 치과 임플란트용 다공성 인산 칼슘 세라믹스의 제조

양소영*, 이상범, 김규형, 최은창. 한국전자통신연구원

임플란트 시술 시, 치조골 이식이 필요한 경우 일반적으로 granule type의 합성골을 이식한다. Granular type은 시술 전에 혈액 등을 이용하여 외부에서 뭉친 후에 시술을 하는 단계가 추가되며, 시술 후에는 입자가 분리되거나 흩어지는 것을 방지하기 위해 별도의 멤브레인을 이용하여 시술을 하여야만 한다. 또한 이식된 골의 형태를 유지하며 멤브레인을 봉합하는 과정은 고 난이도의 시술로 높은 숙련도를 요구하는 단점이 존재한다. 하지만 Block type의 골 이식재를 사용하면 시술 과정이 간단해지며, 이식한 골 부피를 유지할 수 있는 장점을 가진다. 특히 Block type 골 이식재 제작을 위해 3D 프린터를 활용하면, 3차원적으로 상호 연결된 기공 구조 뿐만 아니라 다양한 구조를 구현 가능하다.

본 연구에서는 BCP(Biphasic Calcium Phosphate)를 FDM 3D 프린터에 적용하여 Block type의 다공성 인산 칼슘 세라믹스의 골 이식재를 제작하였다. BCP와 Methyl cellulose 계열 바인더를 사용하여 3D 프린팅이 가능한 Paste를 제조하였으며, 1150도에서 소결하여 골 이식재 제작을 완료하였다. 소결된 골 이식재에 대하여 기계적, 화학적 그리고 생물학적 분석을 실시하고 평가하였다.

P1-G5-5 Applicability of Commercially Available Continuous Mill Devices to Lignocellulosic Biomass Pretreatment for Improving Biofuel Production

바이오연료 생산 향상을 위한 상용화 연속식 밀링 장치의 목질계 바이오매스 전처리 적용 가능성 연구

구양모*, 권정희, 이진형. 한국세라믹기술원

목질계 바이오연료 생산을 위해서는 복잡한 구조를 가진 바이오매스의 효소 접근성을 향상시키기 위한 전처리 공정이 필수적이다. 현재까지 개발된 전처리 방법은 화학적 전처리 방법과 물리적 전처리 방법이 있으며 현재까지는 화학적 전처리 방법이 가장 많이 활용되는 방법이다. 하지만 화학적 전처리 방법은 화학촉매를 사용하여 전처리 후 발효 저해제를 발생시키는 문제점이 있는 반면 물리적 전처리는 발효 저해제를 발생시키지는 않지만 에너지 소비가 많다는 문제점이 있다. 무엇보다도 산업적으로 활용하기 위해서는 연속공정을 통해 대용량 처리가 가능해야 하지만 아직까지 이에 대한 연구는 진행된 적이 없다.

본 연구에서는 기존에 상용화 장비로 유효한 연속식 밀링 장치 세가지를 선정하여 목질계 바이오매스의 전처리 공정의 활용 가능성을 확인하였다. Continuous ball mill (CBM), Air classify mill (ACM), High speed mill (HSM) 세가지를 활용하였으며 바이오매스는 옥수수대를 사용하였다. 전처리 후 바이오매스의 분쇄 효율을 평가하고, 당화효율 향상을 측정하였다. 최종적으로 본 공정의 에너지 소비량을 비교하여 적용 가능성을 평가하였다.

P1-G5-6 Two-step Sintering of Partially-stabilized Zirconia for Applications in Ceramic Crowns

Darmawan bobby aditya*, J.G. Fisher, Gye-Jeong Oh, Sang-Won Park. Chonnam National University

Partially-stabilized ZrO_2 is used in ceramic crowns due to its excellent mechanical properties and bio-inertness. Being white and opaque, ZrO_2 does not match the natural colour and translucency of tooth enamel. A translucent or transparent ZrO_2 material would improve the aesthetics of ceramic cores. In polycrystalline ceramics, the main sources of scattering are grain boundaries and pores. To reduce scattering of light, the grain size of ZrO_2 ceramics should be less than the wavelength of visible light (400 - 700 nm) and porosity should be eliminated. Hot pressing and spark plasma sintering can be used to prepare translucent partially-stabilized ZrO_2 but the equipment costs are prohibitive.

Two-step sintering (TSS) is a sintering schedule that has been developed to sinter samples to high density while controlling the grain growth. The sample is sintered at a high temperature (T_1) for a short time to achieve > 75% TD and then at a temperature about 100 - 150°C lower (T_2) for a long period to induce densification with minimal grain growth. In this work, samples of a commercial powder (ZPex, Tosoh Corp., Japan) were sintered under two-step sintering conditions. The effect of sintering conditions on the density and grain size of specimens is studied.

P1-G5-7 Effect of Initial $ZrOCl_2$ Concentration on the Synthesis of Y-TZP Nanopowder by Urea Hydrolysis

우레아 가수분해법을 이용한 Y-TZP 분말 합성 및 $ZrOCl_2$ 농도변화에 따른 소결특성 비교

정형도*, 김형진, 이종국. 조선대학교

우레아 가수분해법을 이용하여 정방정 안정화 지르코니아를 합성하였으며, $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ 에 몰농도를 0.25~1 M까지 변화시켜 분말을 합성하여 분말 및 소결특성을 고찰하였다. 출발물질로는 $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$, $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$, $CO(NH_2)_2$ 를 사용하였으며, 110°C 온

도에서 5 시간동안 균일 침전반응시켜 분말을 합성하였다. 그 후 SS 여과장치를 이용하여 침전물을 여과시키고 에탄올을 이용하여 세척하였다. 건조는 마이크로웨이브를 이용하여 수증기 분위기에서 2시간 동안 건조하였다. 그 후 850°C에 온도로 2시간 동안 하소하였으며, 나노밀을 이용하여 2시간 동안 분쇄하였다. 합성된 분말에 상은 $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ 에 몰농도변화와 상관없이 정방정상으로 관찰되었다. 입도분석기를 통해 측정 한 1 차 응집입자크기는 199~362 nm, 2차 응집입자 크기는 1.61~3.95 μm 로 넓은 분포를 가졌다. 비표면적은 30~86.9 m^2/g 로 측정되었으며 $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ 에 몰농도를 증가시키에 따라 응집입자 크기는 증가하고 비표면적은 감소하는 것을 확인하였다. 성형체를 제조하기 위해서 정수압성형기를 이용하여 200 MPa 압력으로 가압성형하였으며, 1450°C에서 2시간 동안 열처리하여 소결체를 제조하였다. 소결밀도는 5.89~6.03 g/cm^3 로 측정되었으며, $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ 에 몰농도를 증가시키에 따라 소결밀도가 감소하였다. 소결체의 표면에 미세구조를 관찰한 결과, 0.75 M 이하의 소결체에 입자크기는 0.3 μm 이하로 관찰되었으나, 1 M에 소결시편에 입자크기는 0.3 μm 초과하는 것으로 나타났다. 높은 소결밀도와 작은 입자크기를 갖기 위해서는 $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ 에 몰농도가 작은 분말을 사용하여야 하며, 응집입자크기가 작으면서도 비표면적이 큰 분말을 사용하였을 때 좋은 소결특성을 나타내었다.

P1-G5-8 Comparison of Zirconia Ceramics Sintered Properties by Slip Casting

주입성형을 통한 지르코니아 세라믹 소결 물성 비교

김대성*, 조경명, 이종국. 조선대학교

현재 사용되는 치과용 지르코니아 임플란트의 경우 지르코니아 블록을 치아모양으로 선반 가공하여 제작되는데, 가공과정에서 성형체 표면에 많은 균열이 발생하게 된다. 이러한 균열로 인해 임플란트의 기계적 물성 및 신뢰성이 저하 되어 사용 중인 임플란트의 파손을 유발하게 된다. 따라서 본 연구에서는 성형체 모양에 제한이 없고 가공과정이 필요 없는 주입성형 공정을 이용하여 치과용 지르코니아 임플란트를 제작하고자 하였다. 주입성형 공정에 사용된 슬러리 원료로는 이트리아 안정화 지르코니아 분말, 증류수 및 분산제(Darvan C)를 이용하여 슬러리를 제조하였으며, 지르코니아 분말은 2가지 타입을 사용하였다. 슬러리 점도는 pH에 따라 달라졌으며, pH 조절은 암모니아수를 이용하였다. 점도가 낮은 pH에서 제조한 슬러리를 이용하여 성형체를 제작하였으며, 제작된 성형체는 600°C에서 하소 후 1550°C에서 2시간 동안 열처리를 통해 소결체를 제작하였다. 소결체는 정방정상으로 관찰되었으며, 소결밀도는 5.97~6.00 g/cm^3 로 측정되었다. 소결밀도는 1차 응집입자가 작은 분말로 제조된 슬러리에서 가장 높았지만, 치과용 지르코니아 임플란트로 사용하기에는 소결밀도가 적합하지 않은 것으로 판단되었다.

P1-G5-9 Injectability of Brushite Bone Cement Prepared from Granulated β -Tricalcium Phosphate with Heat Treatment Condition

Brushite Bone Cement 제작에 사용된 β -Tricalcium Phosphate 과립의 열처리 조건에 따른 주사특성

오경식*, 김현우, 조현호. 안동대학교

의료용 인산칼슘계 시멘트는 부정형 소재로 경조직 치료 부위에서 경화하여 마침내 형태를 갖게 된다. 특히 의료용 시멘트를 척추와 같이 신체의 깊은 부위에 적용할 때는 주사장치를 이용할 경우가 있는데, 이때 시멘트는 특히 우수한 주사특성을 가져야 한다. 주사성(Injectability)이란 일정 하중에서 이동하는 주사기의 피스톤에 의해 배출된 페이스트의 배출비율을 거치량 대비 측정하여 평가한다.

본 연구에서는 과립화된 원료를 사용한 Brushite계 의료용 시멘트에서 과립의 열처리 조건에 따른 배출 특성을 평가하였다. 과립은 경화액 필요량을 감소시켜 나머지 경화액이 페이스트의 유동성 향상에 기여하도록 하는 효과가 있었다. 반면 과립은 과립 사이의 충돌로 인한 마찰 증가로 페이스트의 점성을 감소시키는 부작용도 나타내었다. 과립의 열처리 온도 증가에 따라 두 효과는 모두 증가한 것으로 보이며 1100도에서 열처리한 과립이 98%의 주사성을 나타내어 가장 우수한 결과를 보여주었다.

P1-G5-10 Injection Behavior of Brushite Bone Cement Depending on the amount of Granulated β -Tricalcium Phosphate

β -Tricalcium Phosphate 과립의 혼합비에 따른 Brushite Bone Cement의 주사 배출 특성

오경식*, 박경남, 조현호. *안동대학교*

인산칼슘계 시멘트는 손상 경조직의 회복을 위해 사용되며 Kypoplasty 등 척추 치료에 관련된 경우 주사장치를 통해 환부에 적용된다. 본 연구에서는 주사성(Injectability)이 우수한 인산칼슘계 시멘트를 제작하기 위하여 과립화된 원료의 혼합비에 따라 Brushite계 시멘트의 배출 특성을 평가하였다. 주사성은 일정 하중 조건에서 피스톤이 배출한 페이스트의 비율을 측정하여 평가하였다. 본 연구에 따르면 1100도에서 열처리한 과립을 전체 β -TCP에서 70% 함유한 경우에 주사성이 우수하였고 과립 함량 증가에 따라 주사성이 감소하였는데, 이는 과립 사이의 충돌에 따른 마찰 증가로 페이스트가 점성이 감소한 결과로 해석되었다. 이 시멘트는 93% Brushite상으로 나타나 적절한 경화 반응을 일으키는 것으로 평가되었다.

P1-G5-11 Hydration Study of Calcium Phosphate Mineral; Octacalcium Phosphate

옥타 칼슘 포스페이트의 수화반응 연구

이승엽*, 김주성, 이맘아크발, 김석영. *영남대학교*

OCP; Octacalcium phosphate, known as the biological precursor of HA, the major component of bone. OCP recently known to accelerate bone regeneration by emulate the onset of bone formation. Despite these properties, the instability of OCP at high temperatures makes it difficult to make many attempts to use it in commercial production. In this study, we induct hydration reaction at room temperature. And through that reaction, we will evaluate setting time, compositional change, phase change, and mechanical strength change in hydration reaction of OCP. Calcium phosphate minerals were synthesized using calcium and phosphorus containing solutions. XRD (X-Ray Diffraction) analysis showed that they contained more than 80% OCP. And they reacted in various media and evaluated by Vicat needle test, XRD, SEM (Scanning Electron Microscope), FTIR (Fourier Transform InfraRed) analysis. This hydration process are performed at lower temperatures than the conventional ceramic bone scaffold, which will be helpful in making ceramic bone scaffold that are more amenable to implantation environments.

P1-G5-12 Ceramic/Camphene Based Three-dimensional Co-extrusion for Biomimetic Structure

세라믹 캄펜 기반 압출법을 이용한 생체모방 구조의 지지체 제조

김종우*, 최재원. *고려대학교*

We reported a novel ceramic scaffold structure with biomimetic dense/channel using ceramic/camphene based by extrusion.

As you know porous structure can give good favorable environment for bone ingrowth and excellent permeability. Biphasic calcium phosphate (BCP) powder comprised of hydroxyapatite and tricalcium phosphate (TCP) has good biocompatibility and bioactivity. Therefore, in this study, we decide to use the camphene-based freeze casting method in order to produce biomimetic graded porous biphasic calcium phosphate (BCP) ceramic.

This design consists of dual layers as mimicking core-shell structure of natural bone, which are relatively dense part as a shell structure of natural bone, and porous part as an inner section which is a biomimetic structure of nature human bone.

To accomplish this, biphasic calcium phosphate (BCP)/camphene slurries with two different contents of 15 vol% and 40 vol% was first frozen unidirectionally in a 20 mm diameter mold with multi layered extruded through a reduction die with a cross section of 1 mm diameter at room temperature. this simple process enabled the formation of dense/channel scaffold with aligned pores by removing camphene dendrites in the biphasic calcium phosphate (BCP)/camphene region.

P1-G5-13 Calcium Phosphate Ceramic based 3D Printing and Co-Extrusion Techniques using Ceramic/Camphene Mixture for Continuously Gradient Porous Structure

경사기능형 다공성 바이오 세라믹 소재 제조를 위한 양적층 방법의 3D프린팅 제조기술

안민경*, 김종우, 고영학. *고려대학교*

생체모방구조를 재현하기 위한 경사기능형 다공성 세라믹시편을 제조기술로, 특히 본 연구에서는 기존 단순 치밀층과 다공성 구조를 가지는 단순구조의 한계를 극복한 기술로서 치밀구조 및 다공성 구조가 제어 가능하고 기공구조가 연속적으로 변하는 경사기능형 구조를 제조할 수 있을 뿐만 아니라 경사기능형 다공성 구조 또한 제어 가능한 새로운 기술 방법이다. 경사 기능 구조를 가지는 다공성 세라믹 시편을 제조하기 위하여 치밀구조를 제조하기 위하여 높은 세라믹 분율을 갖는 세라믹/캠펜 기반 슬러리와 다공성 구조를 제조하기 위하여 쉽게 제거가 가능하고 또한 압출이 가능한 캠펜 동결 매체를 이용한 슬러리를 제조하여 각 다른 두 성형체를 제조하고 제조된 두 성형체를 적층한 후 연속적으로 압출하여 경사기능형 파이버를 제조하고 동시에 3D프린팅 기술 이용하여 생체모방 경사기능형 다공성 세라믹 소재를 제조 평가하였다.

P1-G5-14 Novel Rapid Direct Deposition for Hollow & Porous Biphasic Calcium Phosphate (BCP) Scaffolds with Core Shell Structure

3차원 쾌속 적층기술을 이용한 자연골 모방 구조의 튜브형 다공성 인산칼슘계 세라믹 지지체 제작 기술 및 응용

조인환*, 고영학, 맹우열, 최재원. *고려대학교*

컴퓨터 제어기반 쾌속 적층 기술, 특히 컴퓨터 동작 제어를 통한 자유형상 제조기술은 환자 맞춤형 진료 및 조직 결손 부위 맞춤형 지지체에 대한 요구사항을 만족시킬 수 있는 최신 기술로서, 복잡 다양한 구조의 3차원 형상 구현과 결손부위 형태재건의 공정상 편이성과 정밀성을 확보할 수 있는 기술이다. 특히, 의료분야 및 뼈 조직 공학 분야에서 사용되는 지지체를 제조하는 경우, 지지체의 조직 재생능력 및 생체 친화도는 기반 소재의 물리적, 화학적 생물학적 특성뿐 아니라 소재의 계면특성과 지지체의 기공구조 및 3차원적인 형태에 따라 달라진다. 이에 따라 의료분야 및 뼈 조직 공학

분야에서 지지체를 제조하는 기술에 대하여 다양하게 연구되고 있다. 본 연구에서는, 코어 부분 및 셸 부분을 구비하는 압출용 페이스트(initial feed rod)를 제작하여 복수 개의 채널이 형성되고, 복수 개의 채널 적층에 의해 인접한 복수 개의 채널 사이에 형성된 복수 개의 기공이 독립적으로 형성될 수 있는 3차원 다공성 지지체의 제조 시스템을 구축하였다. 그 결과, 3차원 다공성 지지체의 제조 시스템을 구축함으로써, 지지체 표면에 형성된 미세 조면이 지지체의 세포특성을 증진시킬 수 있고, 세포의 초기 부착 및 증장기적인 이동, 성장, 분화, 증식도를 증진시킬 수 있으며, 치과 분야뿐만 아니라 정형외과 분야의 조직 결손 부위에 좋은 예후를 기대할 수 있고, 지지체가 필요 한 다양한 분야에 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

P1-G5-15 Fabrication and Characterization of Porous CaP Scaffolds with Multi-directional Frameworks using 3D Printing Technique

광경화성 세라믹 기반 3D 프린팅 기술을 이용한 다공성 생체세라믹 스케폴드의 제조 및 평가

이정빈*, 고영학, 맹우열, 이윤희. 고려대학교

골 조직 결손 부위에 식립되어 최종적으로 효과적인 재건을 돕는 생체 세라믹 스케폴드는 다양한 제조 방법들이 개발되어 있다. 그러나 기존의 전통적인 제조 방법들은 생체 세라믹 스케폴드의 기계적 물성 및 생물학적 특성에 영향을 주는 기공 구조(기공율, 기공크기, 기공형상)를 정밀하게 제어하는 데에는 어려움이 있다. 따라서 최근 각광받고 있는 기술인 3D 프린팅법을 접목하여 전통적 방식의 한계점을 극복할 수 있는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 기술은 기본적으로 고도로 정렬된 기공 구조는 물론, 다양하고 복잡한 형상의 구현이 가능하기 때문에, 이를 이용해 세라믹 구조물을 제조하고, 그 특성을 평가하는 연구들이 발표되었다. 그러나, 높은 기계적 강도와 생체안정성 등을 만족시키기 위해, 고함량의 무기물(생체세라믹, 금속 등)을 유기물과 매우 균일하게 잘 복합화시키며, 또한 이를 응용하여, 3D 프린팅법 중 하나인 정밀도 및 속도 등이 우수한 DLP(Digital Light Processing)법에 적용 가능한 액체 기반의 광경화성 세라믹 복합물에 관한 연구는 거의 보고되지 않았다.

이에 본 연구에서는 생체친화성이 우수한 세라믹 분말 중 하나인 BCP(Biphasic calcium phosphate)와 광경화성 모노머인 HDDA(1,6-Hexanediol diacrylate)를 혼합하여 슬러리 내 세라믹 함량 45 vol%의 고함량 세라믹 슬러리를 제조 후, DLP(Digital Light Processing) 기술을 사용하여 각기 다른 방향의 세라믹 벽을 가지는 생체 세라믹 스케폴드를 제조하였고, 제조된 다공성 CaP 지지체를 1250도에서 소결하여 샘플에 대한 미세구조 분석 및 기계적 특성, 그리고 생체 유사 용액인 SBF 용액에서 아파타이트 생성 능력을 평가하였다.

P1-G5-16 The Comparison of Relative Reliability by Three Point and Biaxial Flexural Strength Test Methods of Hybrid Ceramic Block for Dentistry CAD/CAM

치과용 CAD/CAM용 하이브리드 세라믹 블록의 3점 굴곡 강도와 이축 굴곡 강도에 따른 상대적 신뢰도의 비교

유현철¹*, 강종호¹, 김원호¹, 오명환¹, 이명현², 오남식³. ¹(주)베리콤, ²한국세라믹기술원, ³인하대학교

치과용 CAD/CAM용 하이브리드 세라믹은 고분자와 세라믹(하이브리드 세라믹)이 융합된 치과 치료용 4세대 재료이다. 치과용 수복물로 임상적으로 성공하기 위해 기계적 물성은 중요한 요인 중

하나이다. 현재 하이브리드 세라믹에 대한 기계적 물성은 ISO 4049 (Dentistry - Polymer-based restorative materials)을 준하여 3점 굴곡 강도로 평가되어 지고 있다. 그러나, 3점 굴곡 강도 측정법은 가공된 시편에 모서리 및 결합 부위에 응력이 집중되면 조기에 파괴가 발생되어 정확한 재료의 평가가 어렵다. 취성이 강한 세라믹 재료의 이축 강도 측정법(ISO 6872 : Dentistry - Ceramic materials)은 시편의 중심부에 응력을 집중을 시켜 모서리에서의 응력 집중이 발현되지 않는다. 이 측정법은 3점 굴곡 강도 측정법과 다르게 모서리 가공이 필요하지 않다는 장점이 있다. 취성이 높은 재료에 사용되는 이축 굴곡 강도 측정법이 하이브리드 세라믹에서의 적용 가능성에 대한 필요성이 제안되고 있으며, 연구 단계에서의 물성 비교만이 진행되고 있다. 그러나, 상용화된 하이브리드 세라믹 제품들에 대한 굴곡 강도 측정법(3점 굴곡 강도 vs 이축 굴곡 강도) 비교 연구는 아직 미비하다. 본 연구에서는 상용화된 제품에 대해 3점 및 이축 굴곡 강도 시험법으로 평가하고, Weibull modulus로 상대적 신뢰도를 비교 후 이축 굴곡 강도 측정법에 대한 적용 가능성을 알아보고자 한다.

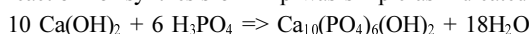
본 연구는 산업통상자원부의 “신뢰성 기술 확산 지원 사업”의 지원을 받아 수행된 연구 결과임(N037700107, 2015).

P1-G5-17 Preparation of Hydroxyapatite Nanopowders by Wet-chemical Precipitation

Hydroxyapatite 나노분말의 수용액 합성

이병우*. 한국해양대학교

Hydroxyapatite (HAp) powders were prepared through a wet precipitation process using calcium hydroxide as calcium precursor, phosphoric acid as phosphorus precursor under various preparative conditions. The wet precipitation process is the most popular and widely researched process for synthesis of HAp. Since relatively large amount of HAp can be produced by the precipitation process in absence of organic solvents at a low cost, the process is chosen widely to synthesize HAp in contrast to other techniques. This precipitation reaction for synthesis of HAp was simple as indicated below.



The only byproduct of this reaction was water. The size, shape and surface area of the HAp particles obtained by this reaction are very sensitive to the phosphoric acid addition rate as well as the processing parameters of precursor concentration, reaction pH and temperature. The influence of processing parameters to the properties of prepared HAp was elucidated.

P1-G5-18 Development of Adhesives Inducing Chemical Bonding to Dental Zirconia

치과용 지르코니아의 화학적 결합 유도 중간제 개발

손시원*, 김준형, 김성민, 임형봉. (주)하스

최근 치과 보철 소재 시장에서는 심미성과 기계적 물성을 동시에 만족할 수 있는 소재가 요구되고 있다. 지르코니아의 경우 1,200 MPa 정도의 높은 기계적 강도와 화학적 내구성, 내마모성을 가지고 있으나, 화학적으로 불활성하며, 심미적 특성에서 다소 떨어지는 단점이 있다. 이러한 심미성을 보완하기 위해 투광성이 높은 세라믹 파우더를 이용하여 도재 축성(build-up) 기법으로 인공 보철물을 제작하고 있다. 지르코니아 위에 도재 축성을 하기 위해서는 먼저 sand blasting이나 표면 연삭을 통해 지르코니아의 비표면적을 증가시키고 도재와의 물리적인 결합을 유도하여 보철물을 제작한다. 하지만, 낮은 결합강도로 인해 도재층이 벗겨지거나 균열 등

이 빈번히 발생되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 지르코니아와 세라믹 도재 간에 강한 결합력을 위해 화학적 결합을 유도하는 세라믹 결합제를 개발하고자 열 접합에 따른 지르코니아와 세라믹 결합제 간 미세 인장 결합강도를 측정하고, 미세구조 및 성분 분석을 통해 화학적 결합 메커니즘을 규명하고자 한다.

P1-S51-1 Comparative Evaluation of Bone Regeneration Characteristics by Synthetic Multichannel Biphasic Calcium Phosphate Granular Bone Substitutes based on Size Difference

다른 크기의 골 이식체인 멀티 bcp 과립의 합성에 의한 골 재생력 비교 연구

Mirana Taz*, 배상호, 정해일, 조현득. 순천향대학교

There are various synthetic materials used as bone substitutes, among them a new calcium phosphate based multichannel cylindrical granular bone substitute is showing satisfactory biocompatibility and osteoconductivity in clinical application. Different types of commercially available cylindrical granules differ in their mechanical and morphological characteristics due to the difference in size, diameter, surface area, pore size and porosity. The aim of this study is to investigate whether the size of these synthetic granule and resultant inter granular space formed by filling the critical size defect has any effect in new bone formation characteristics and to find out best formulation from these individual types by combining in different proportion to optimize the performance of bone tissue regeneration. We evaluated two types of granules with 1 mm & 3 mm diameter, and the combination of these granules in two different proportions and compared their different mechanical, morphological, biocompatibility characteristics. The biocompatibility and cell attachment was examined by MC3T3E1 osteoblast-like cells using MTT assay and confocal imaging. *In vivo* investigation in rabbit model indicated that all four types of samples were able to significantly better bone formation than the control after 4 weeks and 8 weeks of implantation. Micro-computed tomography analysis showed more bone formation in case of 1mm granules compared to other three samples, which was confirmed by histological analysis.

P1-S51-2 Evaluation of Novel Ceramic Composite with Biphasic Calcium Phosphate (BCP) - Calcium Sulfate Dehydrate (CS) Embedded in Agarose Gel for Bone Repairing

BCP-칼슘 설페이트 디하이드레이트

MD Lemon Hassan*, Reiza Ventura. 순천향대학교

Synthetic biomaterials, outstanding biocompatibility and ability to enhance bone repairing processes, are getting attention over autogenous bone graft and allograft. In current study, we synthesized a novel composite of biphasic calcium phosphate (BCP) - calcium sulfate dehydrate (CS) embedded in agarose gel with various compositions. The powder compositions of BCP-CS were, 10, and 30 wt%, embedded in 2% agarose gel. Agarose gel produced a polymeric network with BCP particles and large CS crystal entrapped in that network as result this new combination reduced the brittleness unlike ceramics composites. The composites showed higher compressive strength, fracture roughness with 10% BCP-CS and agarose gel, the result demonstrated that agarose gel gives the ductile feature of the composites. *In vitro* biocompatibility of composites was studied by using MC3T3E1 cells. The scanning electron microscope images and

immunohistochemical analysis demonstrated that the composites are highly biocompatible for cell adhesion, proliferation and differentiation.

P1-S52-1 Ceramic-Artesunate Nanohybrid System as a Novel Antimalarial Drug; Oral and Intravenous Administration Routes 항말라리아 약물로서 세라믹-아르테수네이트 나노복합 시스템; 경구 투여와 정맥 투여

김지영*, 최고은, 최진호. 이화여자대학교

Artesunate (AS) is the most widely used artemisinin derivative as an effective anti-malaria drug. However, AS shows a low oral bioavailability due to the poor aqueous solubility and instability in acidic solution. Therefore, we incorporated AS molecules into hydrophilic zinc basic salts (ZBS), which has been considered as a 2-dimensional nanoceramics with excellent biocompatibility, and therefore, as a reservoir or carrier for fragile bioactive molecules. In addition, the present ZBS ceramic nanovehicle gave rise not only to increase aqueous solubility of AS but also to enhance its chemical stability under an acidic condition. Therefore, ZBS-AS nanohybrid was coated with enteric coating polymer, Eudragit® L100, (ZBS-AS-L100). Finally we have performed in-vivo pharmacokinetic study in rats via oral administration in order to compare absorption of AS of ZBS-AS-L100 with that of intact AS, and surprisingly, it was found that the former was ~6 times larger than the latter due to an enhanced solubility of AS thanks to the hybridization with hydrophilic ZBS. Therefore, ZBS-AS-L100 could be suggested as a promising drug delivery system for improving drug solubility and absorption. Additionally, we encapsulated AS molecules into layered double hydroxide or intravenous injection, and then, systematically discussed on the AS release property in a simulated body fluid, which will be demonstrated in-detail in the presentation.

P1-S52-2 Biocompatible Ceramic Nanohybrid as Multi-minerals and Vitamin Supplement for Patients with Type 2 Diabetes Mellitus 제 2 형 당뇨병 환자를 위한 복합미네랄과 비타민 보충제로서 생체 적합성 세라믹 나노 하이브리드

류현주*, 최진호, 최고은. 이화여자대학교

Recently, layered double hydroxides (LDH) have been developed as inorganic nanovehicles for delivering therapeutic agents. In this work, LDH containing Mg^{2+} , Zn^{2+} and Cr^{3+} and its vitamin B6 (pyridoxal-5-phosphate; PLP) intercalation complex, those which can provide deficient minerals and vitamin to the type-2 diabetic patients, have been explored successfully. According to the X-ray diffraction (XRD) analysis for PLP-LDH nanohybrid (16.5 Å) was more extended from that of LDH (8.6 Å), indicating that the PLP molecules were successfully intercalated into the interlayer space of LDH. Fourier transform infrared (FT-IR) spectra also revealed that the PLP molecules were deprotonated and stabilized between the LDH layers through electrostatic interaction. The scanning electron microscopy (SEM) images showed that the PLP-LDH nanohybrid had a thin, plate-like morphology with a uniform size (~100 nm). The photostability assay of PLP and PLP-LDH nanohybrid were carried out under UV light. The content of PLP in PLP-LDH nanohybrid at 180 min after light irradiation was retained more than 95% of initial content, while that of pure PLP was decreased down to ~28%. According to the MTT assay with L929 mouse fibroblast cell-line, no

significant cytotoxicity could be observed for the PLP-LDH nanohybrid with a dosage less than 500 ug/mL. And therefore, we suggest that the present ceramic hybrid material may have a potential application as the novel food supplement for patients with the type 2 diabetes mellitus.

P1-S52-3 In situ-synthesized Cadmium Sulfide Nanowire Photo-sensor with a Parylene Passivation Layer

In situ 성장 황화카드뮴 나노선 광센서의 파릴렌 코팅을 통한 표면 보호 효과 분석

김홍래*, 변재철. 연세대학교

The direct in situ synthesis of cadmium sulfide (CdS) nanowires (NWs) was presented by direct synthesis of CdS and applied it to medical detection of carcinoembryonic antigen. oxidant on the surfaces of the CdS NWs using X-ray photoelectron spectroscopy, transmission electron microscopy, and time-of-flight secondary ion mass spectrometry. We also fabricated a parylene-C film as a surface passivation layer for in situ-synthesized CdS NW photosensors and investigated the influence of the parylene-C passivation layer on the photoresponse during the coating of parylene-C under vacuum using a quartz crystal microbalance and a photoanalyzer. Finally, we used the in situ-synthesized CdS NW photosensor with the parylene-C passivation layer to detect the chemiluminescence of horseradish peroxidase and luminol and applied it to medical detection of carcinoembryonic antigen.

P1-S52-4 Top-down Synthesized TiO₂ Nanowire Assisted Laser Desorption/Ionization Mass Spectrometry for Detection of Small Molecule

Top-down TiO₂ 나노선을 이용한 저분자량 물질의 LDI 질량분석

박종민*, 변재철. 연세대학교

MALDI-TOF mass spectrometry has become a powerful analytical tool for peptide and protein analysis. MALDI-TOF MS has various advantages compared to other analytical methods including easy sample preparation, sensitive detection (< fmol), and a wide detection range up to 500 kDa. However, MALDI-TOF MS has a limitation with respect to quantitative analysis as well as in analysis of low molecular weight compounds due to intense chemical noise (background) from the organic matrix that has a molecular weight of ~300 Da. In this study, we fabricated TiO₂ nanowire target chip for MALDI-TOF MS to eliminate matrix noise, and to detect small biomolecules. TiO₂ nanowires integrated MALDI sensing chips were synthesized by mild hydrothermal process called "wet corrosion process". SEM and TEM measurements revealed that morphology of synthesized TiO₂ nanowires have a diameter of 30 nm, and the crystal structure was determined by XRD and Raman spectrometry. The photocatalytic activity of TiO₂ nanowire chips was tested by the degradation of methylene blue under UV irradiation. The feasibility of detecting small biomolecules by TiO₂ nanowire chip was demonstrated with peptides, amino acids and drugs. In addition, quantitative analysis of glycine, arginine, glutamic acid, proline was carried out and limit of detection was 10 pM for glycine, arginine, glutamic acid, and 100 pM for proline.

P1-S52-5 Effect of Reducing Agents to Fabricate Well-deposited Ag NP's onto the SiO₂ as an Antibacterial Agent by Impregnation Method

함침법을 이용한 Ag 나노 입자가 코팅된 SiO₂ 항균제 제조 및 환원제의 효과

배동식*, 잠스란수크바야르. 강원대학교

We have studied a facile approach to synthesize silver deposited silica nanoparticles using impregnation method. Initially, spherical shaped amorphous silica was obtained by well-known Stober process, and the average size was kept around 120 nm. The formation of Ag NP's was conducted using tri-sodium citrate and hydrazine hydrate as a reducing agent. Briefly, the amorphous silica was mixed with silver nitrate aqueous solution under vigorous stirring to ensure well dispersion of silica throughout in medium. Then, reducing agents were added into the suspension and heated up to 150°C till well dried, respectively. The obtained nanoparticles were characterized using XRD, FE-SEM, EDS, and FE-TEM. Therefore, the bactericidal effect of nanoparticles was applied by MIC test and diffusion assay. Therefore, the SiO₂@Ag NP's was used against with *E. coli* as Gram-negative bacteria. This study has shown that tri-sodium citrate has better bactericidal effect compare to hydrazine hydrate.

P1-S52-6 Comparative Bone Regeneration Potential Studies of Collagen, Heparin and Polydopamine Coated Multi Channelled Biphasic Calcium Phosphate Granules

콜라겐, 헤파린, 폴리도파민이 코팅된 다공성 BCP 과립의 골재생력 비교 연구

이건희*. 순천향대학교

The present work is a comparative assessment of the bone regeneration potentiality of bone substitutes comprised of bioactive polymer coated biphasic calcium phosphate (BCP) granules. The bone substitutes were primarily composed of multichanneled BCP granules which were coated separately with biochemical polymer coatings, namely collagen, heparin or polydopamine, using chemical methods. The morphological features and chemical structure of the granules and surface coatings were characterized by scanning electron microscopy (SEM) and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) respectively. The biological characterizations in terms of cellular interaction with the bone substitutes *in vitro* (MTT assay and proliferation) and *in vivo* (bone regeneration efficacy) were carried out and compared with uncoated BCP granules. It was found that polydopamine coated BCP granules were superior to the others with respect to promoting more rapid healing. Therefore, PD-MCG system can be used as a promising injectable bone substitute for clinical applications.

P1-G6-1 Fabrication of Phosphors in Glass for Blue Laser Diode and High Power LED

블루 레이저 및 고효율 LED 용 PiG (Phosphor in Glass) 제조

정홍채*, 박진영, 양현경. 부경대학교

Light emitting diodes (LEDs) have been developed as a major light source in diverse application of illumination and are still investigated widely for improving their high power and high efficiency. As a part of development of light source, blue laser diodes (LD) based white

lights source becomes a next generation light source in illumination and display applications.

In this study, we synthesized PiGs composed of the tellurite glasses and Ce:YAG phosphor, and evaluated stability of these PiGs. The procedure of PiG synthesis consists of two steps, (1) preparation of mixture of tellurite glasses and Ce:YAG phosphor, and (2) fabrication of PiG via remelting the mixture.

The photoluminescence properties of the as-prepared PiG samples were studied. Photoluminescence was measured by visible spectrometer which also calculated the CIE coordinates and CCTs. Optical microscope was used to examine phosphor morphology of the PiGs Samples.

P1-G6-2 Effect of Annealing Temperature on the Crystallization of $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ Glass Ceramics

Annealing 온도 조절이 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 계 유리의 결정화에 미치는 영향

박경대*, 장재원, 한가람, 정운진. 공주대학교

$\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ (LAS) 계를 기반으로 한 결정화유리는 낮은 열팽창계수를 가져 열충격에 매우 강해 가정용 전기 cook-top 상판 등으로 널리 사용되고 있다. 일반적으로 결정화유리 제조시 유리 형성 후 열 응력제거를 위해 annealing을 시행한 후 결정 생성 및 성장을 위한 열처리를 실시한다. Annealing은 유리의 외형을 유지하는 동시에 유리내 구조의 재배열을 촉진하기 위해 일반적으로 유리 전이 온도 부근에서 실시된다. 한편, 결정화는 효과적인 핵생성 및 성장을 위해 유리의 결정화 온도 부근에서 실시하게 된다. 그러나, 핵 생성은 결정화 온도 이하에서도 발생이 가능하며, 이는 이후의 열처리 과정을 통해 유리내 결정화 생성에 영향을 줄 수 있다. 본 연구에서는, annealing을 유리전이 온도 부근과 보다 낮은 온도에서 진행한 뒤 annealing 온도가 LAS계 유리의 결정화에 미치는 영향을 조사하였다. $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{ZnO}$ (LASZ) 계 유리에서 핵 생성 조절로서 ZrO_2 및 TiO_2 를 첨가하여 통상적인 용융-냉각 방법을 이용하여 제조하였다. DTA 분석을 통해 각 유리의 유리전이 온도 및 결정화 온도를 확인하였으며, annealing 온도를 변화시키며 열처리를 실시하였다. 결정화가 진행된 시편에 대하여 XRD 및 SEM 분석을 통하여 구조 분석을 진행하였으며, TMA를 이용한 열팽창계수 분석을 통해 annealing 공정 온도 변화에 따른 결정화 효과를 비교하였다.

P1-G6-3 Color Control of $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ Glass Ceramic with Transition Metal and Rare Earth Oxides and Effect of Crystallization

전이금속 및 희토류 산화물이 첨가된 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 계 결정화유리의 색 조절과 결정화 영향

장재원*, 박경대, 한가람, 정운진. 공주대학교

$\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ (LAS) 계를 기반으로 한 글라스 세라믹은 낮은 열팽창계수와 높은 열충격 특성으로 인해 가정용 전기 cook-top 상판 등으로 널리 사용되고 있으며, 최근에는 제품의 심미성 향상을 위해 다양한 색상의 상판 보드가 제시 되고 있다. 일반적으로 유리내 색상 발현을 위해 전이금속 또는 희토류 이온을 첨가하게 되는데, 이들은 주변 결정장에 따라 흡수 스펙트럼이 변화하는 특성을 가지며, 이에 따라 유리 색의 변화를 유발할 수 있다. 본 연구에서는, LAS계 결정화 유리의 다양한 색상 구현을 위해 다양한 전이금속과 희토류 산화물을 첨가한 결정화 유리를 제조하고, 이들의 열처리에 따른 색변화를 조사하였다. Zr, Ti을 조해제로 첨가하여 유리

를 제조한 뒤 열처리를 통해 beta-eucryptite 결정상을 가지는 글라스 세라믹을 제조하였다. 전이금속과 희토류 이온의 조절을 통해 다양한 색상의 유리를 얻을 수 있었다. 결정화 전과 이후의 흡수 스펙트럼 분석 결과, 전이금속의 경우 열처리에 의한 뚜렷한 색변화를 확인하였으나, 희토류 이온의 경우 큰 변화가 나타나지 않았다. XPS 분석을 통해 전이금속의 산화가 변화를 조사하였으며, 이러한 변화는 전이금속의 3d 궤도와 희토류의 4f 궤도가 각각 결정장의 변화에 따른 민감도가 다르기 때문으로 추정되었다.

P1-G6-4 Heat Flow Analysis in a SiO_2 Melting Furnace

SiO_2 용융로 내 열유동 해석

임향준*, 김안나. 한국산업기술대학교

반도체 제조공정 중 식각 과정에서 반도체 웨이퍼를 담거나 지지하는 역할을 하는 tube, ring, bowl 등의 부품은 SiO_2 또는 SiC 를 소재로 하여 만들어진다. SiO_2 는 quartz powder를 고온에서 용융시켜 만들어지는데, 열원으로서 산수소 화염, 전기저항열, 플라즈마열 등이 있다. 상기 부품 중 tube는 제조 효율을 고려하여 회전체 형태의 용융로 내부에 quartz powder를 채운 후 고속으로 회전하면서 용융로의 중심부에 설치된 전극으로부터 발생된 전기저항열 또는 플라즈마열을 분말에 전달시켜 용융상태의 cylinder를 만들어진다.

Quartz cylinder의 물성은 회전하는 용융로의 내부에 있는 quartz powder에 전달되는 열량의 크기와 열 전달 속도의 영향을 받는데, 무엇보다도 균일한 온도 분포가 요구되어진다. 본 연구에서는 용융로 내부의 온도 분포를 결정하는 공정 변수로서 용융로 내부의 크기와 플라즈마 열원의 운반자인 주입되는 질소 유량을 설정하고 시뮬레이션을 통해 이러한 공정 변수가 용융로의 내부 온도 분포에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

P1-G6-5 The Influence of Alkaline Element K on Pore Properties inside the Quartz Ingots

쿼츠 잉곳 내 기공의 특성에 미치는 알칼리 계 원소 칼륨의 영향

염호중*, 임향준. 한국산업기술대학교

Quartz glass는 내식성이 우수하여 실리콘 웨이퍼 식각용 치구의 소재로 사용되고 있다. 식각용 치구를 제조하기 위해서는 quartz glass를 용융하게 되는데, 이 때 glass melt 내부에는 기공이 발생한다. 응고된 glass 내부에 기공이 잔존하게 되면 투과율, 내전압, 기계적 강도 등의 특성 저하를 유발하기 때문에 기공제거가 요구된다. 이러한 기공을 제어하고자 많은 연구가 현재 진행되고 있는데 그 중에는 quartz glass의 원료인 석영분말에 함유되어 있는 금속불순물이 기공에 미치는 영향에 관한 연구도 수행되고 있지만, 알칼리 계 원소가 기공에 미치는 영향에 대해서는 연구가 거의 보고되고 있지 않다.

본 연구에서는 quartz glass 내부에 존재하는 알칼리 계 원소 K가 기공의 특성에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 실험결과, K조성이 증가할수록 quartz ingot 내 기공은 감소하였지만, 기공의 크기는 거의 변화가 없었다.

P1-G6-6 Supercontinuum Generation Characteristics of Photonic Crystal Fiber with a Germanium Nanoparticles-doped Germanosilicate Core by Dynamic Control of Zero-dispersion Wavelength

Ge 나노입자가 함유된 코어를 갖는 광자결정 광섬유의 영분산 파장 제어에 따른 supercontinuum 발진 특성

이유승*, 주성민¹, 강성구¹, 김지훈¹, 류용탁¹, 정성목², 한원택¹. ¹광주과학기술원, ²LIG넥스원

광자 결정 광섬유의 높은 비선형 특성을 이용하여 넓은 대역을 갖는 Supercontinuum(SC) 발전에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 효율적인 SC 발전을 위해서는 광섬유의 높은 비선형성 및 협대역의 극초단 고출력 레이저의 파장과 광섬유의 영분산 파장(λ_0)의 매칭이 필수적이다. 그러나 실리카계 유리로 이루어진 단일 모드 광섬유의 조성 및 구조적 특성에 따른 λ_0 의 제어 한계로 상용화된 펄스 광원을 활용할 수 없는 것이 현실적으로 해결해야 할 과제이다. 본 연구에서는 광섬유의 흡수대역에 외부 펄스 광원의 조사에 따른 λ_0 의 변화를 통해 상용화된 극초단 고출력 레이저 출력 파장과 동기화를 이용한 SC 발전 효율의 향상에 대해 연구하였다. CW-SPM 방법을 이용하여 측정된 Ge 나노입자가 코어에 함유된 광자결정 광섬유의 non-resonant 비선형 굴절률과 비선형 계수 값은 각각 $4.74 \times 10^{-20} \text{ m}^2/\text{W}$ 과 $14.07 \text{ W}^{-1}\text{km}^{-1}$ 였다. 광 분산 측정기를 이용하여 광섬유의 색분산 값을 측정하였고, λ_0 는 1252.4 nm였다. 광자결정 광섬유의 광흡수 파장인 520 nm와 동일한 파장에서 발전하는 InP 반도체 레이저 다이오드를 45 m 길이의 광섬유의 코어에 조사하며 λ_0 의 변화를 도모하였다. 1.05 mW의 펄스 파워로 광섬유에 입사했을 때, λ_0 는 1246.4 nm로 6 nm 가량 단파장으로 이동하였음을 알 수 있었다. 이를 통한 SC 발전을 구현하기 위해 5 m 길이의 광섬유에 150 mW 출력파워와 35 fs 펄스폭을 갖는 레이저와 520 nm 파장에서 5 mW 출력파워를 갖는 외부 펄스 광을 동시에 조사하였다. 외부 펄스 광에 의한 SC 발전 특성은 출력파워 -60 dBm 이상에서 약 5 nm 증가된 287 nm (662 nm~949 nm)의 대역폭을 보였다. 이를 통해 Ge 나노입자 함유 코어 광자결정 광섬유의 SC 발전 특성은 λ_0 제어에 의해 향상됨을 알 수 있었다.

P1-G6-7 Effect of Phosphoric Acid Amount on Crystalline phase of Phosphate Glass Ceramics Prepared from Eggshell

인산의 양이 폐각으로 제조된 인산염 결정화 유리의 결정상에 미치는 영향

강태성*, 이상진. 국립목포대학교

순수한 P_2O_5 는 PO_4 의 3차원 적인 사면체 구조를 형성하고 있으며, 순수한 상태에서 극히 불안정하여 수분이 접촉하게 되면 급격하게 반응하여 H_3PO_4 로 변한다. 하지만 망목수산화물의 첨가에 의하여 이러한 사면체 구조가 깨어지고 유리화 같은 불규칙한 원자 구조를 지니게 된다. 인산염 유리는 자외선에 대한 광학적 성질이 뛰어나고 낮은 용융점, 체액에서의 쉽게 용해되는 특성으로 인하여 광학기기 및 봉지재, 의료산업, 복합재료의 강화제로 사용되고 있다. 본 연구에서는 생활폐기물로서 버려지는 폐각(달걀껍질)을 활용하여 인산염 결정화 유리를 제조하고 첨가된 인산의 양이 최종 결정상에 미치는 영향을 고찰하였다. 폐각을 초산(acetic acid)에 용해시킨 뒤 필터링 하여 난막 및 기타 부유물을 제거하였다. 제조된 용액에 목적하는 P_2O_5 비율에 맞추어 인산을 첨가하여 혼합용액을 제조한 후 이를 건조하여 전구체를 준비하고, 열처리 하여 인산염 유리를 제조하였다. 500°C 미만에서 폐각에 포함된 단백질 성분과 CO성분의 분해가 일어났다. 1000°C에서 용융 후 15°C로 급냉하여 인산염 유리를 제조하였다. 제조된 유리시편의 전이점, 연화점 및 열팽창계수를 TMA를 이용하여 측정하였다. 이후 이루어지는 결정화 거동에서, 인산의 첨가량이 각 결정화 온도 및 유지시간에서의 결정상 변화에 미치는 영향을 XRD 분석을 통하여 고찰하였다.

P1-G6-8 Correlations between Infrared Absorption and Refractive Index Dispersion of Chalcogenide Glass Doped with Element

미량 원소첨가 칼코지나이드 유리의 적외선 대역 흡수와 굴절률 분산의 상관관계

이우형^{1*}, 이준호¹, 김현¹, 신상열¹, 이정환¹, 박봉제², 정운진³, 최용규¹. ¹한국항공대학교, ²한국전자통신연구원, ³공주대학교
최근 들어 열화상 카메라의 수요가 군수 분야에서 민수 분야로 급격하게 확장되고 있으며, 이에 따라 기존 열화상 카메라의 광학렌즈로 주로 채용되던 질산/연마 공정이 필요한 Ge 또는 ZnSe 등의 결정질 소재를 대신하여 몰딩 공정으로 제작할 수 있는 칼코지나이드 유리 소재가 각광받고 있다. 이와 더불어 적외선 윈도우 또는 필터 등의 다양한 수동 적외선 광소자가 지속적으로 요구되는데, 이를 위하여 적외선 소재의 투과 스펙트럼의 선형을 최적화하는 것이 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 원적외선 대역의 투과도가 우수한 Ge-Sb-Se 계열의 칼코지나이드 유리를 대상으로 다양한 첨가원소를 추가하였으며 이에 따른 투과 스펙트럼의 선형 변화를 조사하였다. 즉, 전이금속 또는 희토류 원소의 미량 첨가가 야기하는 전자전이 흡수를 활용하여 칼코지나이드 유리의 투과 스펙트럼의 선형 변화를 유도하였으며, 이에 수반되는 굴절률의 변화를 분석하였다. 전이금속 원소가 나타내는 상대적으로 넓은 대역의 흡수와 희토류 원소가 나타내는 좁은 대역의 흡수를 동시에 활용하고자 하였으며, 첨가 함량에 따른 흡수도의 변화 및 굴절률 분산의 변화를 정량적으로 파악하였다.

P1-G6-9 Controlling Infrared Transmission Spectrum of Chalcogenide Glasses via Elemental Doping

미량 원소 첨가를 통한 칼코지나이드 유리의 적외선 대역 투과 스펙트럼 조절

김현^{1*}, 이준호¹, 이정환¹, 이우형¹, 정운진², 최용규¹. ¹한국항공대학교, ²공주대학교

칼코지나이드 유리는 적외선 대역을 활용하는 다양한 수동/능동 광소자로 활용될 수 있는데, 이 경우 본 유리의 투과 스펙트럼의 선형을 용도에 맞게 최적화하는 것이 매우 중요하다. 즉, 적외선 윈도우 또는 필터와 같은 응용에서 투과 스펙트럼의 선형 조절은 필수적이며 적외선 렌즈의 경우에도 투과 스펙트럼에 따라 굴절률 분산 등의 특성이 변화하기 때문이다. 이에 본 연구에서는 미량의 첨가원소가 칼코지나이드 유리에서 나타내는 진동 천이 또는 전자 천이에 기인하는 흡수를 활용하여 적외선 대역 투과 스펙트럼의 선형을 조절하고자 하였다. 원적외선(8~12 mm) 대역의 투과도가 우수한 Ge-Sb-Se 기반 칼코지나이드 유리를 대상으로 다양한 첨가원소를 선정하여 유리 시편을 제작하였고 원소의 변화 및 첨가농도의 변화에 따른 투과 스펙트럼의 선형 변화를 조사하였다.

P1-G6-10 Physical Characteristics of D-glass Fibers According to Speed of Spinning

방사속도 변화에 따른 D-glass 섬유의 물리적 특성

정보라^{1,3*}, 이지선^{1,2}, 이미재¹, 임태영¹, 이영진¹, 전대우¹, 신동욱³, 김진호¹. ¹한국세라믹기술원, ²인하대학교, ³한양대학교

가장 보편적인 복합소재로 사용되는 E-glass (electrical glass) fiber는 여러 장점을 보유하고 있지만 1 MHz의 주파수에서 6.7~7.8로 높은 유전율을 가지므로 기판소재에는 적합하지 않다. 기판소재에서 유전율이 높다는 것은 전력손실이 크다는 것을 의미한다. 그러므로 E-glass의 높은 유전율을 보완하는 D-glass (dielectric glass)가 필요하다. D-glass는 1 MHz에서 3.8~4.2로 같은 조건에서 E-glass 절반 정도의 유전율을 가진다. 전자재료에서 D-glass는 섬유의 형태로 가공되어 전자기판의 보강재로 활용된다. 본 연구에서는 D-glass 조성의 모유리를 제조해 투과율, XRD와 유전율을 측정하였다. 또한 모유리를 1400°C에서 100~300 rpm으로 방사속도에 변화를 주어 D-glass 섬유를 제조하였다. 그 후 D-glass 섬유의 싱글 필

라멘트를 이용해 인장강도를 측정하고 직경을 관찰하는 등 섬유의 물리적 특성을 확인하였다.

P1-G6-11 Evaluation for the Plasma Resistance of Aluminosilicate Oxide Glasses under Fluorocarbon Plasma with Ar^+ Ion Fluorocarbon 플라즈마와 Ar^+ 이온의 식각에 의한 Aluminosilicate 산화물 유리의 내플라즈마 특성 평가

최재호*, 박형빈, 한윤수, 김형준. 한국세라믹기술원

플라즈마 식각은 높은 식각선택도와 nm 수준의 미세 패터닝 구현이 가능한 장점을 갖고 있다. 때문에 반도체 공정에서 MEMS 제조나 디스플레이 공정에서 필수적으로 사용되고 있다. 최근 반도체 패터닝은 10 nm 수준으로 미세화가 진행중이며, 이로 인해 식각 공정에서 발생할 수 있는 미세 물순물 제거가 매우 중요한 이슈화되고 있다. 식각과정 중에 발생하는 오염원은 fluorine 기반의 플라즈마를 사용한 silicon 기판을 식각하는 과정에서 플라즈마는 silicon 뿐만 아니라 그 주변 챔버 내의 물질도 같이 식각되며, 반복적인 노출에 의해 챔버 물질이 silicon 기판에 오염원을 만들어 내는 것으로 알려져 있다. 현재 상용화된 챔버용 물질은 Al_2O_3 그리고 Y_2O_3 와 다결정질 세라믹 소결체를 사용하고 있으며, 이들은 fluorine 플라즈마에 대한 내플라즈마 특성이 좋다고 알려져 있음에도 불구하고 여전히 상기와 같은 문제점을 갖고 있다. 본 연구에서는 밀도와 강도가 높은 소재인 aluminosilicate를 기반으로 Y, B, Ca를 적절히 혼합하여 플라즈마에 대한 저항 특성을 평가하였다. 내플라즈마 특성을 평가하기 위해 식각률, 표면 미세구조 그리고 XPS를 활용한 depth profiling과 binding energy를 측정하였다. 그리고 설계한 유리조성별 다른 내플라즈마 특성을 비교, 분석하였다.

P1-S61-1 Light Path and Distribution Modeling of Radial-firing Optical Fiber Tip Using COMSOL Program

COMSOL 프로그램을 이용한 방사형 광섬유 팁의 광경로 및 분포 모델링

류용탁*, 주성민, 강성구, 이유승, 김지훈, 한원택. 광주과학기술원
방사형 레이저 방출 특성을 갖는 광섬유 팁은 생체 침습 크기의 최소화, 생체 내 유연성, 그리고 생체 적합성 등의 우수한 특성으로 인하여 전립선 절제술, 정맥류 및 허리디스크 수술과 같은 내시경 의료 기기들의 핵심부품으로 활용되고 있다. 특히, 본 연구팀에서 제안한 방사형 레이저 방출 특성 구현을 위한 원뿔형 에어 포켓이 형성된 광섬유 팁 제작기술은 80°를 넘는 우수한 방사각의 구현과 함께 제조 공정을 단순화 시킨 장점이 있다. 다양한 의료 환경에서의 레이저 활용성을 증대하기 위해, 본 연구에서는 에어포켓이 있는 방사형 레이저 방출용 광섬유 팁의 개구수(Numerical Aperture, NA)와 에어포켓의 원뿔각의 변화에 따른 광 경로 및 광 파워 분포 등의 모델링을 통해 레이저 전송 효율의 증대 및 방사각의 최적화를 모색하였다.

원뿔형 에어포켓이 형성된 다중 모드 광섬유의 개구수와 에어포켓의 원뿔각을 변수로 하여 방출되는 레이저광의 경로 및 광 파워 분포를 COMSOL 프로그램(COMSOL Multiphysics 5.1)을 이용하여 분석하였다. 시뮬레이션에 활용된 다중 모드 광섬유의 코어 및 클래딩 직경은 각각 50 μm 와 125 μm 이었으며, 입사된 레이저 광의 파장은 1060 nm이었다. 에어포켓의 원뿔각 45°를 기준으로 개구수가 0.1에서 0.5로 증가할수록 집광도(방사각 $\pm 5^\circ$ 이내)는 56.8%에서 28.3%로, 방사각은 81°에서 77°로 감소하였다. 광섬유의 개구수가 0.1인 경우, 에어포켓의 원뿔각이 30°에서 60°까지 증가할수록 집광도의 경향성은 일정하지 않았으며, 방사각은 에어포켓의 원뿔각 46.8°를 기준으로 69°에서 81°로 증가하다가 21°로 감소하는 경향을 보였다.

P1-S61-2 Fabrication of Dy-doped Germano-silicate Optical Fiber and its Magneto-optic Characteristics

Dy 이온이 함유된 광섬유의 제조 및 자기 광학 특성

주성민^{1*}, 김지훈¹, Pramod R. Watekar¹, 강성구¹, 이유승¹, 류용탁¹, 김복현¹, 안용호², 한원택¹. ¹광주과학기술원, ²한국전력공사 전력연구원

희토류 원소가 함유된 광섬유는 비선형 광학 소자, 광필터, 광증폭기, 광섬유 레이저, 광섬유 센서, 그리고 자기 광학 소자 등 다양한 분야에 활용된다. 특히, 희토류 원소의 4f-5d 전자의 전기 쌍극자 천이(electric-dipole transition)를 기반으로 한 자기 광학 특성은 광필터, 광 아이솔레이터, 그리고 광 전류 센서의 핵심 기술이다. 이에 본 논문에서는 우수한 자기 광학 특성을 갖는 희토류 원소인 Dy 이온이 코어 영역 내에 함유된 광섬유를 개발하고, 이의 자기 광학 소자로의 활용을 위해 자기장 하에서의 Faraday 회전각을 측정하였다.

Dy 이온이 함유된 광섬유는 변형된 화학 기상 증착 공정과 광섬유 인출 공정을 이용하여 제조하였다. 먼저 $\text{DyCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (CERAC Inc., 99.9%)와 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (High Purity Chemicals Co. Inc., 99.9%) 시료를 각각 0.2 mole과 0.1 mole의 비율로 에탄올에 용해시켜 용액을 제조한 후, 수평형 용액 첨가 기술을 통해 광섬유 코어 영역 내에 Dy 이온을 고용시킨 후, 건조 및 소결 공정, 그리고 관 형태의 유리 튜브 내부를 하나로 만드는 오프립과 밀봉 등의 후 공정을 거쳐 광섬유 모재를 제조하였다. 이렇게 제조된 Dy 이온이 함유된 광섬유 모재를 약 2000°C의 온도에서 125 μm 외경을 갖는 광섬유로 인출하였다. 인출된 광섬유의 코어 직경과 차단 파장은 상용화된 통신용 단일 모드 광섬유와 광회로 구성에 맞추어 각각 9.3 μm 와 1,150 nm로 설계, 제조하였다. 제조된 광섬유의 자기 광학 특성을 평가하기 위해 32 cm의 광섬유와 1550 nm 분포귀환형 레이저 광원, 선형 편광기, 솔레노이드, 그리고 편광분석기를 활용하여 Faraday 회전각을 측정하여 Verdet 상수를 계산한 결과, 코닝사의 단일 모드 광섬유의 Verdet 상수인 0.5 rad/T.m보다 약 2.6배 높은 약 1.3 rad/T.m를 나타내었다.

포스터 발표 II

2017년 4월 21일(금)

포스터 발표 II

P2-G1-1 ZrO₂를 이용한 백색 LED의 광추출 효율 향상 To Enhance the Light Extraction Efficiency with ZrO₂ Spheres for WLEDs

문주영*, 이윤진, 이우철, 박진영, 양현경. *부경대학교*

GaN-based LEDs Attract the most Attentions for Blue Light Emission, Which is Based of White Light LEDs with Yellow Phosphors. However, one of the Issue that have Still Remain a Challenge, the Extraction Quantum Efficiency of GaN-based LEDs is Not High Enough. The Light-extraction Efficiency of GaN-LEDs is Limited by the Total Internal Reflection of Photons, Which is Related to the Interface Between GaN and air. It causes a Large Difference in Refractive Index Between GaN ($n=2.5$) and air ($n=1$). Light Traveling from GaN to Air Crosses into Air only Within the Critical Angle of 23°. The High Power LEDs Requires the Increasing light Extraction Efficiency of LED Devices Utilizing a Low Cost and Practical Approach. According to many Approaches to improve the Light Extraction Efficiency by Adding Hemispherical Material Between GaN Layer and Epoxy Layer as Similar Refractive index with GaN. ZrO₂ has proven to have a high refractive index as well-known as $n = 2.13$ that which is similar refractive index with ITO as its on top of GaN.

In this work, to improve the light extraction efficiency of WLEDs, we encapsulated ZrO₂ spheres mixed with YAG:Ce³⁺ on the blue LED chip. ZrO₂ spheres are prepared by a solvothermal reaction method. The crystal structure, surface morphology and optical properties have been studied.

P2-G1-2 Sr₁₀(PO₄)₆O:Ce³⁺ Apatite Structure Phosphate Phosphor for White LED

백색 LED 응용을 위한 Sr₁₀(PO₄)₆O:Ce³⁺ 형광체의 형광특성 연구
박성준*, 이주현, 홍우태, 양현경. *부경대학교*

Currently, white light emitting diodes (WLEDs) have attracted much attention because of the following features of low energy consumption, long working lifetime, high luminous efficiency and environment friendliness. At present, it is well known that the commercial WLEDs are mostly fabricated by combining a blue LED chip with a yellow emitting phosphor. However, WLEDs show a low color rendering index. To solve this problem, a new approach to obtain white light has been suggested which is a UV LED chip coated with three emitting blue, green, and red phosphors. This approach provides white LEDs with excellent CRIs. Production of the various red or blue phosphors has been considerably developed, but stable green phosphors are very few.

In this research, the apatite structure Sr₁₀(PO₄)₆O:Ce³⁺ phosphors with different Ce³⁺ concentrations were synthesized through the conventional solid state reaction. To confirm the phase identification, Sr₁₀(PO₄)₆O:Ce³⁺ phosphors were investigated by X-ray diffraction (XRD). The particle size and morphology of the phosphors were investigated with the field emission scanning electron microscopy (FE-SEM). The luminescence properties were investigated by measurement of photoluminescence excitation and emission.

P2-G1-3 Thermal Insulation Board of Thin Plate Type Using Zero-shrinkage LTCC Technology

무수축 LTCC 기술을 이용한 박형 단열 기판

유창민^{1*}, 이창현², 신효순¹, 여동훈¹, 김성훈³. ¹한국세라믹기술원, ²고려대학교, ³신라대학교

단열소재는 건축 및 가전 등 다양한 분야에서 매우 중요한 소재 기술로 주목받고 있다. 또한, 환경과 에너지 등의 사회적인 관심분야에 있어서 그 중요성이 대두되고 있다. 이러한 단열소재로는 스티로폼, 우레탄폼, 세라믹파이버, 진공단열재, 에어로겔 등이 대표적으로 개발되고 있다. 하지만 위와 같은 단열소재들은 최소 2 mm 정도의 두께를 가져야 한다는 특징이 있으며 박판 형상의 구현에는 한계가 있다. 이러한 점을 개선하기 위해 무수축 LTCC 기술을 이용하여 박형의 단열기판을 제조하고자 하였다. “Al₂O₃ / glass + 첨가제”를 고대 적층하여 소결할 경우 melting된 glass layer는 Al₂O₃ layer로 infiltration하게 된다. 이때, 첨가제가 bridge 형태로 alumina layer 사이에 남아 지탱함으로써 2차원의 기공층을 확보할 수 있다. 이를 이용하여 박층의 단열 특성을 가지는 기판에 대하여 검증하고자 하였다. 본 연구에서는 3종의 상용 glass와 Bi계열 glass를 제조함으로써 4종의 glass를 확보한 후 적층 및 소결하여 glass에 따른 infiltration 정도를 평가하였다. Bi glass에서 infiltration이 상대적으로 잘 일어났으며, 첨가제를 추가하여 “Al₂O₃ / glass + 첨가제” 형태로 sheet를 고대 적층 및 소결함으로써 Al₂O₃ layer 사이에 bridge가 생성된 단열 구조가 형성됨을 확인하였다. Al₂O₃, glass sheet의 두께와 첨가제의 양을 조절함으로써 0.23 W/mK의 열전도도를 가지는 500 μ m 두께의 박층 단열 기판을 제조하였다.

P2-G1-4 The Effects of Nb-doping on PZN-PNN-PZT Piezoelectric Material

Nb doping이 PZN-PNN-PZT 압전소자 특성에 미치는 영향

최정식^{1*}, 이창현², 신효순¹, 여동훈¹, 이준형³. ¹한국세라믹기술원, ²고려대학교, ³경북대학교

Actuator용 압전 세라믹스의 소재로써 PZT는 우수한 유전율 및 압전 특성을 가지고 있다. Perovskite(ABO₃) 구조인 PZT는 A-site, B-site에 doping되는 이온의 종류에 따라 특성이 크게 변하는 것으로 알려져 있다. PZT의 경우 오래 전부터 많은 선행 연구가 진행되었으며, PZN-PNN-PZT 3성분계에 대한 연구 또한 이미 많이 보고되었다. 특히, 이들 조성에서 Sr²⁺, Sb³⁺ 등을 doping하는 연구는 발표된 바 있으나, Nb doping이 미치는 영향은 아직 보고되지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 Nb doping이 PZN-PNN-PZT특성에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 기존 PZN-PNN-PZT의 경우 d₃₃가 약 600(pC/N)으로 측정되었으나, Nb가 doping된 PZN-PNN-PZT 또한 d₃₃가 약 600(pC/N)으로 비슷한 수준으로 확인되었다. 그 원인을 알아보기 위하여 결정상을 분석한 결과 압전 특성을 저해하는 pycnolore상의 생성을 관찰하였다. 이러한 pycnolore상을 억제하기 위하여 다양한 합성 경로 변화에 따른 상의 변화와 압전 특성의 변화를 비교 평가 하였다.

P2-G1-5 Optimization of Silane Coupling Agent and Dispersant for the Dispersion of Powders in Epoxy Resin

Epoxy resin에 powder의 균일한 분산을 위한 silane coupling agent와 분산제의 최적화

이유진^{1*}, 이창현², 신효순¹, 여동훈¹, 안성일³. ¹한국세라믹기술원, ²고려대학교, ³신라대학교

인덕터는 콘덴서, 저항과 함께 전자 회로를 구성하는 주요 부품이며, 회로 내에서 전류의 변화를 억제하는 수동소자이다. 그 중 몰당형 파워 인덕터는 자동차 산업에 적용을 목적으로 연구되고 있으며, 세라믹 절연막이 코팅된 금속 연자성 Powder와 Epoxy resin을 혼합하여 Slurry를 제조한 후, 코일이 삽입된 Mold에 주입하여

제조된다. 인덕터 제조 공정의 핵심 기술은 금속 입자간의 절연을 위한 Powder의 코팅과 균일성 확보를 위한 분산하는 공정이다. 이들 중 Epoxy resin 내에서 세라믹 절연막이 코팅된 금속 연자성 Powder의 분산에 대한 연구는 거의 보고되지 않았다. 본 연구에서는 Packing density를 높이기 위해 세가지의 입자 크기의 금속 연자성 Powder를 혼합하여 사용하였다. 또한, 최적의 분산 정도를 찾기 위해 Silane coupling agent와 Epoxy resin 양을 조절하였고, 두 종류의 분산제를 사용하였다. Slurry의 분산의 정도를 확인하기 위해 점도와 침강 높이를 측정하였고, 두 종류의 분산제를 사용하였다. Slurry의 분산의 정도를 확인하기 위해 점도와 침강 높이를 측정하였고, SEM을 이용하여 경화된 Sample의 단면을 확인한 후 이미지 분석기법으로 Silane coupling agent와 분산제가 인덕터용 슬러리의 분산에 미치는 영향을 확인하고자 하였다.

P2-G1-6 Change in Grain Growth Behavior during Sintering of Fine BaTiO₃ Powder: Mixed Control Model

Fine BaTiO₃ Powder에서 나타나는 소결중 입자성장양상의 변화: Mixed Control Model

문승윤^{1*}, 정성윤¹, 강석중². ¹한국과학기술원, ²한국세라믹기술원
In order to identify the correlation between impingement of abnormal grain growth and repetitive grain growth behavior in a BaTiO₃ system, grain growth behavior of fine BaTiO₃ was studied. Fine BaTiO₃ powder compacts of different size, from 50 nm to 300 nm, were sintered at 1250°C in different sintering atmospheres and for various sintering time. Sintering of 50 nm BaTiO₃ powder compacts in a wet 95N₂-5H₂ atmosphere at 1250°C, some of the impinged abnormal grains grew after 24h, showing secondary abnormal grain growth behavior. As the oxygen partial pressure of sintering atmosphere decrease, the incubation time for secondary abnormal grain growth decreases. These observed repetitive grain growth behavior in a BaTiO₃ system can be explained with coupling effect of maximum driving force for grain growth and the critical driving force for appreciable migration of faceted boundaries. These results seem to support the effectivity of the mixed control model for microstructure evolution of ceramics.

P2-G1-7 A Zero-thermal-quenching Phosphor: Application of High-power WLEDs

열적 비소광 형광체: 고출력 백색 LED의 응용

김윤화*, 임원빈. 전남대학교

최근 백색 LED 시장이 고출력 응용 기기로 확대됨에 따라 LED 패키지 내 재료들의 열적 안정성이 매우 중요하게 대두되고 있다. 특히 형광체는 근자외선 혹은 청색 LED의 빛을 받아 가시광선의 영역의 빛을 내는 색변환 소재로써, 백색 LED의 색 품질을 결정하는데 중요한 소재이다. 이러한 형광체는 온도가 올라감에 따라 발광강도가 줄어드는 열적 소광의 문제를 가지고 있으며, 이를 개선하기 위하여 많은 연구가 이뤄지고 있다.

본 연구에서는 NASICON 기반의 물질이 가지는 고온 특성을 이용하여 열적 소광이 없는 형광체를 개발하고 새로운 형광체 모델을 제시하였다. 구체적으로 개발된 NASICON 형광체는 온도에 따라서 상변화를 보이는데, 이 때 상변화에 의하여 생성되는 결합에 의하여 고온에서도 발광강도가 줄어들지 않는 특징을 보였다. 고온 상변화 특징을 고온 X-ray diffraction, Raman spectroscopy, ²³Na와 ³¹P NMR 측정을 통하여 분석하였다. 온도에 따른 photoluminescence와 decay time, quantum yield 측정을 통하여 광학적 특성을

분석하였다. 또한 개발한 모델에 대하여 밀도범함수 계산을 통하여 증명하였다. 최종적으로 최적화된 형광체와 상용 형광체를 LED에 적용하여 열적 안정성을 확인하고 높은 열적 안정성을 갖는 고출력 백색 LED를 제작하여 개발된 형광체의 상용 가능성을 확인하였다.

P2-G1-8 Study of Effects of Ethylene Glycol for Growth of One-dimensional BaTiO₃ Nanoparticles Prepared by Hydrothermal Reaction

BaTiO₃ 수열합성에서 Ethylene Glycol 첨가에 따른 영향 관찰

박영태*, 왕지은, 백창연, 김도경. 한국과학기술원

Nanomaterials show interesting properties when the structure is property controlled. One-dimensional structure, for instance, are suitable for transfer of electrons and optical excitations. BaTiO₃ nanoparticles have been used as a main ceramic material in capacitors, electro-optical devices, and multi-layer ceramic capacitors due to its dielectric and piezoelectric properties. However, there are few reports on synthesis methods and characteristics of shape-controlled single-crystal BaTiO₃. Shape-controlled BaTiO₃ have been synthesized by molten salt, cation exchange, and hydrothermal. Among those methods, hydrothermal method is easy to synthesize highly crystalline nanoparticles of single crystals.

In this research, particle growth behavior and shape change of one-dimensional BaTiO₃ nanoparticles have been investigated by hydrothermal process with small amount of ethylene glycol. Various experiments were conducted to demonstrate the effect of additive on the morphology of BaTiO₃ nanoparticles. The crystallinity and morphology of synthesized BaTiO₃ nanoparticles have been characterized using X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM) and transmission electron microscopy (TEM).

P2-G1-9 Phase Stability Diagram of YBa₂Cu₃O_{7-δ} for the Nominal Composition of Y : Ba : Cu = 1 : 1 : 2.5 in Low Oxygen Pressures Y : Ba : Cu = 1 : 1 : 2.5 조성의 YBa₂Cu₃O_{7-δ}의 낮은 산소 분압에서의 상 안정도

이두호*, 박인성, 유상임. 서울대학교

We have investigated the phase stability of the YBa₂Cu₃O_{7-δ} (YBCO) compound for the specimens with the nominal composition of Y : Ba : Cu = 1 : 1 : 2.5 in low oxygen pressures (P_{O_2}) ranging from 1 to 150 mTorr, since the same cation ratio, except Y replaced by Gd, had been employed for the fabrication of GdBCO Coated Conductors (CCs) via the Reactive Co-Evaporation Deposition and Reaction (RCE-DR) process. Like GdBCO CCs, an accurate determination of the phase stability boundary of YBCO is prerequisite for the optimal processing of YBCO CCs via RCE-DR.

In this study, Y-Ba-Cu-O amorphous precursor films were deposited on LaAlO₃ (001) substrates at 200°C by Pulsed Laser Deposition (PLD), and as-deposited amorphous films were annealed at various high temperatures in low oxygen pressures. Experimental results show that the stability boundary of YBCO for the nominal composition is clearly shifted to the lower temperature regions compared with those of the composition of Y : Ba : Cu = 1 : 2 : 3. From X-Ray Diffraction (XRD) patterns and Scanning Electron Microscopy (SEM) images, we expect that YBCO is formed from the amorphous Y-Ba-Cu-O, by the reaction of $Y_2O_3 + L1 \leftrightarrow Y_2Cu_2O_5 +$

$L2 \leftrightarrow YBa_2Cu_3O_{7-\delta} + Y_2Cu_2O_5 + Cu_2O$. Details will be presented for a discussion.

P2-G1-10 Fabrication of CNT-metal Particle Composite and its Application in Gas Sensing Properties

탄소나노튜브-금속 촉매 복합체 형성 및 가스센싱 능력 향상

김현우*, 권용중, 최명식, 방재훈. *한양대학교*

최근 많은 연구자들이 CNT 및 Graphene을 이용한 나노재료 합성에 관한 연구를 진행하고 있다. 특히 탄소나노튜브는 기존 물질들과는 다른 새로운 특성을 지니고 있어 나노재료 연구에 적용하기 좋은 특성을 지니 신나노물질로 주목받고 있다. 이러한 탄소나노튜브는 원자들 사이에 형성된 공유결합으로 인해 특성이 나타나며 화학적, 물리적 개질을 통한 새로운 나노재료 합성이 용이하다. 이번 연구에서는 이러한 탄소나노튜브를 기반으로 금속 촉매와의 복합구조를 형성한 후 가스 센서 특성을 향상시켰다. 합성된 탄소나노튜브 금속촉매 복합체는 높은 표면적을 지니 가스 입자들의 흡착이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 또한 금속 촉매를 흡착하게 되면, 금속촉매 입자들간의 spill-over 효과에 의해 가스 센싱 능력은 더 상승하게 된다.

P2-S11-1 Hydrogen Sensor based Self-heating: An Array of Single Suspended Carbon Nanowires Decorated with Palladium Nanoparticles

자가발열 기반 고성능 수소 가스 센서: 팔라듐 나노파티클이 선택적으로 코팅된 공중부유형 나노와이어 어레이 시스템

서준영*, 신흥주. *UNIST*

We report a novel hydrogen sensor based on an array of single suspended carbon nanowires (diameter ~200 nm, length ~100 nm) decorated with Pd nanoparticles (NPs) which have various sizes (5 ~ 15 nm) enabling room temperature H_2 gas sensing. This sensor has high performance in terms of high sensitivity, wide sensing range and full recovery via low power consumption. These high performances are enabled by suspended architecture of Pd NPs/carbon nanowires facilitating enhanced mass transfer, high surface to volume ratio, and good thermal insulation. This novel sensor platform can be fabricated using only simple batch microfabrication processes including carbon-MEMS and electrodeposition. The sensitivity and sensing range of the H_2 sensor can be modulated by controlling the size of Pd nanoparticles (5 nm Pd NPs: 3.2%/ppm^{1/2} and 10 - 1,000 ppm, 15 nm Pd NPs: 0.32%/ppm^{1/2} and 700 ppm-5%). Furthermore, wide range of H_2 sensing was possible by integrating nanowires decorated with two type Pd NPs on a chip. Moreover, the gas response can be fully recovered in a very short time by self-heating at a carbon nanowire. Through this fully recovery, real-time, reproducibility and long term durability can be guaranteed.

P2-S11-2 Highly Sensitive Ethanol Gas Sensor Using Interconnected Trimodally Porous SnO_2 Nanospheres

다공성 산화주석을 이용한 고감도 에탄올 가스 센서의 설계

임겨레¹*, 윤지옥¹, 최승호¹, 김준식¹, 장호원², 강운찬¹, 이종훈¹. ¹고려대학교, ²서울대학교

Porous nanostructures have been vigorously investigated for their rapid mass transport of chemical reactants to their surface followed by high gas response. In this study, we successfully synthesized dense (D-), bimodally porous (2M-) and trimodally porous (3M-) SnO_2

nanospheres using Multi-Walled Carbon Nanotube (MWCNT), Polystyrene (PS) spheres with various sizes as templates by ultrasonic spray pyrolysis and studied their gas responses to ethanol gases. Precursor solution containing tin oxalate, MWCNT, PS spheres were used to prepare 3M- SnO_2 spheres (pore sizes \approx 3, 20, 100 nm) and it showed excessively high response to 5 ppm ethanol ($S=316.5$ at 400°C). These results show the enhanced gas accessibility through interconnection of trimodal pores in 3M- SnO_2 sensors compared to 2M- SnO_2 sensors by introducing one-dimensional pores via MWCNT template.

P2-S11-3 ZnO Nanowire Forest Circumferentially Grown on a Suspended Carbon Nanowire for Use as the Gas Sensor

공중부유형 탄소 나노선에 방사상으로 성장한 산화아연 나노선 기반 가스 센서 개발

임영진*, 김수성, 신흥주. *UNIST*

We developed a highly sensitive gas sensor based on ZnO nanowire forest circumferentially grown on a suspended single carbon nanowire. In the previous reports, we introduced novel fabrication methods of suspended carbon nanostructures such as single nanowires, nanomeshes and nanomembranes fabricated using carbon-MEMS consisting of photolithography and polymer pyrolysis processes. In this study, ZnO nanowire forests were circumferentially grown on a suspended carbon nanowire using hydrothermal method. This selective ZnO nanowire growth was enabled by the suspended architecture. In addition, the distinguishing architecture of the suspended ZnO nanowire forest ensured efficient mass transport of the gas analytes to the ZnO nanowire sensing sites resulting in highly sensitive gas sensing.

P2-S11-4 Properties of M-doped TiO_2 (M=Mn, V) Nanotubes Synthesize by the Low-Temperature Solution Chemical Method

저온 화학용액법으로 M-doped TiO_2 (M=Mn, V) 나노튜브의 특성

황진아¹*, 전명표², 주병권¹. ¹고려대학교, ²한국세라믹기술원

TiO_2 nanotubes have a great potential in various application such as photonic, catalytic and gas sensitive properties. Nanostructures such as semiconducting oxide nanotube could be prepared by the low-temperature solution chemical method and have been given a lot of attentions because of unique properties originated from their unique morphologies such as high surface area and porosity, etc. In these studies, M (M = Mn, V)-doped TiO_2 nanotubes have been synthesized by aqueous solution method using titanium dioxide, sodium hydroxide and distilled water as starting materials. Calculated amount of M-doped TiO_2 powder was added in 500 ml bottle of a 10 M NaOH aqueous solution and then refluxed at temperature of 115°C for 24 hour. After that, M-doped TiO_2 nanotubes were collected and dried for about 24 hours. Crystal structure of synthesized M-doped TiO_2 nanotubes was analyzed with X-ray diffractometer (XRD) and their morphologies were observed by transmission electron microscopy (TEM). Gas sensing properties of M-doped TiO_2 nanotubes for CO and Formaldehyde gases were investigated.

P2-S11-5 Dual Gas Sensor for Detecting Trimethylamine and Hydrogen Sulfide by Molybdenum Trioxide Nanopaper

MoO₃ nanopaper를 이용한 Trimethylamine과 Hydrogen Sulfide의 듀얼 가스센서

윤지원^{1*}, Hua-Yao Li¹, Liang Huang², Xiao-Xue Wang³, 이철순¹, 윤지욱¹, Jun Zhou², Xin Guo³, 이종훈¹. ¹고려대학교, ²Wuhan National Laboratory for Optoelectronics, ³Laboratory of Solid State Ionics

Detection of dual or multiple types of gases by a single component, which represents the ideal approach for designing simple and reliable gas sensors, has rarely been realized. We report a free-standing, flexible and semi-transparent MoO₃ nanopaper for its dual gas detection of TMA and H₂S. A modified hydrothermal method was adopted to synthesize MoO₃ nanopapers. The sensor exhibited high responses of 49 to 5 ppm H₂S at 250°C and 121 to 5 ppm TMA at 325°C with excellent selectivity. The sensor possessed a great potential for the all-in-one detection of three types of malodor (TMA, H₂S and NH₃) simply by tuning the operating temperature. This particular performance is attributed to the high chemical affinity of MoO₃ to H₂S and the acid-base interaction between basic TMA/NH₃ and acidic MoO₃. The mechanism underlying the control of the gas selectivity by modulating the operating temperature was investigated by Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform (DRIFT) spectra.

P2-S11-6 Ambivalent Effect of Ni-loaded SnO₂ Gas Sensor on Gas Sensing Performance

조영무^{1*}, Michael Hübner², Alexander Haensch², 김효중¹, Udo Weimar², Nicolae Barsan², 이종훈¹. ¹고려대학교, ²Tübingen University
The pure and 0.4-2.0 at% Ni-loaded SnO₂ nanoparticles are measured in dry and humid atmospheres for the gas sensing characteristics. Regardless of wide range of humidity variation from dry to 80% r.h., 1.0 and 2.0 at% Ni-loaded SnO₂ shows same response, response/recovery kinetics, and resistance in air to 50 ppm CO. Diffuse-reflectance Fourier transform IR spectroscopy could explain the role of Ni related surface species in the increase of humidity independence for gas sensing characteristics. Ni loading to SnO₂ produced surface electron acceptors which were responsible for a significant upward energy bands bending even in N₂ atmosphere (> 0.5 eV) and also explains the significant increase of the sensors resistance in air and the decrease of sensor signals. It was revealed by the work function values determined from contact potential difference and the transient of sensor resistance. Thus, the origins of the ambivalent effect of Ni loading are elucidated and the realization of reasonable sensor performance is possible.

P2-S11-7 Fabrication of Low Power Metal Oxide Gas Sensor Array by Using Electrohydrodynamic (EHD) Printing of Electrospun Nanofibers

나노 섬유와 전기수력학(electrohydrodynamic) 프린팅을 이용한 저전력 반도체식 가스센서 어레이 제작

강경남^{*}, 조인철, 박재호, 박인규. 한국과학기술원

본 연구에서는 전기수력학(electrohydrodynamic, EHD) 프린팅을 이용하여 나노 섬유를 마이크로 스케일로 패터닝하고 가스 센서 어레이 및 저전력 금속 산화물 가스 센서를 제조하는 방법을 개발하였다. 전기 방사(electrospinning) 방법으로 합성한 1차원 금속 산화물 나노 섬유(SnO₂, WO₃, In₂O₃, NiO)를 용매에 분산하여 프린팅 용액으로 사용하였다. 그리고 직류 전압을 이용하여 나노 섬유로

구성된 선 패터닝이 가능함을 확인하고, 펄스와 형태 전압을 이용하여 노즐 내경(90 μm) 보다 작은 점 패터닝을 얻을 수 있었다. 점 패터닝의 크기는 펄스와 전압의 폭을 변화 시킴으로써 제어 가능하였다. 이러한 패터닝 기술을 사용하여 3종류의 서로 다른 나노 섬유를 500 μm 이하의 영역에 집적하여 센서 어레이를 형성할 수 있었고, 저전력 센서를 위해 제작된 공중 부유형 MEMS 플랫폼 히터에도 1차원 나노 섬유 물질을 성공적으로 패터닝 할 수 있었다. MEMS 플랫폼의 경우 열 손실을 최소화 하기 위해 공중 부유형으로 제작이 되어있고, 총 4가지 물질(2×2)이 집적될 수 있게 어레이 형태로 되어있다. 이렇게 제작된 저전력 가스 센서로 NO₂ (0.1, 0.5, 1, 2 ppm) 및 H₂S (1, 5, 10, 20 ppm) 가스를 20 mW의 전력으로 검출 하였다. 이렇게 저전력 초소형 가스센서 어레이 제작이 가능해짐으로써 휴대용 가스센서 기술 개발에 본 연구가 유용하게 사용될 것으로 보인다.

P2-S11-8 Localized Synthesis Method for SnO₂ Nanotubes and Application on Low Power Gas Sensors

SnO₂ 나노튜브의 국소합성 방법과 저전력 가스센서 응용

조인철^{*}, 강경남, 윤정훈, 박인규. 한국과학기술원

Nowadays, air pollution has become a critical problem, and therefore many types of portable air monitoring devices have been developed. Among these, metal oxide gas sensors are suitable for mobile applications due to their small size, low cost and high sensitivity. They usually operate under high temperature conditions ranging from 200°C to 400°C. In order to reduce the operating power, researchers have tried to combine micro-heating platforms and nano-sized sensing materials. However, through conventional deposition methods, it is hard to integrate sensing materials on selective spot. We have developed low power gas sensors that consist of a suspended microheater and one dimensional metal oxide nanostructures. The geometries of the micro-heaters were optimized by heat conduction analysis. In addition, through liquid phase deposition (LPD), SnO₂ nanotubes were synthesized by substituting ZnO nanowires locally grown on sub-3 × 110 μm² region. Therefore, we could fabricate highly sensitive, low power consuming gas sensors.

P2-S11-9 Toward for All Printable Fabrication of Noble Thermoelectric Hydrogen Gas Sensor Composed with Bi₂Te₃ and Graphene Supported Pt Catalyst

Bi₂Te₃와 Pt supported 그래핀 페이스트 기반 프린팅 공정이 가능한 열화학 수소센서 개발

고광명^{1*}, 황태연¹, 김세일², 명노상², 좌용호¹. ¹한양대학교, ²University of California, Riverside

For decades, hydrogen gas has been considered as the most promising candidate for renewable and sustainable energy source. However, a great attention is required to ensure safety and security because of explosive behavior at relatively high concentration (more than 4%) in ambient air. Therefore, great research efforts have been derived for the demands of hydrogen gas sensors with high sensitivity and low detection limits to prevent unexpected risks.

Among various hydrogen sensor devices, thermoelectric hydrogen gas (THS) sensor has been recognized as a suitable candidate for next generation of hydrogen gas sensor owing to its fast and reliable signal output. THS is a hydrogen gas sensing device which composed with

thermoelectric layer for generation of voltage output and catalyst for generation of heat by reaction with hydrogen gas.

Here, we reports noble thermoelectric hydrogen gas (THS) sensor based on cost-effective and saleable fabrication method for practical application. We attempted to fabricate thermoelectric layer by printing method, which is a cheaper and easier process using Bi_2Te_3 paste for better process-ability for mass production. In addition, by applying graphene supported Pt catalyst, the output voltage was enhanced and it was expected pasting and casting process. the type-casted thermoelectric layers with graphene supported Pt catalyst can detect a wide range of H_2 concentrations and showed response down to 100 ppm at room temperature with relatively fast response and recovery time.

P2-S11-10 LSM-CGO-YSZ Composite as a Sensing Electrode for Limiting Current Gas Sensor

한계 전류 가스센서를 위한 LSM-CGO-YSZ 복합체 감지전극 연구
김혜원^{1*}, 유지행², 백동현², 조용수¹. ¹연세대학교 ²한국에너지기술연구원

It is a mandatory requirement to monitor exhaust gas from auto mobiles. Limiting current amperometric sensors are used in auto mobiles. Platinum has been widely used as an electrode material, since it has excellent durability under redox atmosphere. However, it has some problems such as high cost and low sensitivity for CO. Mixed-conductivity oxides are good alternatives for Pt electrode. Lanthanum strontium manganite (LSM) is a typical cathode material for solid oxide fuel cells which is active on oxygen reduction. Gadolinium-doped cerium oxide (CGO) is an ionic conductor under oxidizing atmosphere and an electric-ionic mixed conductor under reducing conditions. Besides, CGO has electro-catalytic activity on CO_2 reduction in specific reducing conditions. In this study, LSM-CGO-YSZ composite was used for sensing electrode of a limiting current amperometric sensor to detect O_2 and CO atmosphere. YSZ was added for enhance the adhesion on YSZ electrolyte. Current-voltage (I-V) behavior of the sensor is correlated with polarization resistance that is measured by electrochemical impedance spectroscopy.

P2-S11-11 Sensor for Hazardous Particulate Matters in Exhaust Gas

배기가스 입자상 유해물질 감지센서

이지혜*, 엄재현, 서호철. 세종공업

차량의 배기가스 배출로 인한 대기오염은 현재 중요한 문제로 대두되고 있다. 차량 배기가스에는 CO , HC , NO_x , SO_2 및 입자상 물질 등이 포함되어 있고, 그 중 입자상 물질은 환경 및 건강에 악영향을 미치며 발암물질로도 알려져 있다. 이에 따라 차량의 입자상 물질 배출에 대한 규제가 강화되고 있고, 이를 감지하기 위한 센서의 개발이 요구되고 있다. 현재 차량 배기가스 내 입자상 물질을 감지하기 위한 센서칩은 Al_2O_3 기판을 기반으로 미세한 감지패턴을 통해 입자상 물질의 양을 감지하고 있다. 그러나 이러한 방식은 입자상 물질의 크기를 감지할 수 없고, 금속입자 등의 불순물에 의한 영향도 크다는 단점이 있다. 본 연구에서는 도전성 세라믹인 SiC 를 기반으로 입자상 물질의 양 및 입자의 크기를 측정하는 방법을 제안하고 이를 실험을 통해 확인하였다.

P2-S12-1 Hardening Behaviors in CuO-added $(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{NbO}_3$ - $\text{K}_{5.4}\text{Cu}_{1.3}\text{Ta}_{10}\text{O}_{29}$ Lead-free Piezoelectric Ceramics

CuO를 첨가한 KNN계 무연 압전세라믹스의 경성거동

한형수*, 이창현, Trang An Duong, Thi Hinh Dinh, 이재신. 울산대학교

This study relates the microstructure, crystallographic structure, ferroelectric, and piezoelectric properties of $(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{NbO}_3$ ceramics modified with 0.38 mol% $\text{K}_{5.4}\text{Cu}_{1.3}\text{Ta}_{10}\text{O}_{29}$ and different amounts of CuO. Results revealed that the addition of KCT and CuO were effective in enhancing the sinterability of KNN. The internal bias field (E_{ib}) increased from 0.3 kV/mm to 0.58 kV/mm at 0.5 mol% CuO-added KNN+KCT ceramics. The increase of E_{ib} corresponds very well with the observed increase of the mechanical quality factor (Q_m) from 112 to 2665 for 0.5 mol% CuO. Besides, addition of 0.5 mol% CuO to KNN+KCT resulted in a large increase of the EPR signal, which is related to the increased amount Cu^{2+} and a corresponding increase of the concentration of defect dipoles. This result is in good agreement with the increased E_{ib} and the resulting hardening behavior.

P2-S12-2 Effect of High-Energy Ball Milling Treatment on Electric-Field-Induced Strain Properties of Bi-based Ceramic Composite Bi계 무연 압전세라믹스의 전계유기 변형특성에 관한 고에너지 볼밀링 효과

박영석*, 한형수, 이창현, 정광휘, 김성현, 이재신. 울산대학교

Piezoelectric ceramic materials are widely used in modern industry to transform electrical signals into mechanical strain and vice versa; this dual nature enables piezoelectric materials to be used in electromechanical systems as both sensors and actuators. This work investigated the effect of high-energy ball milling on the dielectric and piezoelectric properties of lead-free $\text{Bi}_{1/2}(\text{Na}_{0.82}\text{K}_{0.18})_{1/2}\text{TiO}_3$ (BNKT)/0.98 $[\text{Bi}_{1/2}(\text{Na}_{0.82}\text{K}_{0.18})_{1/2}\text{TiO}_3]$ -0.02 LaFeO_3 (BNKT2LF) ceramic composites. BNKT as seed materials were synthesized using a conventional solid-state reaction method. BNKT2LF as matrix materials were high-energy ball-milled in ethanol with steel balls for 0, 15, 30, 45, and 60 min. The highest normalized electric field-induced strain (S_{\max}/E_{\max}) value of 615 pm/V was obtained at 4 kV/mm for 30min HEBM treated composites. Consequently, it was confirmed that relaxor ferroelectric (RFE) matrix ferroelectric (FE) composite approaches could enhance EFIS at low field and make their hysteresis smaller by expediting phase transition from RFE to FE. Furthermore, it seems that the BNKT2LF-10BNKT composite is a promising alternative material for practical piezo actuator applications.

P2-S12-3 Large Electromechanical Strain in Lead-Free Relaxor/Ferroelectric Piezocomposite Ceramics

Nguyen Hoang Thien-Khoi*, Thi Hinh Dinh, 홍영환, 한형수, 이재신. University of Ulsan

The crystal structural, ferroelectric, and electric-field-induced-strain (EFIS) properties of lead-free relaxor/ferroelectric piezocomposite ceramics were investigated. The relaxor-matrix materials and the ferroelectric-seed materials were separately synthesized by using a conventional solid state reaction method, and then relaxor-matrix materials were mixed with the ferroelectric-seed materials. The EFIS of the relaxor/ferroelectric piezocomposite ceramics at low electric fields was dramatically enhanced by the mixing with ferroelectric

seed materials. Large electromechanical strains of 745 pm/V at 4 kV/mm and 466 pm/V at 3 kV/mm were obtained when the seed contents were 30 wt% and 50 wt%, respectively, which are much higher than those of the relaxor-matrix materials without ferroelectric seeds (575 pm/V at 4 kV/mm and 327 pm/V at 3 kV/mm).

P2-S12-4 Origin of Large Piezoelectric Effect in $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{-PbTiO}_3$ Single Crystals

Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})-PbTiO₃ 단결정의 높은 압전 특성의 원인

김형필^{1*}, 이호용², 조욱¹. ¹UNIST, ²선문대학교

The outstanding piezoelectric properties of $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$ (PMN-PT) single crystals near morphotropic phase boundary (MPB) have been explained by the polarization rotation concept.

In this study, the piezoelectric and dielectric properties of PMN-PT single crystals near MPB were investigated to see how the polarization rotation influences the piezoelectric properties. To this end, (100)- and (110)- orientated PMN-29PT single crystals on the rhombohedral side of MPB were prepared by the solid-state single crystal growth technique. Since the polarization rotation should be accompanied by a phase transition during the application of electric fields, both axial and radial strains and consequent volume changes of PMN-29PT single crystals were examined to see if the expected phase transition due to a polarization rotation truly exist. The result showed that no abnormal change in volume due to a phase transformation was evident.

To explain the remarkable strain behaviors of the PMN-PT single crystals, other mechanisms were considered. Given that PMN-PT is a relaxor-based material, it is highly possible that the behaviors are closely related to the nature of relaxor. To validate this assumption, we controlled the degree of B-site cation ordering to modify the relaxor-ferroelectric boundary in the crystals. In this paper, we present the correlation between the functional properties such as electromechanical strains and polarization values and the degree of disorderliness in the B-site cations.

P2-S12-5 Influence of A-site Deficiencies on the Electrical Properties of BNT-BKT Lead-free Piezoceramics

BNT-BKT 무연압전세라믹스의 A-site 이온 결핍에 따른 전기적 특성 변화

최진영^{1*}, 김태은¹, 홍창효¹, 이건주¹, 조재현¹, 안창원², 조욱¹. ¹UNIST, ²울산대학교

Relaxor ferroelectrics has been of a great interest to the ferroelectric community due to their unique electrical properties that have not been fully understood. Recently, we noticed that A-site deficiency may have an influence on the so-called freezing behavior of lead-free relaxor ferroelectrics. To correlate the level of A-site deficiency with the changes in the freezing behavior, we investigated A-site deficient $(1-x)\text{Bi}_{1/2}\text{Na}_{1/2}\text{TiO}_3\text{-xBi}_{1/2}\text{K}_{1/2}\text{TiO}_3$ (BNT-BKT) system. The compositions were selected over rhombohedral phase (BNT, BNT-15BKT), morphotropic phase boundary (BNT-18/20/22 BKT) and tetragonal phases (BNT-25/55BKT, BKT). The A-site vacancies achieved by taking out a part of A-site cations intentionally from the stoichiometric compositions. The results of electric-field-induced properties implied that the A-site deficiencies tend to decrease the freezing temperature except for BNT and BNT55BKT. The effect of

vacancies was most significant in BNKT22, featured by the development of so-called constricted polarization hysteresis and a consequent incipient piezostress at 4 mol % of A-site vacancy concentration. In contrast, this effect seems ineffective at all in BNT and BNKT55. In this study, we present a series of experimental data to reveal the underlying mechanism for the role of vacancies on the stability of the long-range ferroelectric order in the context of crystallographic symmetry.

P2-S12-6 Influence of A-site Deficiencies on the Electric Properties of BNT-BT Lead-free Piezoceramics

BNT-BT 무연압전세라믹스의 A-site 이온 결핍이 전기적 특성에 미치는 영향

이주현^{1*}, 최진영¹, 김태은¹, 이건주¹, 홍창효¹, 안창원², 조욱¹. ¹UNIST, ²울산대학교

The origin of the incipient piezoelectricity is still unclear. Recently, Groszewicz et al. proposed that the origin of relaxor properties in $(\text{Bi}_{1/2}\text{Na}_{1/2})\text{TiO}_3$ -based ceramics be local electric field gradients (EFGs) rooting from the presence of oxygen octahedral tilt systems. This implies that the magnitude of EFGs constituting random fields (RFs) is proportional to the degree of oxygen octahedral tilting. Given that this oxygen octahedral tilting is closely related to the local distortion of the unit cell, we attempted to control the degree of oxygen octahedral tilting by adjusting A-site deficiency levels for some selected compositions in $(1-x)\text{Bi}_{1/2}\text{Na}_{1/2}\text{TiO}_3\text{-xBaTiO}_3$ (BNT-BT) system, i.e., $(\text{Bi}_{1/2})_{1-x}\text{Ba}_x[(\text{Na}_{1/2})_{1-x}]_y\text{TiO}_3$ ($x = 0, 6, 9, 13, 40$ and $y = 0, 1, 2, 4$ representing the level of deficiency). Two interesting aspects were observed: 1) The intensity of RFs does not seem to be affected in pure BNT despite the presence of oxygen octahedral tilt system, and 2) A development of RFs is evident in BNT-40BT system, though the crystallographic symmetry of this composition prohibits any oxygen octahedral tilting. In this presentation, we would like to present the data of relevance to disentangle the two unpredicted issues.

P2-S12-7 Piezoelectric Properties Dependent on Phase Structure and Composition of KNN-BNKLZ-BS Lead-free Ceramics

KNN-BNKLZ-BS 무연세라믹의 상구조 및 조성에 따른 압전특성 연구

양선아^{*}, 김병훈, 이경자, 이민구. 한국원자력연구원

In this work, we designed ternary system concerning $(1-x-y)[(\text{K}_{0.48}\text{Na}_{0.52})\text{NbO}_3]\text{-x}[\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.7}\text{K}_{0.2}\text{Li}_{0.1})_{0.5}\text{ZrO}_3]\text{-yBiScO}_3$ ($x = 0-0.07$, $y = 0-0.03$) to study the effects of phase structure and fractional ratio on electrical properties of the KNN-based ceramics. From the analyses of XRD patterns and temperature dependent ($-150\sim 200^\circ\text{C}$) dielectric constant, it is found that the KNN-xBNKLZ ceramics ($x \leq 0.025$) show the phase transition from O phase to R-O-T and R phase in sequence with increasing BS content y . The KNN-xBNKLZ ceramics ($0.03 \leq x$) with R-O-T or R-T phase boundary show the O phase shrinkage and R phase increase with increasing BS content y . From the Reitveld refinement of the XRD patterns, it is suggested that the optimum piezoelectricity was observed with the R and T phase ratios of nearly 85-90% and 10-15%, respectively in the R-T phase boundary. The maximum d_{33} of ~ 370 pC/N (T_c of $\sim 323^\circ\text{C}$) was obtained in the ceramic with $x = 0.03$ and $y = 0.01$.

P2-S12-8 Expeditious Synthesis of Perovskite Lead-free Piezoceramics by Mechanochemical Reaction

기계화학적 반응을 이용한 페로브스카이트 비납계 압전세라믹 고효율 제조 기술

이경자^{1*}, 박은광¹, 양선아¹, 박진주¹, 부상돈², 이민구¹. ¹한국원자력연구원, ²전북대학교

In this study, we report the expeditious synthesis of single-phase perovskite oxides by a high-rate mechanochemical reaction, which is generally difficult through conventional milling methods. With the help of a highly energetic planetary ball mill, lead-free piezoelectric perovskite oxides of $(\text{Bi}, \text{Na})\text{TiO}_3$, $(\text{K}, \text{Na})\text{NbO}_3$ and their modified complex compositions were directly synthesized with low contamination. The reaction time necessary to fully convert the micron-sized reactant powder mixture into a single-phase perovskite structure was markedly short at only 30-40 min regardless of the chemical composition. The cumulative kinetic energy required to overtake the activation period necessary for predominant formation of perovskite products was ca. 387 kJ/g for $(\text{Bi}, \text{Na})\text{TiO}_3$ and ca. 580 kJ/g for $(\text{K}, \text{Na})\text{NbO}_3$. The mechanochemically derived powders, when sintered, showed piezoelectric performance capabilities comparable to those of powders obtained by conventional solid-state reaction processes. The observed mechanochemical synthetic route may lead to the realization of a rapid, one-step preparation method by which to create other promising functional oxides without time-consuming homogenization and high-temperature calcination powder procedures.

P2-S12-9 Effect of Composition on Piezoelectric Properties and FOM for Energy Harvester in $(\text{K}, \text{Na})\text{NbO}_3$ -based Ceramics

$(\text{K}, \text{Na})\text{NbO}_3$ 계 세라믹스에서 조성 비가 압전 특성 및 에너지 하베스터 성능지수에 미치는 영향

고수환^{1*}, 김대수¹, 한승호², 강형원², 이형규², 김정석¹, 천채일¹. ¹호서대학교, ²전자부품연구원

압전 재료는 액추에이터, 센서, 트랜스듀서 등에 널리 사용되고 있으며, 최근 무선 센서 등의 자가 발전을 위한 압전 에너지 하베스터로의 응용을 위한 연구가 진행되고 있다. 압전 에너지 하베스터의 성능지수(figure of merit, FOM)는 압전 전압 상수(g)와 압전 변위 상수(d)의 곱으로 표현되므로, 압전 변위 상수가 크고 유전율이 낮은 재료가 유리하다. 현재 $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ (PZT) 계 압전 세라믹스가 널리 사용되고 있으나, 환경에 유해한 납을 상당량 함유하고 있기 때문에, 이를 $(\text{K}, \text{Na})\text{NbO}_3$ (KNN)계 등 친환경적인 무연 압전 세라믹스로 대체하기 위한 연구가 세계적으로 활발히 진행되고 있다. KNN 세라믹스에 Li 등을 치환하면 결정구조가 사방정(orthorhombic)에서 정방정(tetragonal)로 변하며, 상경계 조성 근처에서 최대의 유전 및 압전 특성이 나타난다고 알려져 있다. KNN 세라믹스를 압전 에너지 하베스터에 사용할 때, 높은 성능지수를 얻기 위해서는 압전 변위 상수가 크고, 동시에 유전상수가 낮아야 하므로, 상경계 조성보다는 정방정 또는 사방정 조성이 될 가능성이 크다. 한편, 고전류 및 저저압 발전을 하는 압전 에너지 하베스터를 제조하기 위해서는 적층 구조의 압전 세라믹스가 필요하며, 압전 세라믹스의 소결 온도를 1,000°C 이하로 낮출 필요가 있다. 본 연구에서는 과잉의 알칼리 산화물 및 CuO를 첨가하여 900-940°C의 저온에서 소결하여 $(\text{K}, \text{Na}, \text{Li})(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_3$ (KNLNT) 세라믹스를 제조하였다. Li의 고용량을 조절하여 KNLNT 세라믹스의 결정구조를 사방정에서 정방정까지 변화시켰으며, 조성 변화에 따른 유전 및 압전 특성의 변화를 조사하였다. 또한, 이러한 유전 및 압전

특성의 변화가 압전 에너지 하베스팅 소자로 응용될 때, 성능 지수에 미치는 영향을 고찰하였다.

P2-S12-10 Phase Transition Behavior and Mechanical Properties of $(1-x)(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ - $x\text{SrTiO}_3$ Lead-free Piezoceramics

$(1-x)(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ - $x\text{SrTiO}_3$ 무연 압전 세라믹의 상변화 거동 및 기계적 물성

조소라^{1*}, 홍창효², 김대수³, 박근준⁴, 조유리⁴, 안창원⁵, 이형규⁴, 남산¹, 조욱², 한승호⁴. ¹고려대학교, ²UNIST, ³호서대학교, ⁴전자부품연구원, ⁵울산대학교

Lead-free $(1-x)(\text{Bi}_{1/2}\text{Na}_{1/2})\text{TiO}_3$ - $x\text{SrTiO}_3$ (BNST, $0 \leq x \leq 0.25$) ceramics were prepared by a conventional solid-state reaction. The effect of increasing the concentration of SrTiO_3 (ST) on the phase transition behavior was investigated using X-ray diffraction patterns, field-induced polarization, and strain curves. As the ST concentrations increased, a ferroelectric to ergodic relaxor phase transition occurred. At $x = 0.25$, the highest strain was observed despite the piezoelectric charge constant being the lowest, and the ferroelectric and ergodic relaxor phases seemed to coexist. In order to investigate the mechanical properties of BNST ceramics, the resonance and antiresonance frequencies of various vibration modes were obtained, and the various tensors of elastic compliances were subsequently calculated. Because the resonance and antiresonance frequencies of the ergodic relaxor piezoceramics cannot be easily identified due to the absence of a remanent polarization and strain after the removal of the electric field, some tensors of elastic compliance of BNST with $x = 0.25$ were obtained by extrapolation of the compliance variation as a function of ST concentrations.

P2-S12-11 The Optimization of Piezoelectric Energy Harvesting Module Design for Power Generating Stability Improvement

전력 생산의 안정성 향상을 위한 압전 에너지 하베스팅 모듈의 최적화 설계

조유리^{1*}, 강형원¹, 김대수², 박근준¹, 한승호¹. ¹전자부품연구원, ²호서대학교

전자전기 기기에 에너지를 공급하기 위한 방법은 항상 이슈가 되어왔다. 특히, 최근에 독립적으로 작동하는 무선 센서, 의학 기기, 무인 설비 모니터링 설비 등에 전력을 공급하기 위한 방법으로 열, 진동, 빛 에너지 하베스팅 기술이 주목을 받고 있다. 이 중 진동 에너지를 이용하는 압전 에너지 하베스팅은 다른 기술에 비해 높은 전력 밀도를 가지며 넓은 응용 가능성이 있다는 장점을 갖고 있다. 응용 분야에 따라 좋은 발전 효율을 얻기 위한 다양한 모듈 디자인을 고려할 수 있으며, 본 연구팀에서는 공장 설비 진단을 위한 최적 하베스팅 모듈을 디자인하고 꾸준히 개선해 온 바 있다. 그러나 진동 에너지를 이용하는 과정에서 에너지 하베스팅 모듈내의 지속성을 보증하기 어렵기 때문에 안정적인 전력 생산에 문제가 되고 있다. 이번 연구에서는 진동에 의해 발생하는 문제를 해결하여 모듈의 지속성을 향상 시키기 위해 추가적인 모듈 디자인의 개선과 함께 물리적, 화학적 방법을 제안하였다.

P2-S12-12 Fabrication of PZT Piezoelectric Fiber Composite Driven in Longitudinal Mode Fiber for Strain Sensor Application on Curved Geometry

굴곡면 변위 센서 응용을 위한 종 모드 PZT 압전 파이버 복합체의 제조 및 구조적 특성

임재훈*, 이민선, 윤지선, 박운익, 홍연우, 백중후, 조정호, 정영훈.
한국세라믹기술원

본 연구에서는 굴곡면의 변위를 감지하는 센서 응용을 위하여 중 모드 구동 방식을 이용하는 압전 세라믹 복합체, 특히 압전 파이버를 이용한 세라믹 복합체를 제조하였다. 높은 압전 변위 상수(d_{31} : ~600 pm/V)를 가지는 상용 PZT 압전 세라믹 소재를 이용하여 250 μm (width) \times 200 μm (thickness) \times 50 mm (length)의 세라믹 파이버를 제조하였다. 이들 압전 파이버는 에폭시 소재를 이용하여 서로 유기적으로 연결된 10 mm \times 200 μm \times 50 mm 크기의 monolithic 어레이 (array) 구조를 형성한다. 중 모드 구동을 위하여 100 μm 너비와 400 μm 간격을 가지는 Cu interdigitated electrode (IDE) 구조의 패턴이 형성된 PI 필름을 압전 파이버 어레이의 표면에 부착하였다. 제조한 압전 파이버 복합체는 분극 조건에 따라 P-E 이력 특성을 평가하였으며, 최대 굴곡률 4R(unit: cm)을 가지는 압전 세라믹 파이버 복합체의 기계적 변형에 따른 출력 전압 특성 평가를 통해 굴곡면에서의 변위 센서로서 응용 가능성을 평가하였다.

P2-S13-1 Preparation of NiO Thin Films for Hole Transport Materials (HTM) of Perovskite Solar Cell

페로브스카이트 태양전지의 HTM용도의 NiO박막의 제조

김록윤*, 박경봉, 김태희. 안동대학교

페로브스카이트 태양전지의 정공수송 재료 역할을 할 수 있는 층으로 NiO박막을 연구하였다. 직류 스퍼터링법을 이용한 물리적 코팅법과 솔젤법과 초음파분무법을 적용한 화학적 코팅법을 사용하여 NiO 박막을 제조하였으며, 두 가지 방법을 페로브스카이트 태양전지 제조공정의 관점에서 비교 연구하였다. 직류 스퍼터링법을 이용한 제조에는 99.99% 순도의 Ni 타겟을 사용하였고, Ni 박막을 제조한 후 산소 및 공기 분위기에서 열처리하여 NiO 박막을 생성시켰다. 솔젤법의 경우에는 출발원료로 Nickel(II) acetate tetrahydrate를 사용하였으며, 0.3M의 코팅용액을 제조한 후 초음파 스프레이 장치를 이용하여 박막을 생성시킨 후 열처리하여 NiO 박막을 제조하였다. 이 과정 중에 X-선 회절분석, 열분석, 전자현미경 관찰 등을 실시하여 열처리 조건에 따른 상분석과 미세구조의 변화 등을 연구한 후, 페로브스카이트 태양전지의 제조공정에 적합한 조건의 코팅방법을 찾아내도록 하였다.

P2-S13-2 Properties of the IZTO Thin Films Deposited on Polyethylene Terephthalate Substrates with SiO₂ Buffer Layer

SiO₂ 버퍼 층이 형성된 Polyethylene terephthalate 기판 위에 증착된 IZTO 박막의 특성

박종찬*, 윤영섭. 인하대학교

SiO₂ buffer layer (100 nm) has been deposited on PET substrate by electron beam evaporation. And then, IZTO (In-Zn-Sn-O) thin film has been deposited on SiO₂ / PET substrate with different RF power of 30 to 60W, working pressure, 1 to 7 mTorr, by RF magnetron sputtering. Structural, electrical and optical properties of IZTO thin film have been analyzed with various RF powers and working pressures. IZTO thin film deposited on the process condition of 50W and 3mTorr exhibited the best characteristics, where figure of merit was $4.53 \times 10^{-3} \Omega^{-1}$, resistivity, $4.42 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$, sheet resistance, 27.63 $\Omega/\text{sq.}$, average transmittance (400 - 800 nm), 81.24%. As a result of AFM, all the IZTO thin film has no defects such as pinhole and crack, and RMS surface roughness was 1.147 nm. Due to these characteristics, IZTO thin film deposited on SiO₂ / PET structure was

found to be a very compatible material that can be applied to the next generation flexible display device.

P2-S13-3 Amorphous Indium Zinc Tin Oxide-Based Thin Film Transistors Utilizing TiO₂ Gate Dielectrics

Putri Maryane Anugerah¹*, 아나사드위레스타리¹, 허영우², 이희영¹.
¹영남대학교, ²경북대학교

High-k dielectric materials, such as ZrO₂, HfO₂, and Ta₂O₅ have been developed as gate dielectrics in thin film transistors (TFTs) to get high gate capacitance density to induce more channel carrier and generate higher drive current. Top-contact, bottom-gate TFTs based on amorphous indium zinc tin oxide (a-IZTO) were fabricated on n⁺⁺ heavily-doped silicon wafer with 100-nm thick thermally grown SiO₂. In this preliminary study, TiO₂ (k ~80) was utilized as gate dielectric layer where the thickness was varied by deposition time. Both TiO₂ gate dielectric layer and a-IZTO channel layer were deposited using RF magnetron sputtering in Ar+O₂ atmosphere with total gas flow rate of 20 sccm. The deposition was conducted at room temperature and the power was kept at 125 W. Titanium and copper layers were subsequently deposited using electron beam evaporation as source and drain. The structural and optical properties of TiO₂ thin films were characterized using X-ray diffraction and UV-Visible spectrophotometer, respectively. The transfer and output characteristics of the TFTs were also investigated. Experimental results will be discussed further in details.

P2-S13-4 Photocatalytic Activity of Al-TiO₂ Nanotubes

Al-TiO₂ 나노튜브의 광분해특성

이득용*, 김예나, 이혜란. 대림대학교

TiO₂ and Al-TiO₂ nanofibers and nanotubes having the Al/Ti molar ratio of 0.38 were prepared using a sol-gel derived electrospinning to investigate the effect of Al doping on the crystal structure and the photocatalytic activity of Al-TiO₂ for methylene blue (MB) degradation. Experimental results revealed that the Al-TiO₂ nanotubes calcined at 500°C exhibited 93% of MB photodegradation probably due to the synergic combinations of mixed crystals and larger specific surface area. Detailed experimental results will be presented.

P2-S13-5 Substantially Enhanced Water Oxidation Activity of BiVO₄ by Shape-Controlled Au Nanoparticles : Critical Role of Plasmonic Resonant Energy Transfer

모양이 제어된 플라즈모닉 금 입자 도입을 통한 BiVO₄ 광전극의 물분해 특성 극대화

이미경*, 장호원. 서울대학교

The performance of plasmonic Au nanostructure/metal oxide heterointerface shows great promise in enhancing photoactivity, due to its ability to confine light to the small volume inside the semiconductor and modify the interfacial electronic band structure. While the shape control of Au nanoparticles (NPs) is crucial for moderate band gap semiconductors, because plasmonic resonance by interband excitations overlaps above the absorption edge of semiconductors, its critical role in water splitting has still not been fully understood. Here, we firstly study the plasmonic effects of shape-controlled Au NPs on bismuth vanadate (BiVO₄), and report a largely enhanced photoactivity of BiVO₄ by introducing the

octahedral Au NPs. The octahedral Au NPs/BiVO₄ achieved 2.4 mA/cm² at the 1.23 V vs. reversible hydrogen electrode, which is the 3-fold enhancement compared to BiVO₄. It is the highest value among the previously reported plasmonic Au NPs/BiVO₄. Improved photoactivity is attributed to the localized surface plasmon resonance; direct electron transfer (DET), plasmonic resonant energy transfer (PRET). The PRET can be stressed over DET when considering the moderate band gap semiconductor. Enhanced water oxidation induced by the shape-controlled Au NPs is applicable to moderate semiconductors, and shows a systematic study to explore new efficient plasmonic solar water splitting cells

P2-S13-6 Properties of Ga₂O₃ Film from Furnace Oxidation of Freestanding GaN

FS-GaN의 산화로 제작된 Ga₂O₃ 막의 특성

손호기¹*, 이영진¹, 이미재¹, 김진호¹, 황종희¹, 전대우¹, 이인환².
¹한국세라믹기술원, ²전북대학교

Ga₂O₃ (gallium oxide) layer have prospective material due to its many properties. These properties were wide band-gap (E_g = 4.9 eV), transparent from deep ultra violet, breakdown field. Due to many advantages, it can be used in a wide range of application, such as light emitting diode (LED), transparent conducting oxide (TCO) and field effect transistors (FETs).

In the present study, β-Ga₂O₃ thin films have been grown on FS-GaN (free standing GaN) using furnace oxidation. GaN template was grown by horizontal HVPE (hydride vapor phase epitaxy). And FS-GaN was fabricated after laser lift off (LLO) system. To obtain β-Ga₂O₃ thin film, FS-GaN was oxidized at 900~1100°C. Surface and cross-section of prepared β-Ga₂O₃ thin films were observed by FE-SEM. The single crystal FS-GaNs were changed to poly crystal β-Ga₂O₃. The oxidized β-Ga₂O₃ thin film at 1100°C was peel off from FS-GaN. Next, oxidation of FS-GaN with the variation of the oxidation time was investigated for 0.5 ~ 12 hour. Thickness of β-Ga₂O₃ thin film were measured from 100 nm to 1200 nm. Moreover, 2 theta XRD result indicated that (-201) (-402) (-603) peaks were confirmed. The intensity of peaks was increased with increased oxidation time. The β-Ga₂O₃ thin film was generated to oxidized FS-GaN.

P2-S13-7 Exploration of M-doped SnO₂ Optimized Composition Using Continuous Composition Spread and Fabrication of M-doped SnO₂/Ag/M-doped SnO₂ Multilayer Structure

M-doped SnO₂ 최적조성 탐색 및 M-doped SnO₂/Ag/M-doped SnO₂ multilayer 구조 제작

장주희*, 최지원. 한국과학기술연구원

These days, high transmittance and low resistivity transparent conducting oxides (TCOs) with flexible properties have been widely studied for next-generation devices. Among many TCOs, SnO₂ has been studied because it is inexpensive and has wide band gap (3.6 eV). However, SnO₂ thin film has higher resistivity than other materials. Thus, SnO₂ thin film has been doped in order to improve the optical and electrical properties. Moreover, the multi-layer structure of oxide-metal-oxide (OMO) of SnO₂ has been designed to achieve both high conductivity and transmittance.

In this work, we optimized M-doped SnO₂ composition using continuous composition spread method and fabricated the M-doped SnO₂/Ag/M-doped SnO₂ multilayer structure. The composition of M-doped SnO₂ was analyzed by secondary ion mass spectrometry. Electrical and optical properties of M-doped SnO₂/Ag/M-doped SnO₂ deposited on glass were measured by 4 point probe and UV-Visible-spectrometer, respectively.

P2-S13-8 Influence of Oxygen Partial Pressure to RF Magnetron Sputtered Amorphous InZnSnO Thin Film Transistors

아니사드위레스타리¹*, Maryane Putri¹, 허영우², 이희영¹. ¹영남대학교, ²경북대학교

Amorphous oxide semiconductors (AOSs) were enormously being studied for the past ten years as a preferred material for thin film transistors (TFTs). One of the most used materials, amorphous InZnSnO, were used as an active channel layer for TFT devices. 30 nm-thick InZnSnO film was deposited using RF Magnetron Sputtering under various oxygen partial pressures followed by an annealing treatment at 350°C. Ti/Cu bilayer electrodes were evaporated on the InZnSnO film. We were able to obtain good optical properties with a high transparency of >85% transparent in the visible light region. As for the electrical properties, It was found that our amorphous InZnSnO TFT device showed good device performance with μ_{FE} = 29.1 cm²/Vs, V_T = 0.70 V, I_{on/off} = >10⁸, and SS = 0.12 V/dec. The oxygen incorporation during channel deposition affected the quality of active channel layer. More results will be discussed further.

P2-G2-1 Pore Characterizations of Low-cost Natural Material-based Open-cell Pore Structure Ceramic Support Layers

저가 천연 재료를 기반으로 하는 개기공 구조 세라믹 지지체의 기공 특성 분석

이수진¹*, 하장훈¹, Bukhari Syed Zaighum Abbas¹, 최재령¹, 이종만¹, 송인혁¹, 이승준², 최재호². ¹재료연구소, ²국방과학연구소

Recently, porous ceramic support layers have become a subject of significant interest due to their outstanding thermal and chemical stability. And a porous ceramic support layer which has a open-cell pore structure can be used as a versatile platform for coating any kind of materials on demand. To reduce the high manufacturing costs of these porous ceramic support layers, recent research has focused on the utilization of inexpensive natural materials. However, there are practical limitations in tailoring the pore characteristics of a natural material-based support layer without the introduction of any kind of coating layer due to the coarse particle size, the inherent pores inside the particles, and the irregular shape of natural materials. Therefore, in this study, we report the results of an attempt to prepare an alumina coating that was deposited over natural material-based support layers, such as a diatomite-kaolin composite support layer to reliably control the pore size while exhibiting acceptable water permeability.

P2-G2-2 Application of Liquid Spray Coating for Carbon Steel in Oxidizing Environments

산화조건에서의 탄소강을 위한 액체 스프레이 코팅 적용 연구

Nguyen Minh Dat¹*, 방정원², 안수빈², 김영희², 황규홍¹, 권우택².

¹Gyeongsang National University, ²한국세라믹기술원

In this study, we prepared Cr_2O_3 -containing coating on carbon steel by slurry-spraying technique and then the anti-oxidation effect of the coating was analyzed at 800°C in ambient air. The formation of a dense chromium film on the carbon steel prevented the diffusion of oxygen and iron ions. The resulting coating investigated by TGA, SEM/EDS, and XRD to clarify the possible protective mechanism. Because of the low cost, easy handling and effective coating method, the coating has widely applicable for carbon steel protection at high temperature (e.g. steel boiler tubes in waste-to-energy plants).

P2-G2-3 Facile Synthesis of a Si/SiC Composite Electrode and its Electrochemical Characterization for Application in Li-ion Batteries

리튬이온 전지용 Si/SiC 복합체 전극 합성 및 전기화학적 분석

Ngo Duc Tung*, 김한별, 박찬진. 전남대학교

In this work, we propose a simple method for direct synthesis of a Si@SiC composite derived from a SiO_2/C precursor via a Mg thermal reduction method as an anode material for Li-ion batteries. Owing to the extremely high exothermic reaction between SiO_2 and Mg, along with the presence of carbon, SiC can be spontaneously produced with the formation of Si. Among the resultant Si@SiC materials, the Si@SiC-0.5 sample, which was produced from a precursor containing 4.37 wt% of carbon, exhibited excellent electrochemical characteristics such as a high first discharge capacity of 1642 mAh g^{-1} and 53.9% capacity retention after 200 cycles at a rate of 0.1C. Even at a high rate of 10C, a high reversible capacity of 454 mAh g^{-1} was obtained. Surprisingly, at a fixed discharge rate of C/20, the Si@SiC-0.5 electrode delivered a high capacity of 989 mAh g^{-1} at a charge rate of 20C.

P2-G2-4 Fabrication and Characteristic Evaluation of Silicon Carbide Fiber Mat for Infrared Heating Element

적외선 발열체용 탄화규소 섬유매트의 제조 및 특성평가

배성균*, 신동근, 이윤주, 이현명, 조광연, 김우식, 권우택. 한국세라믹기술원

탄화규소 면상발열체는 1000°C 이상의 고온에서 열화학적으로 매우 안정하고 적외선 방사율도 탁월하며 특히, 섬유상 매트를 적용할 경우 연소면적이 넓어 완전연소가 가능하여 매우 친환경적이기 때문에 선진국에서는 가정 × 산업용 발열히터로 다양한 제품군에 적용하는 추세에 있다. 본 연구에서는 폴리카보실란을 이용한 탄화규소섬유 제조공정기술을 적용하여 면상발열체용 탄화규소 매트를 제조하였다. 폴리카보실란을 250°C 부근에서 용융 방사하여 섬유로 제조한 후, 안정화 및 매트화 시킨 후 1200°C 에서 열처리하여 기계적, 화학적 안전성을 가지는 다공성 탄화규소 매트를 제조하였다.

매트의 안정화 단계에서 온도 및 적용하중을 변화시키며 섬유간 접촉도를 제어 하여 물리적 결합을 유도하고, 열분해 과정에서 접촉 부분의 화학 결합을 형성하였다. 이 과정에서 섬유간 접촉부분은 산소에 노출되지 않기 때문에 부분적 물리화학적 결합이 가능하였다.

P2-G2-5 Effect of Surface Resistance on Ceramic Membrane for Syngas Production

합성가스 생산을 위한 세라믹 분리막에 표면 저항이 미치는 영향

김준영^{1*}, 신지영², 김건태¹. ¹UNIST, ²숙명여자대학교

The effect of modification of $\text{La}_{0.9}\text{Ca}_{0.1}\text{FeO}_3$ membrane surface by the addition of a porous layer with an infiltrated catalyst on oxygen flux through the membrane in a CO/air gradient was investigated. Membranes with Pt and Ceria catalysts on the fuel (CO) side and $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{FeO}_3$ on the air-side exhibited oxygen permeation fluxes that were 91, 28, and 5.8 times greater at 873 K, 973 K, and 1073 K, respectively, compared to a membrane with unmodified surfaces. The relative contribution of the bulk and surface resistances to the total resistance to oxygen ion flow were accessed by measuring the oxygen flux as a function of the membrane thickness. Surface resistance was found to dominate total resistance demonstrating the importance of the surface processes.

P2-G2-6 Catalytic Activity of SCR Catalyst with Graphene Nanocomposite Added $\text{V}_2\text{O}_5\text{-WO}_3$

그래핀 적용 $\text{V}_2\text{O}_5\text{-WO}_3$ 나노복합체 SCR 촉매의 활성연구

이민우^{1*}, 이희수², 김진우¹, 김홍태¹. ¹한국생산기술연구원, ²부산대학교

세계적으로 환경오염이 가속화되어 문제를 유발하여, 이에 따른 환경규제 또한 날로 강화되고 있다. 환경오염물질 중 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x) 등과 같은 대기오염 물질은 확산되기 쉬운 특성을 가지므로 국제적 규제의 대상이 되고 있다. 대기오염 물질 중, NO_x 는 호흡기질환, 스모그발생을 야기하는 등의 위해성이 높은 물질로, 고정원(발전소, 산업시설) 및 이동원(선박, 자동차)에서 배출이 증가되고 있어 NO_x 저감을 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 이러한 NO_x 의 저감방법 중 선택적촉매환원(SCR) 공정은 제거 효율과 경제성면에서 뛰어나기 때문에 많이 사용되는 기술이다. SCR공정에서 사용되는 $\text{V}_2\text{O}_5\text{-WO}_3/\text{TiO}_2$ 계 촉매는 높은 반응활성과 현장 적용에 용이하여 NO_x 처리를 위해 널리 쓰인다. 하지만 촉매성분으로 사용되는 V, W는 중금속으로 환경에 방출되면 환경에 악영향을 미칠 뿐만 아니라 지속적인 가격상승의 문제로 사용량의 절감이 필요한 실정이다. 이에, 본 연구에서는 V와 W 사용량을 줄이고자 높은 비표면적 특성을 가지는 graphene을 담지체로 사용하여 적은 함량에도 고효율을 가지는 촉매를 제조하였다. V, W의 전구체인 AMV, AMT를 graphene에 분산, 담지하는 과정에서 감압증발, 침침, 분산제 사용 등의 다양한 방법을 거쳐 합성, 분산도 등의 가장 우수한 특성을 가지는 분산제를 사용한 침침법을 통해 제조된 복합체를 촉매에 적용하였다.

고정충반응기를 통한 나노복합체 적용 촉매의 탈질성능분석 결과, 동일한 조성을 가지는 일반촉매에 비해 높은 효율을 나타내었고, 촉매 활성에 중요한 비표면적 또한 BET 결과 더 큰 것을 확인하였다. 이 외에 형상, 구조 등의 평가를 위해 TEM, XRD, TPD 등의 분석을 통해 그래핀 적용 촉매의 우수한 특성을 확인할 수 있었다.

P2-G2-7 Synthesis of Silicon Anodes via Alloying with Inert Metals for Enhancing Electrochemical Performance of Lithium Ion Battery

리튬 이온 배터리의 전기화학적 특성 향상을 위한 금속-실리콘 합금 음극재의 합성

권성우*, 홍성현. 서울대학교

실리콘(Si)은 가장 높은 이론용량을 갖는 리튬 이온 전지의 음극재로써, 상용화되어 있는 흑연 계 음극재의 낮은 용량을 대체할 수 있는 소재로 주목 받고 있다. 그러나 실리콘은 리튬 이온의 삽입 시 큰 부피팽창으로 인해 낮은 수명 특성을 보이고, 낮은 전기 전도도를 보인다는 문제점을 갖고 있다. 따라서, 실리콘 음극재의 리튬 이

온의 삽입 시 구조를 유지할 수 있는 완충층(buffer layer)를 제공함과 동시에 낮은 전기 전도도를 개선할 수 있는 디자인이 필요하다. 3M과 일진전기 등의 기업에서 실리콘 물질에 금속 합금을 코팅해 기존의 문제점을 해결할 수 있다고 발표한 바 있다. 특히, 3M에서는 기존의 흑연 음극재와 새로운 실리콘 합금 음극재를 병용하여 같은 부피에서 더 높은 용량을 갖는 배터리를 확보하였다고 발표하였다.

본 연구에서는 다양한 금속 물질로 코팅한 실리콘 음극재를 합성하는 방법에 대하여 고찰하였다. 금속 전구체가 들어있는 용액에 실리콘 입자를 투입해 에이징시킨 후, 건조 및 수소 분위기에서의 열처리를 통하여 실리콘 입자와 금속 전구체를 간단히 반응시킬 수 있었다. 이러한 반응은 짧은 시간 내에 반응이 가능하며, 조성 제어가 매우 쉽다는 장점을 갖고 있다. 본 연구에서 합성한 금속-실리콘 음극재는 다양한 금속과 금속 규화물이 완충층으로 작용하여 실리콘 음극재의 부피 팽창을 막을 수 있으며, 금속의 높은 전기 전도도로 인해 향상된 전기화학적 특성을 얻을 수 있다. 그 결과로 85% 이상의 높은 초기효율 및 100 사이클 이상의 안정적인 수명 특성을 갖는 음극재를 합성하였다.

P2-G2-8 Study on Catalytic Activity of $\text{CeO}_2\text{-V}_2\text{O}_5\text{-ZrO}_2$ for NO_x Removal with NH_3

NO_x 제거를 위한 NH_3 활용 $\text{CeO}_2\text{-V}_2\text{O}_5\text{-ZrO}_2$ 의 촉매 활성 연구
정보라*, 예보라, 김홍대. 한국생산기술연구원

Nitrogen oxide (NO_x) are emission from high temperature combustion gases such as thermal power plants and ships, it cause various environmental pollution problems such as greenhouse effect and smog. The selective catalytic reduction (SCR) is the most effective NO_x control system. The commercial catalyst was consist of anatase TiO_2 as monoliths, V_2O_5 as active component, WO_3 as promotor component. However, this type is applied a narrow temperature area of 300 - 400 °C and vanadium was harmful metal to human health. In this study, we focused on the improved SCR catalysts properties at low temperature which have low vanadium content and addition of ceria (CeO_2), zirconia oxide (ZrO_2). The synthesis of catalyst were performed by sol-gel, hydrothermal and impregnation method, in order to compare the catalysts properties according CeO_2 , ZrO_2 contents. Furthermore, we confirmed the CeO_2 was led to higher NO_x conversion at low temperature range and the specific surface area was improved by adding ZrO_2 , so the NO_x conversion was enhanced. The catalyst was characterized by scanning electron microscopy (SEM) and transmission electron microscopy (TEM), X-ray diffractometer (XRD), X-ray fluorescence (XRF) in order to analyze the physical-chemical characteristics about measurement of specific area were by Brunauer-Emmett-Teller (BET). Also, the De- NO_x activities were measured by Fixed-bed Reactor.

P2-G2-9 Preparation of Asbestos Solidification Agent and its Scattering Prevention Performance

석면 고형 안정화제 제조 및 비산방지 성능평가

한양수¹*, 최성우², 조재민², 차성학², 이지호¹. ¹(주)나노스페이스, ²(주)건명테크윈

Water-borne type coating solution for asbestos solidification was prepared using colloidal silica and layer silicate nanoparticles as main inorganic binders. Colloidal particle surface was modified with

organosilanes molecules by acid-catalyzed hydrolysis reaction, leading to hydrophobic surface nature and consequently high penetration property of solidification agent into asbestos matrix such as ceiling materials. we obtained the final coating solution by admixing alkali silicate (K_2SiO_3) solution and acrylic emulsion as auxiliary binders along with the additives such as leveling agent and nonionic surfactants. Penetration efficiency and scattering prevention performance were also evaluated by energy dispersive spectroscopy (EDS) and air-erosion test, respectively.

P2-G2-10 Synthesis and Thermal Decomposition Characterization of PCS (Polycarbosilane) Doped with Al and Hf

Al과 Hf이 도핑된 PCS(Polycarbosilane)의 합성과 열분해 특성 평가

이현명*, 이윤주, 배성균, 김영희, 권우택, 신동근. 한국세라믹기술원
PCS(Polycarbosilane)는 대표적인 SiC Precursor로, 섬유, 코팅제, 세라믹 복합체의 기지재(matrix) 소재 및 다공성 SiC 소재로 사용범위가 확장되어 왔다. 특히 고품질의 SiC 섬유 생산과 복합체 제조를 위해서는 용융점, 세라믹 수율, 열분해거동, 점도와 같은 PCS의 물성정보가 매우 중요한데, 이는 PCS의 분자량과 화학적 구조에 의해 결정되며 이를 해석하기 위한 연구가 꾸준히 진행되어 왔다. 뿐만 아니라 열처리 과정에서 전환되는 SiC의 소결 및 고온 특성 향상을 위하여 다양한 금속 물질의 doping이 시도되어 왔으나, PCS 대한 물성 정보는 매우 부족한 실정이다. 본 연구에서는 Yajima method로 PCS를 합성하였으며, 온도 및 압력 조건에 따른 PCS의 중합 메커니즘을 재확인하고 Al/Hf 금속의 도핑을 시도하였다. Al과 Hf의 첨가량은 각각 1, 3 wt%가 되도록 하였으며, 이들 금속 원소가 반응 과정에서 미치게 되는 PCS의 분자량, 구조, 열물성 변화를 함께 확인하였다.

P2-G2-11 $\text{VP}_{1.75}\text{@C}$ Nanocomposite as a High Performance Anode Material for Lithium-Ion Batteries

리튬 이온 전지용 음극 소재 $\text{VP}_{1.75}\text{@C}$ 나노 복합체의 합성 및 특성 평가

김경호*, 홍성현. 서울대학교

There are active researches on new materials for lithium-ion batteries in order to enhance their electrochemical properties for various portable electronic and electric vehicle (EV) applications. To search for better lithium-ion battery anode materials, a wide range of compounds including metals, alloys, oxides, phosphides, and sulfides have been extensively investigated. In particular, transition metal phosphides (MP_x , where M = V, Fe, Co, Ni, etc.) have garnered much attention due to their high gravimetric and volumetric capacities, low redox potential, and low cost of resources. In the present study, we synthesized the new anode material $\text{VP}_{1.75}$ for lithium ion batteries, which could be easily prepared by high-energy mechanical milling process. Their electrochemical properties and reaction mechanisms with lithium were investigated. The $\text{VP}_{1.75}$ electrode exhibited a discharge and charge capacity of 1040 and 830 mA h g^{-1} at the first cycle respectively, corresponding to a high initial coulombic efficiency of 80% at a current density of 100 mA g^{-1} . To enhance their electrochemical properties, $\text{VP}_{1.75}\text{@C}$ nanocomposites were prepared by carbon coating method using dopamine as the carbon source, and these showed the enhanced cycle retention properties.

P2-G2-12 Characterizations of SiC Coated Carbon Fiber Composite Used as Thermal Insulation by LSI Method

SiC를 LSI 방법을 이용하여 코팅한 단일재용 탄소 섬유 복합체의 특성 평가

안수빈*, 권우택, 방정원, 김수룡, 김영희. *한국세라믹기술원*

SiC coating is one of the methods for improving the oxidation resistance of carbon fiber composites used as thermal insulation material. The SiC coating is performed similar to the liquid silicon infiltration (LSI) method also called reactive melt infiltration (RMI), and Si powder and Si ingot is used. The characterizations of the SiC coating layers was analyzed with FESEM and XRD, and oxidation resistance property was evaluated in a box furnace based on the ASTM C 1179-91 method (400°C, 100 h, Air). SiC coating layer was a different characteristics for each position inside the carbon fiber composite material. The oxidation resistance properties of SiC coated carbon composites gave much improved oxidation resistance than uncoated carbon composites.

P2-G2-13 C-contained ADU Compound Preparation and its Thermal Treatment

카본함유 ADU화합물 제조 및 열처리

정경채*, 조문성, 김연구, 김웅선. *한국원자력연구원*

급증하는 전력수요 증가와 청정 수소가스의 대량생산을 위한 차세대 에너지원으로 초고온가스로를 활용하는 연구가 Gen-IV를 중심으로 활발히 진행되고 있으며, 국내에서도 이에 대한 기초연구가 진행되고 있다. 초고온가스로에 사용되는 핵연료는 구형 UO_2 혹은 $UCO(UO_2+UC_2)$ 연료핵입자를 제조한 후 표면을 3중으로 피복한 TRISO형태의 입자를 가공하여 사용한다. 내부에 존재하는 연료핵 입자는 졸-겔 방법을 변형한 GSP(Gel Supported Precipitation)공정으로 제조되는데, 본 연구에서는 UN용액에 카본입자를 혼합한 원료용액(Broth)이 제조되었고, 이를 구형액적 제조장치를 사용해서 카본함유 ADU액적을 제조한 후, 숙성, 세척 및 건조하여 카본함유 ADU화합물형태의 중간물질이 제조되었다. 제조된 중간물질의 물성특성을 분석한 후, 약 2000°C까지 열처리 가능한 고온화전환 반응기에서 카본함유 UO_3 로 하소하고, CO분위기에서 carbothermic reduction 및 소결하여 UCO입자를 얻었다. 본 연구에서는 카본함유 ADU화합물 및 UCO입자의 물성특성 분석을 통해 각 단위공정의 공정개선과 함께, 최종적으로 얻어진 UCO연료핵입자가 초고온가스로 핵연료로서 사용가능성을 있는지를 확인하였다.

P2-G2-14 Fabrication of One-dimensional $g-C_3N_4$ /PAN Carbon Nanofiber Structure Using Electrospinning and Improvement of Photoelectrochemical Properties

전기방사법을 이용한 one-dimensional $g-C_3N_4$ /PAN 탄소나노섬유 구조체 제작 및 광 전기화학적 특성 향상에 대한 연구

장준영*. *한양대학교*

오늘날 인류가 직면한 가장 큰 문제점으로 지구온난화와 화석 연료의 고갈을 꼽을 수 있다. 이러한 배경을 바탕으로 자연계의 광합성 메커니즘을 모방한 인공광합성이 각광받고 있다.

최근 비금속 유기반도체 물질인 $g-C_3N_4$ 에 대한 연구가 국내외적으로 진행되고 있다. $g-C_3N_4$ 는 열적, 화학적 안정성이 뛰어나고 2.6 eV의 좁은 band gap 에너지를 가지며, 가시광선 영역에 반응을 하기 때문에 적합한 인공광합성 촉매로 각광받고 있다. 그러나, sheet 나 layer 형태로 존재하는 $g-C_3N_4$ 는 표면적이 다른 물질에 비해 상대적으로 작아 빛에 반응할 수 있는 영역이 적다는 단점이 있다. 이

러한 문제점을 해결하기 위해 전자-정공쌍을 효과적으로 분리할 수 있는 일차원인 섬유 형태의 $g-C_3N_4$ 를 전기방사법을 이용하여 제작하였다.

본 연구에서는 $g-C_3N_4$ 나노섬유를 제작하기 위해서 PAN 과 $g-C_3N_4$ 의 전구체인 urea와 thiourea를 이용하여 섬유상에 $g-C_3N_4$ 가 코팅된 구조를 제작하고자 하였다. 우선 PAN 나노섬유를 얻어내기 위해 전기방사법을 이용하여 PAN 나노섬유를 제작하였다. 이러한 PAN 나노섬유를 수소/아르곤 혼합가스에서 800°C, 4시간 동안 소결하여 안정된 PAN 탄소 나노섬유를 최종적으로 얻어낼 수 있었다. 이렇게 얻어진 PAN 탄소 나노 섬유에 $g-C_3N_4$ 를 코팅하기 위해 PAN 탄소나노섬유를 $g-C_3N_4$ 의 전구체인 urea/thiourea를 녹인 용매에 dipping 한 후 소결하였다. 소결된 $g-C_3N_4$ /PAN 탄소나노섬유는 SEM을 통해 미세구조를 확인하였고, FT-IR분석을 통해 $g-C_3N_4$ 의 존재 또한 확인하였다. 더 나아가, 1D 구조체인 $g-C_3N_4$ /PAN 탄소나노섬유는 태양전지, 광촉매, 수소연료전지 또는 리튬이온배터리 등에 응용이 가능할 것으로 예상된다.

P2-G2-15 Fabrication of Porous Graphene Shell on Silicon for High Performance Lithium-Ion Battery Anode

실리콘-다공성 그래핀 코팅을 통한 리튬 이온 배터리 적용

정철호*, 홍성현. *서울대학교*

Due to emerging of large-energy storage devices such as electrical vehicles, high energy density batteries is inevitable. Substituting anode material from conventionally used graphite (~370 mAh/g) to silicon (~4000 mAh/g) is one of the method to enhance the energy density. However tremendous volume change during cycling results in silicon pulverization, leading to loss of electrical contact with current collector. Among possible solutions to alleviate the problem, carbon coating has been noticed as promising method because carbon can effectively buffer the volume change of electrode. In order to graphitize the carbonaceous precursors, the annealing above 2000°C is required and thus, most of the carbon shells on silicon were limited to amorphous due to the formation of electrochemical inactive SiC. Unlike graphene or graphite, amorphous carbon lacks a long range order, which results in the lower electrical conductivity.

In this study, porous graphene shell coated Si was synthesized by embedding nano graphitization catalyst inside carbon shell during polymerization process and chemical etching. The porous graphene shell can aid in relaxation off stress that is formed during charge/discharge and enhance the Li^+ ion mobility. Indeed, the fabricated porous graphene shell coated silicon electrode exhibits excellent electrochemical performance, delivering the reversible capacity of 1060 mAh/g after 800th cycles at the current density of 2000 mA/g.

P2-G2-16 Effect of Magnetic Core Size of Fe_3O_4 -mesoporous SiO_2 Core-shell Nanoparticles on Removal of Heavy Metal Ions

마그네타이트-다공성 실리카 코어-셸 나노입자의 자성체 코어 사이즈에 따른 중금속이온 포집효율

Jin Suyue*, 박범철², 함우승², 김영근². ¹한국내화, ²고려대학교

Heavy metal pollution has attracted much attention because of the harmful influence on human life. Mesoporous silica nanoparticles as heavy metal adsorption materials have been widely studied for their unique advantages including large surface areas. Therefore, magnetic mesoporous silica nanocomposites possessing both magnetic properties and porous structure can be highly valuable as heavy metal

removal agents. However, most of previous studies have employed superparamagnetic magnetite (Fe_3O_4) nanoparticles as core materials, resulting in lower magnetic field responses due to their lower saturation magnetization (M_s) values. Here we report the synthesis method, microstructure and properties of ferrimagnetic Fe_3O_4 -mesoporous silica (mSiO_2) core-shell nanoparticles for removal of heavy metal ions from water, focusing on the magnetic core size effects on removal efficiency. Fe_3O_4 - mSiO_2 core-shell nanoparticles with different core size were found to possess considerably different magnetic properties and BET surface, bringing about ultimate different removal behavior of heavy metal ions.

P2-G2-17 Piezoelectric Energy Harvesting and Charging Performance of $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ Nanoparticle-Based Composite Nanofibers

$\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ 나노입자 기반 나노섬유복합체의 압전 에너지 하베스팅과 충전 특성

김승원*, LiuKaiHua, 최홍제, 한찬수, 조아라, 김다빈, 조용수. 연세대학교

Here, the piezoelectric system of $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ - $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ (PZN-PZT) are investigated for the optimal energy harvesting characteristics of the resultant nanofiber-based nanogenerators. The PZN-PZT nanoparticles were embedded into a matrix of [P(VDF-TrFE)] by the electrospinning process. The enhanced energy harvesting performance of flexible composite nanogenerators was obtained with the values of ~3.4 V output voltage and ~240 nA output current for the 20 vol% nanoparticles-incorporated single sheet. The charging capability was found to be enhanced by designing the nanofiber composite sheets in series. As an example, the double stacked sheets resulted in a very fast ~5.7 V charging capability.

P2-G2-18 Preparations and Characterizations of the Open-cell Pore Structure Pyrophyllite Support Layers

개기공 구조를 가지는 납석 지지체의 합성 및 특성평가

이수진^{1*}, 하장훈¹, Bukhari Syed Zaighum Abbas¹, 최재령¹, 이종만¹, 송인혁¹, 이승준², 최재호². ¹재료연구소, ²국방과학연구소

Recently, porous ceramic support layers have attracted a subject of significant interest because of their outstanding thermal and chemical stability. To reduce the high manufacturing costs of these porous ceramic support layers, recent research has investigated the utilization of low-cost natural materials such as pyrophyllite. Also, a pyrophyllite-based support layer which has an open-cell pore structure can be used as a porous platform for depositing any kind of coating in various applications. 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.

P2-G2-19 $\text{BaTiO}_3/\text{CoO}$ -PANI Nanostructure on FTO Glass with the Enhanced Absorption and Photocatalytic Performance

for Hydrogen Generation

광촉매 수소제조용 $\text{BaTiO}_3/\text{CoO}$ -PANI/FTO 나노구조

김현*, Amine Brayek, 양비룡. 금오공과대학교

$\text{BaTiO}_3/\text{CoO}$ -PANI nanostructure has been demonstrated as the solar selective absorber coating for the first time. The effortless chemical methods and easily scalable techniques such as Hydrothermal, in-situ polymerization and spin coating were adopted for the fabrication of BaTiO_3 nanorods and $\text{BaTiO}_3/\text{CoO}$ -PANI nanostructure for enhanced Hydrogen generation. The Electrochemical measurements were performed using a 1 kW xenon lamp (Newport) with its infrared wavelengths filtered out by water, and wavelengths below 420 nm removed by an optical filter, enabling measurements under visible light. The light irradiance, measured by a thermopile detector, was 100 mW/cm^2 . A monochromator (74,000, Newport) was used to investigate the monochromatic responses (for IPCE, applied bias photon to current efficiency (ABPE), and band gap energy measurements) of samples. the energy dispersive X-ray spectra and elemental mapping confirm the presence of the chosen elements in the nanostructure. Results indicate that the addition of the PANI nanoparticles to the $\text{BaTiO}_3/\text{CoO}$ -PANI nanostructure enhance the photocatalytic efficiency under natural sunlight irradiation. The optimized solar absorber coating of CoO -PANI nanostructure is highly promising for its selective optical properties

P2-G2-20 Organic Binder-free Cathode Using FeS_2 -MWCNTs Composite for Thermal Batteries

열전지를 위한 FeS_2 -MWCNTs 복합체를 이용한 유기 바인더가 없는 양극

고재환*, 박훈, 이유나, 이강수, 윤영수. 가천대학교

FeS_2 -MWCNTs (Multi-Walled Carbon NanoTubes) composite without using an organic binder was used as a thin cathode for thermal batteries. A thin cathode with FeS_2 -MWCNTs composite exhibited good mechanical strength without an organic binder. A discharge evaluation of the thin cathode with FeS_2 -MWCNTs composite revealed a discharge capacity 2.3 times that of the pellet type cathode and 1.2 times that of a thin cathode with an organic binder. In addition, the single battery applying a thin cathode with FeS_2 -MWCNTs composite showed a lower total polarization than when applying an organic binder. These results showed that FeS_2 -MWCNTs composite is suitable as a thin cathode for thermal batteries.

P2-S22-1 The Alumina Coating Method that is not Agglomerated after Sintering

열처리 후 양극 활물질이 응집되지 않는 알루미늄 코팅 방법

강연희^{1*}, 김창삼², 유광수¹. ¹서울시립대학교, ²한국과학기술연구원
양극 활물질의 니켈 양을 늘리면 용량은 높일 수 있으나 열적 안정성이 떨어진다. 충전 전압을 높이면 간단히 용량을 높일 수도 있으나, 이 또한 활물질의 열적 안정성을 떨어뜨린다. 한 예로, $\text{LiNi}_{0.3}\text{Co}_{0.3}\text{Mn}_{0.4}\text{O}_2$ 의 충전전압을 4.2V에서 4.4V로 높이면 온도안정성은 210°C에서 180°C로 떨어진다.[1] 니켈 양이 많은 양극 활물질의 온도안정성이 떨어지는 이유는, 충전에 의해서 생기는 반응성이 강한 Ni^{4+} 가 온도가 높거나 충전이 많이 될수록 전해질과 쉽게 반응하기 때문이다. 물론 활물질이 전해질과 반응하게 되면 활물질과 전해질 양이 감소하고 활물질 표면에 리튬이온 전도성이 낮거나 저항이 큰 물질이 생성될 수 있어 용량은 감소한다. 이러한 양

극 활물질과 전해질의 부반응을 억제하기 위해서 활물질 표면을 코팅하여 표면개질 방법이 많이 사용되고 있다. 코팅 효과는 코팅물질과 양, 코팅용액, 첨가방법, 열처리 등의 공정 조건에 따라서 다르는데, 대부분의 습식 코팅공정은 건조 및 열처리 공정 후에 활물질이 강하게 응집되기 때문에 분쇄 및 분급 공정이 포함된다.

본 연구는 건조 및 열처리 분말이 응집되지 않으면서 0.1 wt.% 정도의 알루미늄을 균일하게 코팅할 수 있는 알루미늄 졸 코팅 방법에 관한 것이다. 합성한 졸로 분쇄공정 없이 $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2$ 에 0.05-0.3 wt.%의 알루미늄을 코팅하여 실온과 55°C에서 전기화학적 특성 변화를 조사하였다. 작동 전압은 3.0-4.5V이고, C-rate 특성은 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2C에서 비교하였으며, 1C에서의 사이클 특성을 측정하였다. 코팅된 활물질의 표면은 SEM으로 관찰하여 코팅된 상태를 분석하였다.

P2-S22-2 Free-Standing 3D Ordered Porous Carbon Decorated with SnO_2 Nanoparticles for Use in Lithium-Ion Batteries

정렬된 기공을 포함하는 3차원 탄소/산화주석 복합체의 리튬이온전지 응용

현가예*, 안창의, 김기선, 조동휘, 남상현, 함영진, 조수민, 전석우.
한국과학기술원

Carbon materials are widely used for various energy storage/conversion devices with high stability and catalytic properties. Especially carbon/metal-oxide composite are promising anode materials for use in lithium ion batteries due to their high specific capacities. Among them, SnO_2 has relatively high specific capacity (782 mAh/g) but large volume change during charging or discharging process. To solve the volume change problem, SnO_2 nanoparticles are attached to carbon supports which are usually non-continuous and randomly arranged. They causes inefficient electron/ion transport and pulverization. Herein, we suggest three-dimensional ordered porous carbon decorated with SnO_2 nanoparticles. The 3D carbon is open structure that has ordered macropores and monolithic surface. It was fabricated using proximity-field nanopatterning and SnO_2 nanoparticles were decorated by thermal decomposition. The contents of SnO_2 nanoparticles were controlled with the concentration of tin sulfate solution. This C/ SnO_2 NPs structure are expected to have high rate capacity and outstanding retention capacity with their structural advantages.

P2-S22-3 Synthesis of Sn_4P_3 -C Nanospheres as High Capacity for Sodium-ion and Lithium-ion Batteries

Sn_4P_3 -C 나노구조체 합성을 통한 리튬 및 소듐 이온전지 전기화학 특성 평가

최종현*, 홍성현. 서울대학교

최근 휴대용 전자기기의 발달과 성공으로 인해 리튬 이온전지에 대한 연구와 수요가 매우 많아지고 있다. 리튬 이온전지는 주로 휴대폰, 노트북 등 소형 IT 기기의 전지로 사용되고 있지만 기술이 발달함에 따라 자동차 및 대형 에너지 저장장치 등의 용도로 전지 사용이 확대되고 있는 중이다. 이에 따라 리튬 뿐만 아니라 가격적 측면에서 큰 장점을 지니는 소듐 이온 전지 또한 차세대 이차전지로서 각광 받고 있다. 하지만 소듐 이온전지의 단점으로는, 소듐 이온의 크기와 중량이 리튬 보다 크기 때문에 이온의 전극 간 이동이 어려워 아직까지는 대용량 에너지 저장장치 전지로서의 문제점이 남아 있어 이를 해결하기 위한 앞으로의 연구가 더욱 필요한 실정이다.

현재 소듐 이온전지의 음극 물질로는 Sn, Sb, P 등 많은 연구가 진행되고 있다. 이중 인(Phosphorus)은 매우 높은 이론용량(2,590 mAh/g)을 가지고 있으나 낮은 용융점과 전기 전도성을 가져 구조 제어가 어렵고 전기화학 특성이 떨어지는 것으로 보고되고 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위해 본 연구에서는 P와 Sn을 합금화시켜 나노구조를 구현하고자 하였고 카본 코팅을 진행하여 전기전도성을 부여함으로써 우수한 전기화학적 특성을 얻고자 하였다. SEM분석을 통해 표면형상을 관찰하였고 TEM 통해 코팅 층 확인과 EDS mapping 분석을 실시하였다. 마지막으로 리튬 및 소듐 이온전지의 전기화학적 특성을 확인하여 그 효과를 고찰하고자 하였다.

P2-S22-4 Iodine Doped Graphene Nanoplatelets Decorated on $\text{Nd}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_{3-\delta}$ Nanorod as an Efficient Electrocatalyst for Oxygen Reduction Reaction and Oxygen Evolution Reaction in an Alkaline Media

인 도핑 그래핀 나노플레이트가 코팅된 $\text{Nd}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_{3-\delta}$ 나노로드의 염기성 용액에서 산소환원반응과 산소발생반응 전기화학촉매로서의 응용

김창민^{1*}, 신지영², 김건태¹. ¹UNIST, ²숙명여자대학교

With much spotlight on metal air batteries as promising candidates for efficient energy storage devices, the development of inexpensive and effective bifunctional catalysts for oxygen reduction reaction (ORR) and oxygen evolution reaction (OER) has become one of the most important topics in this field. One strategy is composite type of catalysts consisting of carbon-based catalysts and perovskite oxides. Herein, we designed new composite catalysts consisting of a nanorod type $\text{Nd}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_{3-\delta}$ (NSC) perovskite and edge-iodinated graphene nanoplatelets (IGnP) as bifunctional catalysts for ORR and OER. A simple application of ultrasonication formed the catalyst with a fascinating morphology comprising cloud-like IGnP on NSC nanorods (NSC@IGnP). Benefiting from the exceptional morphological features, NSC@IGnP performs excellent cell performance with outstanding stability for hybrid lithium-air cells and superb bifunctional activities toward both ORR and OER in an alkaline media.

P2-S22-5 Nafion based Composite Polymer Membrane for Fuel Cell

연료전지용 Nafion 기반 복합 고분자 전해질 막 개발 및 특성 평가

우성필^{1*}, 이강수², 이유나², 김인예², 고재환², 신서윤², 윤영수².

¹연세대학교, ²가천대학교

기존 저온형 연료전지는 수소 이온이 교환 가능한 고분자 전해질 막을 사용하고 있으며, 대부분 Nafion 고분자 전해질 막을 사용하고 있다. Nafion 고분자 전해질 막은 높은 수소 이온전도도 및 기계적 및 화학적 안정성이 높지만, 약 90°C 이상에서는 막의 성능이 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이에 본 연구에서는 고온(100°C 이상)에서도 사용 가능한 Nafion 기반 복합 고분자 전해질 막 개발을 수행하였다. Imidazolium 이온성 액체가 포함된 H_2PO_4 를 이용하여 수소 이온 교환이 가능한 Nafion 기반 복합 고분자 전해질 막을 합성하였다. 합성된 Nafion 기반 복합 고분자 전해질 막은 FT-IR, XRD, TGA, NMR, SEM을 이용하여 구조 및 열적 특성을 확인하였다. 이온 전도도 및 단위셀 특성 평가는 기존의 PEMFC 측정 조건과 동일하게 하였다. 온도 및 Imidazolium 이온성 액체가 포함된 H_2PO_4 함량이 증가할수록 Nafion 기반 복합 고분자 전해질 막의

이온 전도도가 증가하는 것을 확인하였으며, 120°C에서 0.075 S cm⁻¹의 이온전도도를 확인하였다. 또한, 70°C에서 0.037 mW cm⁻²의 단위셀 성능 확인을 통하여 합성된 Nafion 기반 복합 고분자 전해질의 고온에서의 사용 가능성을 확인하였다.

P2-S22-6 ALD (Atomic Layer Deposition) Grown Metal-Oxide for High Capacitance and Asymmetric Supercapacitors using Activated Carbon Cloth as Conductive Flexible Electrode

높은 전기용량을 위한 금속산화물의 원자층 증착 및 탄소직물기판의 활성화를 이용한 비대칭 슈퍼커패시터

현진호*, 신현정, 성균관대학교

Supercapacitors have been interested due to their remarkable energy storage capabilities. They have higher power densities than secondary Li-ion batteries and can store more energy than conventional capacitors. Despite recent advances in the electrode materials, many supercapacitor devices suffer from low energy density. Therefore, developing better electrodes without sacrificing the electrical performance of supercapacitors is highly desired. The capacitance can be developed by activating electrode materials with chemical and depositing capacitive materials which have high theoretical capacitance on electrode. We report ALD (Atomic Layer Deposition) grown metal – oxides as positive electrodes for better electrochemical performance. And, we report activation process by chemical for higher specific surface area which is important for energy density. The capacitance of our supercapacitor devices is higher than that of conventional supercapacitors due to the presence of developed surface area and pseudo-capacitive material on the electrode material. We employed a carbon cloth and nickel oxide as flexible conductive substrate and pseudo-capacitive material respectively.

P2-S22-7 Nanoscale Electrochemical Reactivity of Polymer Electrolyte Membrane for Fuel Cell Applications

김보라*, 설대희, 김윤석, 성균관대학교

Polymer electrolyte membrane fuel cell (PEMFC) has been recently suggested as a promising candidate for next generation energy system due to low operating temperature and easy scale-up. In PEMFC, proton-conducting membrane plays a critical role for achieving high efficiency because efficient proton transport is very important during operation. Among various membranes, Nafion membranes have been widely used as electrolyte in PEMFC due to its high proton conductivity and chemical stability. Such proton conductivity of the Nafion can be affected by the several factors such as the ionic domain shape and size, the mobility of the ions. Until now, most of studies have investigated the proton conductivity of the Nafion membrane on the macroscopic scale. Although macroscopic studies have provided useful insight into the proton transport properties, there is a limit to understand local proton conductivity of the Nafion membrane on the nanoscale. In this presentation, we investigated the electrochemical reactivity of the Nafion membrane using atomic force microscopy (AFM). We measured local strain change of surface induced by ion transport and corresponding electrochemical conductivity on the Nafion membrane through current-voltage measurement and electrochemical strain microscopy (ESM). The observed results show

locally different electrochemical reactivity on the Nafion membrane. Our observation can provide fundamental information for improving the performance of the Nafion membrane in PEMFC.

P2-S22-8 Elucidation of the Surface Exchange Kinetics in Dual-phase Membrane by the Permeation Model

산소 투과 모델을 통한 복합체 분리막의 표면교환 반응 해석

나범탁^{1*}, 박정환¹, 유지행², 주종훈¹, ¹충북대학교, ²한국에너지기술연구원

세라믹 산소 분리막 기술은 산소 이온 전도성 산화물을 사용해 대기 중으로부터 순수한 산소를 분리할 수 있는 기술이다. 최근 이산화탄소 저감 문제를 해결하기 위해 순산소연소(oxy-fuel combustion)가 그 해결책으로 부상함과 동시에 종래의 분별 증류를 통한 순산소 제조 기술보다 생산 단가를 월등히 낮출 수 있는 산소분리막 기술도 함께 주목받고 있다. 최근에는 산소분리막의 상용화를 위해 기계적, 화학적으로 안정한 형식 구조 산화물을 기반으로한 복합체 산소분리막이 활발하게 연구되고 있다. 산소분리막을 통해 산소가 투과되는 과정은 크게 산소분리막 표면에서의 표면교환반응(k)와 분리막 내부의 산소 이온 확산 반응(D)으로 나눌 수 있다. 산소분리막의 산소 투과도를 향상하기 위해서는 이 두 가지 반응 메커니즘(k 와 D)에 대한 이해와 연구가 반드시 필요하지만, 표면에 활성층이 코팅된 복합체 산소분리막의 표면교환반응에 대한 연구는 아직 부족한 상태이다. 본 연구에서는 LSC(La_{0.6}Sr_{0.4}CoO_{3-δ})가 코팅된 LSM(La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_{3-δ})-GDC(Gd_{0.1}Ce_{0.9}O_{2-δ}) 복합체 분리막 양단의 산소 분압에 따른 산소 투과도를 측정하고 이로부터 산소 공급면과 투과면 각각의 저항과 표면 교환 반응 계수를 산소 투과 모델을 통해 계산하여 코팅층에 의한 복합체 분리막의 산소 투과도 향상 메커니즘에 대해 고찰하고 실제 산소분리막 작동 분위기에서 공급면과 투과면의 반응 속도를 비교하였다.

P2-S22-9 Integral-Type Porous Co₃O₄/CoO/Co Anode with Hybrid-Micro-Nano Architecture for Lithium Ion Batteries

하이브리드-마이크로-나노 구조를 갖는 일체형 다공성 Co₃O₄/CoO/Co 음극소재 제작 및 리튬이온전지에의 적용

박혜지^{1*}, 조훈휘², 김경배¹, 홍기철¹, 김재현¹, David C. Dunand³, 최희만¹, ¹국민대학교, ²한밭대학교, ³Northwestern University

The integrated porous Co₃O₄/CoO/Co anode was prepared by facile processes including freeze-casting and thermal-oxidation for use as high-capacity anode material of lithium-ion battery. The three-dimensional Co foam with elongated, aligned micropores was synthesized by a freeze-casting process. Subsequently, it was heat-treated in order to form cobalt oxide material (i.e. Co₃O₄, CoO) with nano-structure on the surface of the Co foam. In this electrode design, the hierarchical three-dimensional Co foam was used as current collector and nanowall-like cobalt oxide layer acted as anode that reacts with lithium-ions during discharging and charging. The integrated porous Co₃O₄/CoO/Co anode exhibits highly reversible capacity of 853 mAhg⁻¹ even after 50 cycles with an initial coulombic efficiency of 79.1%, which is much higher than that of the conventional cobalt foil anode (259 mAhg⁻¹). The integrated porous Co₃O₄/CoO/Co anode, which was fabricated in this study, has promising potential applications as a self-supporting advanced anode architecture with high capacity for lithium-ion batteries.

P2-S22-10 Development of Rock-Salt Structured for High Energy Density Lithium-Ion Batteries

Rock-Salt 구조의 고용량 리튬이온 배터리 개발

홍순현*, 박지환, 강범희, Emmanuel Owusu Afranie, 김천중, 김도진. *충남대학교*

Lithium-ion batteries has been highly used for rechargeable power storage. For the mobile devices, electric vehicle, laptop, and energy storage devices, Lithium-ion battery's market is gradually increasing by 10% every year. There are many studies into increasing lithium-ion battery performance; the energy density, cycle life, stability and cost effectiveness. The main way of increasing the energy density of lithium-ion battery is to use electrode material that exhibit high capacities owing to battery material structure. However, commercial lithium-ion batteries are mostly layered, olivine, and spinel structured, these structures do not allow the maximum lithiation/delithiation of lithium-ions.

Recently, layered Li-excess cathode material can deliver much higher capacities compare with traditional layered Li-material through the design of more lithium-ion space. This design notwithstanding a new structure; the rock-salt structure can accommodate more lithium-ions compared to the above mentioned structures. We designed rock-salt structured lithium-ion cathode materials, Li_3NbO_4 , on a nanoscale by sol-gel method. Based on the rock-salt structured material, Li_3NbO_4 was doped with Ni^{2+} ions to increase the energy density. We will evaluate Ni-dope Li_3NbO_4 cathode material by XRD, charge-discharge Test, SEM.

P2-S22-11 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ Cathode Materials with High Physicochemical Stability by addition of Binding Oxides

Binding Oxides를 이용한 물리/화학적 고안정성 $\text{Li}(\text{Ni}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1})$ 양극 소재 개발

강범희*, 구예현, 홍순현. *충남대학교*

In lithium nickel cobalt manganese trivalent oxide (NCM) for high capacity lithium ion battery cathode, high nickel content NCM material can remarkably reduce the amount of Co needed, thus it can reduce the total cost of the material since Co is an expensive element. In addition, the reversible capacity was improved by about 15 ~ 20% compared to LiCoO_2 or low Ni content NCM material. Currently, the co-precipitation method is adopted in the synthesis of NCM due to it easiness in the control of the physical/chemical properties thereby preventing the impurity phase of the final product. However, in the case of the high-content nickel cathode material, the secondary particle intergranular fracture of aggregation occurs during the charging/discharging process, resulting in mechanical deterioration of the material. This in effect decreases the capacity due to an increase in mass transfer resistance of the battery.

To solve this problem, the metal hydroxide is synthesized by co-precipitation with the addition of oxide materials, which acts as a binding agent in the primary particle phase. The addition of the binding oxides improves the physical and chemical bonding of $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ particles through the control at the precursor stage and aims at securing the stability of the structure. The electrochemical properties were evaluated.

P2-S22-12 $\text{P2-Na}_{2/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2/\text{O3-NaMnO}_2$ Composite Cathodes for Sodium Ion Batteries

나트륨이온전지용 $\text{P2-Na}_{2/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2/\text{O3-NaMnO}_2$ 복합체 양극 활물질

이연우^{1*}, 변동진², 김창삼¹. ¹한국과학기술연구원, ²고려대학교

P2-type $\text{Na}_{2/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2$ has good rate performances, cycle stability at the voltage range of 2.0-3.8 V and excellent stability against moisture. The charge/discharge capacity hardly decreases when the C-rate increases from 1/30 C to 1/2 C. However, its reversible capacity is about 90 mAh/g, which is much lower than its theoretical capacity of 173 mAh/g. If the P2-type cells are operated in the voltage range of 2.0-4.5 V, the first charge and discharge capacities can be obtained by 170 and 150 mAh/g, respectively. But the capacities drastically decrease after cycles because of the formation of stacking faults in the oxygen layers and exfoliation of the surface of the particles. There have been reported several methods to prevent the degradation, such as coating and transition metal substitution. Here we present a novel method to improve the P2- $\text{Na}_{2/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}\text{O}_2$ cathode performance by impregnating O3- NaMnO_2 cathode material into P2-type particles.

P2-S22-13 Change of Capacity for Na-NiCl₂ Batteries by Ripening of NaCl Particles

Na-NiCl₂ 전지에서 NaCl 입자 성장에 의한 용량 변화

김한준^{1*}, 변동진², 김창삼¹. ¹한국과학기술연구원, ²고려대학교

Na-NiCl₂ 전지는 양극이 Ni과 NaCl 분말로 구성되며 충전시 양극에서 NiCl₂가 생성되어 음극에 용융 Na이 생성된다. Na-NiCl₂ 전지는 고체 전해질인 β"-alumina가 분리막 역할과 Na이온을 양극과 음극에 전달하는 역할을 하며 156°C에서 용융되는 액체 전해질인 NaAlCl₄를 보조 전해질로 사용하며 일반적으로 250-300°C에서 구동된다.[1] Na-NiCl₂ 전지의 전기화학반응은 $2\text{Na} + \text{NiCl}_2 \leftrightarrow 2\text{NaCl} + \text{Ni}$ ($E_0=2.58\text{ V}$)이며, 부반응이 없어 에너지밀도가 높고 효율이 좋다. Na-NiCl₂ 전지의 용량감소의 주된 요인은 Ni과 NaCl의 입자 성장에 의한 반응면적의 감소이다.[2] 전지가 장기간 충방전이 진행되면서 Ostwald ripening 현상에 의해 Ni과 NaCl의 입자성장이 일어나는데, Ni입자의 성장은 제한적이지만 NaCl은 충전시 용해되고 방전시 석출되는 과정에서 지속적 입자성장이 일어난다. 본 연구는 충방전으로 NaCl 입자를 성장시켜 전지 용량을 감소시킨 후, 거대해진 NaCl 입자를 충전전류밀도를 낮게 하여 용해시킬 수 있는지, 그래서 용량을 회복할 수 있는지를 분석한 결과이다. 충방전용량은 2.3-2.7V, 10mA로 100회 충방전하였을 때 초기용량보다 57%가 감소하였다. 그 후 충전전류밀도를 7, 4, 1, 0.5mA로 하였을 때 충전용량은 각각 6, 12, 32, 42% 회복하였으나, 다시 10mA로 서서히 충전시켰을 때는 충방전용량의 급격한 감소가 일어났다.

[1] Karina B. Hueso, Michel Armand, Teófilo Rojo, Energy and Environmental Science, (2013), 6, 734-749

[2] Guosheng Li, Xiaochuan Lu, Jin Y. Kim, John P. Lemmon, Vincent L. Sprenkle, Journal of Materials Chemistry A, (2013), 1, 14935-14942

P2-S22-14 Aerosol Deposition of Lithium Titanium Oxide ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) and Lithium Lanthanum Zirconium Oxide ($\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$) for Lithium-Ion Storage

에어로졸 증착법을 통한 리튬 티타늄 산화물과 리튬 란타늄 지르코늄 산화물의 전기화학 특성 평가

Afranie Emmanuel Owusu*, Gyuhyeong Kim, 김천중, 김도진. *충남대학교*

Recent studies have shown that powder particles can be consolidated at room temperature, named Room Temperature Impact Consolidation (RTIC) onto any desirable substrate. Aerosol Deposition (AD) method is a spray coating process to produce dense and nanocrystalline film at room temperature directly from an initial bulk powder on almost any substrate material with no need for sintering. The application of AD method with $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO) powder produces high density, exceeding 95% of the theoretical material density, high strength and strong adhesion with a high-speed deposition rate onto the copper foil substrate. With the aid of Copper gauze (60 mesh woven from 0.19mm dia wire) the dense morphology produced can be effectively altered resulting in thin and porous low - μm range layers enabling the use of LTO as an anode for superior Lithium storage Capability in Lithium ion battery. In addition, AD method of $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (LLZO) solid electrolyte enables it to be manufactured into thin and robust membrane resulting in high Lithium - ion conductivity and chemical stability with respect to lithium; this is desirable to minimize safety issues associated with conventional Organic liquid electrolytes, which are flammable and volatile. LTO synthesized via AD method exhibits an excellent specific capacity above 130 mAh g^{-1} even at a lithiation/delithiation of 30 C.

P2-S22-15 All Solid-state Li-thin Film Batteries for Driving Glucose Sensors on Smart Lenses

당뇨센서 스마트렌즈의 구동을 위한 전고상 리튬박막전지

이현석¹*, PARMAR NARENDRA SINGH¹, 김광범², 최지원¹.
¹한국과학기술연구원, ²연세대학교

All solid-state lithium thin film batteries with olivine cathode materials on polyimide substrates were fabricated by radio frequency (RF) magnetron sputtering. A cathode current collector (CCC), a lithium iron phosphate cathode (LiFePO_4 ; post annealing), a lithium phosphorus oxynitride electrolyte (LiPON) and a lithium (Li) metal anode multilayers were sequentially deposited and the electrochemical properties were characterized on polyimide substrate. The X-ray diffraction patterns show these thin films have the phase of cathode materials with an ordered olivine structure indexed to the orthorhombic Pmna space group. All solid-state lithium thin film batteries on polyimide substrates exhibit the $19.5 \mu\text{Ah}/\mu\text{m}^2$ discharge capacity. Finally, the all solid-state thin film batteries were transferred onto polydimethylsiloxane (PDMS) contact lens replicas.

P2-G3-1 Oxidation Behaviors of SiC Based Ceramics by Kerosene-Oxygen Flame

Kerosene-Oxygen 불꽃에 의한 SiC계 세라믹스의 산화거동

박지연¹*, 김대중¹, 이현근¹, 임병주², 김원주¹. ¹한국원자력연구원, ²대양산업

최근 미국 GE사는 SiC/SiC 복합체를 민항기용 가스터빈 부품으로 상용화를 추진하고 있으며, 2018년부터는 상용 엔진 부품으로 적용한다고 발표하였다. SiC/SiC 복합체가 가스터빈 부품으로 사용될 때는 가압 고온 불꽃과 접하는 극한 환경에서 사용되게 된다. 이런 환경에서 소재의 내구성 평가는 부품의 수명과 직접적인 관계가 있으므로 매우 중요하다. 본 연구에서는 CVD SiC 와 SiC/SiC 복합체를 1300°C ~ 2000°C 범위에서 케로신(kerosene)-산소 불꽃을

이용하여 삭마시험을 수행하고, 산화 거동을 살펴보고자 하였다. CVD SiC 는 상용 제품을 사용하였고, SiC/SiC 복합체는 Tyranno-SA3 섬유로 평직된 $200 \times 200 \text{ mm}$ 크기의 천을 적층하여 PyC 계면상을 코팅한 프리폼을 만들고, 10w/o Al_2O_3 - Sc_2O_3 소결조제가 첨가된 SiC 분말 슬러리를 기지상으로 함침 한 후, 1750°C , 20 MPa 조건에서 고온가압 소결하여 준비하였다. 삭마시험은 1300 ~ 2000°C 온도범위, 공기 중에서 수행하였으며, 불꽃 생성은 케로신 연료와 산소를 이용하였다. 연료 압력과 유량은 0.12 MPa 와 0.08 L/min 이었고, 산소 압력과 유량은 0.22 MPa 와 300 L/min 이었고, 불꽃과 시편의 각도는 90° 이었다. 삭마된 시편은 무게변화, 미세구조 및 X 선 회절분석, Raman과 XPS 분석을 수행하여 산화 거동 및 열화 현상을 분석하였다.

P2-G3-2 Synthesis and Magnetic Properties of Ca-La M-type Hexaferrites

Ca-La M-type hexaferrites의 합성과 특성평가

이강혁*, Yan Wei, 유상임. *서울대학교*

Ca-La M-type hexaferrites were reported to exhibit high saturation magnetization (M_s) and coercivity (H_c) comparable with M-type hexaferrites. In this study, we tried to synthesize $\text{Ca}_{1-x}\text{La}_x\text{Fe}_{12}\text{O}_{19}$ and influence of the iron content in the formation process of $\text{Ca}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19.8}$ ($0.75 \leq y \leq 2.15$) hexaferrite prepared by solid state reaction. In this case, the raw materials (La_2O_3 , CaCO_3 , Fe_2O_3) were mixed by ball-milling for 24h, and were uniaxial pressed into disks. The disks were calcined at 1200 ~ 1300°C for 12 h in air and twice. The pellets were sintered at 1275 ~ 1325°C for 4 h. The samples were characterized by X-ray diffraction (XRD), vibrating sample magnetometer, and scanning electron microscope. All XRD patterns of analyzed $\text{Ca}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19.8}$ ($1.75 \leq y \leq 2.15$) ferrite obtained in the calcined at 1250 ~ 1300°C for 12 h have single phase hexagonal crystal structure. The maximum M_s value is 77.5 emu/g for the sample of $\text{Ca}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{Fe}_{12-y}\text{O}_{19.8}$ ($y=0.75$) sintered at 1300°C for 4 h in air. Detailed magnetic properties of M-type hexagonal ferrites will be presented for a discussion.

P2-G3-3 Effect of pH on YSZ Nanoparticle Preparation by Low Temperature Hydrothermal Synthesis

저온 수열합성을 통하여 YSZ 나노 분말 제조시 pH의 영향

이재훈*, 오지환, 배성환. *경남대학교*

YSZ(Yttria-stabilized zirconia)는 기계적 성질이 우수하고 Yttrium 도핑 농도에 따라 특정 전기적 특성을 부여할 수 있는 장점으로 전자재료나 구조재료에 사용되고 있는 세라믹 재료이다. YSZ의 제조법은 수열합성, 졸-겔, 공침법 등 다양하게 연구되고 있다. 그 중 수열합성법은 반응속도가 빠르고 분산성이 좋아 균일한 결정상의 미세입자를 제조할 수 있는 장점이 있다. 특히 저온 수열합성법을 이용 시 결정화 온도가 낮고 분말 입자간의 강한 응집을 제어할 수 있으며 하소와 분쇄 과정을 거치지 않기 때문에 생성물의 순도를 보장할 수 있으므로 많은 연구가 진행되어 오고 있다.

본 연구에서는 수열합성법을 통해 공정 온도를 낮추고 합성시간을 단축함과 더불어 결정성도 우수한 YSZ 나노 분말을 합성하기 위한 연구를 진행 하였다. 용해도 곡선의 $\text{Y}(\text{OH})$ 와 $\text{Zr}(\text{OH})$ 의 유사성으로부터 YSZ 수열 합성용액의 pH 최적 조건을 조사하고 특정 pH에서 YSZ 나노 분말의 결정성이 우수한 공정온도와 합성시간을 확인 하였다. 실험의 결과를 해석하기 위해 결정성과 미세구조

및 입자크기를 관찰하였으며 결정구조는 XRD, 미세구조 및 입자 크기는 TEM을 통해 관찰하였다.

P2-G3-4 Characteristics of Nano-Sized, α - $2\text{ZrO}_2 \times \text{P}_2\text{O}_5$ Powder Prepared by PVA Solution Method

PVA 용액법에 의해 제조된 나노크기 α - $2\text{ZrO}_2 \times \text{P}_2\text{O}_5$ 분말의 특성 연구

마충일*, 이상진. 국립목포대학교

$2\text{ZrO}_2 \times \text{P}_2\text{O}_5$ powder, which is not synthesized by solid reaction method, was successfully synthesized through PVA solution method. In this process, the firing temperature and the PVA content strongly affected the crystallization behavior and final particle size. A stable α -phase $2\text{ZrO}_2 \times \text{P}_2\text{O}_5$ was synthesized over the firing temperature of 1200°C for 4 h holding time. β -phase $2\text{ZrO}_2 \times \text{P}_2\text{O}_5$ was observed with un-reacted ZrO_2 phases in the firing temperature of lower than 1200°C . In the PVA content effect, the powder prepared from PVA mixing ratio of 12:1 showed a stable α -phase $2\text{ZrO}_2 \times \text{P}_2\text{O}_5$, however, β -phase was co-existed at relatively higher PVA content. The synthesized α -phase $2\text{ZrO}_2 \times \text{P}_2\text{O}_5$ powder showed an average particle size of 100~250 nm and an average thermal expansion coefficient of $-2.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ in the range of room temp. ~ 800°C .

P2-G3-5 Mechanical and Electrical Properties of Liquid phase Sintered Porous SiC using Al_2O_3 - Y_2O_3 - SiO_2 as Sintering Additives 액상소결조제를 이용한 탄화규소 다공체 제조 및 기계적 및 전기적 특성

박상환¹*, 윤성일¹, 남산², 염미래¹. ¹한국과학기술연구원, ²고려대학교

The porous SiC ceramics with specific pore characteristics has been widely used because of its attractive thermo-mechanical properties as well as chemical resistivity in various environmentally related industries. In this study, porous SiC ceramics with various pore characteristics were fabricated by a liquid phase sintering using SiO_2 - Al_2O_3 - Y_2O_3 sintering additives at the temperature below 1600°C under argon atmosphere. The average pore size and porosity of fabricated porous SiC were varied depending on the starting SiC particle size as well as the amount of sintering additives used. It was found that the fracture strengths of liquid phase sintered porous SiC with the same porosity were decreased with increasing the pore size. With increasing the amount of sintering aid from 15 to 25%, the porosity and pore size of SiC porous body was decreased, but the fracture strength of porous SiC was increased. The electrical resistivity of liquid phase sintered porous SiC using Al_2O_3 - Y_2O_3 - SiO_2 was as high as $10^7 \Omega\text{cm}$, which was not closely dependent on the pore size as well as the porosity of the porous SiC.

P2-G3-6 Fabrication of Meso-Macro Porous β -SiC Body by a Direct Reaction Between Metallic Si and Carbon Black

실리콘과 탄소의 직접반응을 이용해 제조된 메조-매크로 기공크기를 갖는 탄화규소 다공체

염미래¹*, 윤성일¹, 박상환¹, 최성철². ¹한국과학기술연구원, ²한양대학교

Recently various investigations have been performed to develop porous SiC with gradient pore structure to optimize both the mechanical properties and flow characteristics of porous SiC. In this

study, meso-macro porous SiC were fabricated by a direct reaction between metallic Si and carbon black. The β -SiC were synthesized by a heat treating preforms various C/Si mole ratios at the temperature of $1000 \sim 1300^\circ\text{C}$ under vacuum or Ar atmosphere. And Ni nitrate was used as a reaction catalyst. The use of Ni nitrate affected the sintering temperature. Meso-macro porous SiC bodies with high porosity and high surface area were successfully synthesized by a direct Si-C reaction above 1150°C without residual silicon.

P2-G3-7 Oxidation Behavior of UO_2 Nuclear Fuel Pellet under Dry Storage Condition

건식 저장 조건에서의 UO_2 핵연료 소결체 산화 거동

김동주*, 김건식, 송근우, 국동학, 양재호. 한국원자력연구원

사용후핵연료를 안전하고 건전하게 저장하기 위하여, 미국, 일본 등 선진국들뿐 아니라 국내에서도 사용후핵연료 저장 기술 연구를 활발히 진행 중이다. 특히 사용후핵연료 건식 저장(Dry storage) 시스템 및 건식 저장 시스템 내에서의 사용후핵연료 건전성 평가 등에 중점을 두고 있다. 건식 저장 시스템에 보관되는 사용후핵연료의 거동 이해 및 건전성 평가에 있어서, 저장 조건(불활성 기체 분위기)뿐 아니라, 저장 시스템에 공기가 유입(Air ingress)되는 사고 상황에서의 거동에 대한 이해가 필요하다. 즉, 사용후핵연료가 유입된 공기와 접촉하여 발생할 수 있는 UO_2 핵연료 소결체 산화 거동에 대한 이해가 필요하며, 특히 사용후 UO_2 핵연료 소결체의 산화 거동 해석이 요구된다. 통상적인 사용후핵연료 건식 저장 온도에서 산화가 일어날 경우, UO_2 핵연료 소결체는 매우 미세하게 분말화 될 가능성이 높으며, 사용후핵연료의 경우에는 더욱 쉽게 분말화 및 파편화가 발생할 수 있다. 본 연구에서는 이와 관련된 기존 연구 현황 자료를 추적하고 분석 및 평가하고자 한다. 이 결과는 사용후핵연료 소결체 산화 거동 평가 및 예측에 기여할 것으로 기대 된다.

P2-G3-8 Stable Domains of $(\text{Ti,W})\text{C}/(\text{Ti,W})\text{(CN)}$ during Carbo-thermal Reduction of TiO_2/WO_3 Mixture

TiO_2/WO_3 혼합체에 대한 탄화환원 과정 중 $(\text{Ti,W})\text{C}/(\text{Ti,W})\text{(CN)}$ 의 안정화 영역

권한중¹*, 김원백¹, 김지웅¹, 문아람², 김병수¹. ¹한국지질자원연구원, ²과학기술연합대학원대학교

1500K 에서 TiO_2/WO_3 혼합체에 대한 탄화환원 시 $(\text{Ti,W})\text{C}/(\text{Ti,W})\text{(CN)}$ 상에 대한 안정화 영역을 carbon activity, 산소 분압을 변수로 도식화하였다. 그 결과 $(\text{Ti,W})\text{C}/(\text{Ti,W})\text{(CN)}$ 상의 안정화 영역은 ideal solution model을 가정하여 계산되었을 때보다 real solution model을 활용하여 계산되었을 때 면적이 넓은 것을 알 수 있었으며 질소 분압이 높아질수록 고용상 영역은 커지게 되는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 TiC와 WC의 실질적인 고용상은 TiC와 WC의 ideal solution에 비해 더 낮은 형성에너지를 갖고 이로 인하여 고용상의 안정 영역이 넓어지고 $(\text{Ti,W})\text{(CN)}$ 상이 $(\text{Ti,W})\text{C}$ 상에 비해 안정하여 TiO_2/WO_3 혼합체에 대한 탄화환원 시 질소 분압이 커지면 고용상의 안정 영역이 넓어지기 때문이라 사료되었다.

P2-G3-9 Effect of Al_2O_3 on Properties of $\text{WC-Al}_2\text{O}_3$ Composites

Al_2O_3 첨가가 WC- Al_2O_3 복합재료의 기계적 성질에 미치는 영향

손인진*, 김동기. 전북대학교

Despite of many attractive properties of WC-Ni or WC-Co hard material, the drawback of the material is low corrosion resistance and expensive for wide application in industrial. The rapid sintering of

ultra-fine WC-Al₂O₃ composites in a short time was investigated with a focus on the mechanical properties and consolidation using pulsed current activated sintering. Nearly fully dense WC-Al₂O₃ composites were obtained within 3 minutes. The densification temperature of WC was reduced remarkably by the addition of Al₂O₃. The grain size of WC in WC, WC-5 vol.% Al₂O₃, and WC-10 vol.% Al₂O₃ hard materials were about 200, 175, and 112 nm, respectively. The Vickers hardness and the fracture toughness of the WC, WC-5 vol.% Al₂O₃, and WC-10 vol.% Al₂O₃ samples were 2300, 2120, 2510 kg/mm², and 6, 7.5, 7.4 MPa·m^{1/2}, respectively. The addition of Al₂O₃ to WC improved the fracture toughness of cemented WC without reduction of hardness. The use of Al₂O₃ instead of Co or Ni is very effective, especially to maintain the high hardness of monolithic WC without the expense of toughness reduction. In this regard, it would be worthwhile to consider Al₂O₃ as a possible replacement for Co or Ni; in particular, for applications requiring a extreme hardness. The hardness and fracture toughness of WC-Al₂O₃ composite are higher than those of monolithic Al₂O₃ reported as 20 GPa and 4 MPa·m^{1/2}, respectively because the hardness of WC is greater than Al₂O₃ and crack propagation is difficult in the composite.

P2-G3-10 Fabrication of Multilayered SiC Processed by Tape Casting

테이프 캐스팅 처리한 다층 SiC 제조

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

Silicon carbide is utilized in various applications due to their excellent hardness, mechanical strength, chemical inertness and thermal stability. However, like other ceramic materials, SiC is inherently brittle, which limits their use in components that require reliability and high toughness. Multilayered structure has been developed with the aim of improving the toughness of SiC. The samples were processed by tape casting of a slurry containing β -SiC nanopowders along with Al₂O₃-Y₂O₃ sintering additive, forming of SiC green tape. In order to enhance the toughness, the presence of weak interphase was formed by the dip-coating of SiC green tapes in carbon black-containing slurry. The soaking time of dip-coating process was investigated to have a proportional thickness in resulting better mechanical properties. Several layers of green tape were stacking with the insertion of dip-coated-SiC green tape for further lamination and hot-pressing. The sintered-samples were then characterized by density measurement, SEM, and XRD. Mechanical properties as a response of flexure behavior were evaluated by three-point bending test.

P2-G3-11 Effects of Brazing Temperature and Time on the Properties of GDC-LSM/Crofer 22 APU Joints

GDC-LSM/Crofer 22 APU 접합부의 특성에 대한 브레이징 온도 및 시간의 영향

김명동*. 영남대학교

Reactive air brazing (RAB) is a relatively simple and inexpensive technique to hermetically seal the ceramic and metal parts. The joint formed by RAB reveals excellent thermal cycling performance and long term stability in high temperature oxidation as well as reduced atmospheres. RAB is commonly used for the joining of oxygen transport membranes, solid oxide fuel cells, and solid state sensors,

etc. This method relies on the formation of a liquid phase of filler material for bonding ceramics, such as GDC-LSM, stabilized zirconia and lanthanum strontium cobalt ferrite to oxidation resistant metal alloys, such as AISI 310S, Fecralloy and Crofer 22 APU. In this study, we investigated the effect of brazing temperature and time on the interfacial microstructure and mechanical properties of GDC-LSM/Crofer 22APU joints bonded by reactive air brazing with Ag-10 wt.% CuO filler tape. For this purpose, brazing was performed at different temperatures and times of 1000, 1050 and 1100°C for 10, 30 and 60 min in air. A comparison of results for the as-brazed and aged joints on their interfacial microstructure and mechanical shear strength will be presented in detail.

P2-G3-12 Simulation Using Different Preform Architectures and the Fabrication of Tubular SiC_f/SiC by EPD and Hot Pressing 다른 예비형성 구조를 사용한 가상실험 및 EPD와 hot press에 의한 관형 SiC_f/SiC 제조

Pipit*, Amit Siddharth Sharma, 정동혁, Arifin Septiadi, 윤당혁.
Yeungnam University

Fabrication of dense tubular SiC_f/SiC composites by electrophoretic deposition followed by hot pressing was performed in this study. The simulation using a commercial ANSYS software has been taken to find an optimized condition of nearly uniform lateral pressure inside the mold and preform assembly by the pressure transferring medium (graphite powders). ANSYS simulations confirmed the inhomogeneous pressure acting along the height of the preform leading to non-uniform sintered density. Hence, redesigned mold based on simulation was used to mitigate this problem. Consistent results was drawn using the redesigned mold by improving the density from 89% to 95%. The adaptability of redesigned mold has been expanded to fabricate the tubular SiC_f/SiC composites for different preform architectures, such as the 0/90° cross-ply jelly-rolled and 55° filament winding preforms. Compared to jelly-rolled structure, filament winding preform exhibited less flexural strength as well as density ($\rho_f \sim 90\%$) due to fiber inclination and preform architecture. Due to the presence of PyC coating on the filament winding preform, the phenomenon of tail extension and fiber pull-out was observed.

P2-G3-13 Tape Casting and Hot Pressing of SiC-ZrB₂ Composites SiC-ZrB₂ 복합재의 테이프 캐스팅 및 핫 프레스

Wahid Muhamad FR*. Yeungnam University

SiC-ZrB₂ composites have attracted considerable interest in recent days owing to their excellent mechanical, thermal, chemical, and electrical properties. Nowadays, colloidal processing, which can produce a homogeneous green microstructure, is becoming more important in the fabrication of advanced ceramics because it offers the potential to produce reliable ceramics with desired geometries. Among the colloidal processing methods, tape casting is a widespread and cost-effective technique mainly used to fabricate thin and flat ceramic sheets. Moreover, it can be used to build up multilayered structures with complex geometries and improved properties. For this purpose, SiC-ZrB₂ green tapes were prepared by tape casting of slurry containing β -SiC and ZrB₂ along with Sc₂O₃ sintering additive. After tape casting and drying, the green SiC-ZrB₂ tapes showed good flexibility, lubricious surface and homogeneous microstructure. Green

tapes were stacked through lamination and hot-pressed for 2 h at 1750°C under a uniaxial pressure of 30 MPa in an Ar atmosphere. The properties of as-sintered composites, such as their phase composition, densification, microstructure, and mechanical properties will be presented in detail.

P2-G3-14 Joining of SiC_f/SiC Composites with Ti₃AlC₂ and Ti₃SiC₂ Tapes

Ti₃AlC₂와 Ti₃SiC₂ 테이프를 이용한 SiC_f/SiC 복합 재료 접합

Arifin Septiadi*, Pipit, Amit Siddharth Sharma, 윤당혁. *Yeungnam University*

Joining of SiC_f/SiC composites were conducted using two Ti-based MAX phases, i.e., Ti₃AlC₂ and Ti₃SiC₂. Base SiC_f/SiC composites were fabricated by infiltration of SiC slurry along with 10 wt.% Al₂O₃-Y₂O₃ sintering additive to Tyranno SA3 SiC fabrics by electrophoretic deposition (EPD), alternate stacking of SiC tape and SiC fabric and finally followed by hot-pressing. Ti₃AlC₂ and Ti₃SiC₂ filler materials were tape-casted onto polymeric support with a thickness of 60 μm. Joining temperatures were varied from 1600°C to 1750°C at a low pressure of 3.5 MPa to minimize damage to the base composites with a butt-joint configuration. The joints were characterized by microstructural investigation in terms of elemental distribution, phase formation and distribution, and evolution of pores and cracks. In addition, a homogeneous phase distribution across the interface without crack was observed. Microstructural analyses confirmed sound joints with a final joint thicknesses of 7 to 22 μm. Joining strength was estimated by 4-point bending test, which was higher than 90 MPa with the maximum values of 170 and 161 MPa for Ti₃SiC₂ and Ti₃AlC₂, respectively. Feasibility of this joining technique to produce more complex geometries using each MAX phase tape will also be demonstrated.

P2-G3-15 Joining of SiC_f/SiC Composites with a Pre-ceramic Polymer Containing Si and C

Si와 C를 함유 한 프리 세라믹(pre-ceramic) 고분자와의 SiC_f / SiC 복합체 접합

Arifin Septiadi*, Pipit, Amit Siddharth Sharma, 윤당혁. *Yeungnam University*

Joining of SiC_f/SiC composites using a pre-ceramic polymer-based filler was performed to obtain a high purity SiC at the joint region. Base SiC_f/SiC composites were fabricated by infiltration of SiC slurry along with 10 wt.% Al₂O₃-Y₂O₃ sintering additive to Tyranno SA3 SiC fabrics followed by electrophoretic deposition (EPD), alternate stacking of SiC tape and SiC fabric and hot-pressing. Two types of polymers, such as polycarbosilane and polysilazane, were selected due to their high temperature conversion. To enhance the ceramic yield with minimal porosity, 0.75 wt.% SiC, 0.053 wt.% Si, and 0.23 wt.% C were added into the preceramic polymers. A calculated amount of these powder mixtures were then placed in-between SiC_f/SiC composite bars and subsequently joined at the temperatures of 1600/1750°C at 3.5 MPa to produce butt joints with thickness of 200-700 μm. XRD analyses of the joint region confirmed pure SiC as the final product from the preceramic fillers. Microstructural analyses confirmed sound joints with homogeneous phase distribution across the interface without any cracks but with the presence of micro-pores.

Bending test using 4-point configuration revealed a high strength up to 158 MPa for polysilazane with the average values around 98 and 100 MPa for polycarbosilane and polysilazane, respectively.

P2-G3-16 Comparison of Microstructural Characteristics of CVD SiC Ceramics with Different Grain Growth

결정립 성장 차이에 의한 CVD SiC의 미세구조적 특성 비교

신정호*, 김대중, 이현근, 박지연, 김원주. *한국원자력연구원*

SiC microstructures synthesized by chemical vapor deposition were quantitatively characterized using X-ray diffraction (XRD), electron backscatter diffraction (EBSD) and transmission electron microscopy (TEM). From XRD and EBSD results, the CVD SiC ceramics were determined the cubic polymorph structures. Additionally, a qualitative measurement of strains were indicated by the Kernel average misorientation (KAM) for each CVD SiC ceramics. The stacking structures were characterized by TEM following site-specific focused ion beam (FIB) specimen preparation. The stacking structures had a heavily faulted microstructure typical of chemical CVD SiC. The staking fault density and fraction of coincident site lattice (CSL) Σ 3 grain boundaries were higher in the columnar structure.

P2-G3-17 SiC Porous Ceramics form Partially Hydropobized Colloidal Suspension

부분적으로 소수성화된 콜로이드 서스펜션을 이용한 SiC 다공성 세라믹스

장우영^{1*}, Bijay Basnet¹, 박중규¹, 한인섭², 김익진¹. ¹ *한서대학교*, ² *한국에너지기술연구원*

The stabilization of wet foam is an important parameter for obtaining a large volume of dried foams in porous ceramics. To stabilize the wet foam, the different destabilization mechanisms caused by the large interfacial area of the gas-liquid interface in colloidal suspension must be overcome. Octalymine (CH₃(CH₂)₇NH₂), a long chain carboxylic acid, is used as a foam stabilizer, which modifies the particle surface, which improves the colloidal and rheological properties of the suspension, improving the wet foam stability with a tailored bubble size. The characterization of SiC foams, including the contact angle, surface tension and adsorption free energy Laplace of the colloidal suspension and Laplace pressure, foam stability, air content, bubble size, and relative bubble size of the wet foam are explored by changing the concentration of the amphiphile. Adsorption free energy of 1.5×10⁻¹⁵J to nearly 1.4×10⁻¹⁴J, and Laplace pressure of 0.52 mPa to 0.25mPa, good wet foam stability of more than 80%, was prepared by direct foaming process. macro porous SiC ceramics with open or closed cells, an average pore size of 350m, 41.5% porosity and compressive strength up to 0.7 MPa were obtained when the sample was sintered at 2150°C for 1 hour.

P2-G3-18 Role of Nitrate Groups on the CeO₂ Surface in SiO₂ Chemical Mechanical Polishing

산화규소 막의 화학기계적 연마시 산화세륨 입자 표면 질산염의 역할

유경태*. *한양대학교*

Ceria nanoparticles (NPs) have different surface properties according to various synthesis condition. Due to the varied surface properties, ceria NPs have been used as promising materials in engineering fields

such as gas sensor, fuel cell and chemical mechanical polishing (CMP). In particular, the surface characteristics of ceria in the CMP process have a significant impact. In this study, we investigated the role of functional group of ceria NPs (e.g. hydroxyl and nitrate group) on CMP applications through adsorption isotherm and density functional theory (DFT) calculation. In adsorption experiments, we confirmed the affinity of ceria surface with silicate depending on functional group. In order to support the experimental results, we calculated the binding energy between ceria NPs and silicon oxide film via DFT theory. As a result, we demonstrated that the difference in functional groups of ceria can play key role in silicon oxide CMP.

P2-G3-19 Fabrication Methods of High-Purity Silicon Carbide (SiC) Powders and Their Characteristics

고순도 탄화규소 제조방법 및 특성 고찰

김상호*, 이재하, 김형훈, 김은혜, 한석현. 강원테크노파크

세라믹소재 중 탄화규소(SiC)는 화학적 열적 안정성등으로 인하여 세라믹 산업에서 활용도가 커지고 있다. 탄화규소의 활용성과 소재의 안정성을 높이기 위해서는 불순물제거와 이를 통한 고순화가 이루어져야 한다. 탄화규소에 존재하는 불순물중 Al, B, Ni, Ti 등은 대표적 금속 불순물이다. 특히 알루미늄(Al)은 높은 조성으로 존재하는 대표적 불순물로 탄화규소의 품질에 큰 영향을 끼친다. 고순화 방법은 다양한 방법이 연구되고 있지만 저순도의 분말생산과 공정비용 향상이 문제시 되고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 본 연구에서는 기존의 Cl_2 가스를 사용한 고순도화 방법의 반복적 적용과 온도별 열처리를 실시하고, 불순물의 조성을 비교하여 그 특성을 비교하는 실험을 실시하였다. 900°C와 1100°C, 1400°C의 고온 조건에서 Cl_2 가스를 5회 순환 및 5분 유지하는 방법으로 공정을 실시하였으며, 진공도는 3×10^{-3} torr, 불활성가스는 N_2 가스를 사용하였다. 공정이 완료된 파우더는 글로우방전질량분석기(GDMS)를 사용하여 분석하였다. 고순화 실험결과 Al은 가장 높은 700 ppm의 함량을 보였으며, Cl의 경우 Cl_2 가스의 영향으로 높은 함량을 보였다. 1100°C, 1400°C에서의 경우 Al 불순물 조성은 각각 470 ppm, 220 ppm으로 감소된 것으로 분석되었으며, 공정 중 온도 조건이 불순물의 조성에 영향을 주는 것을 확인 할 수 있었다. 더 높은 고순화도를 얻기 위해 고온 열처리 공정 된 파우더를 1550°C의 온도로 후열처리 공정을 진행하여 잔류 Cl을 제거하기 위한 공정을 실시하였으며, 잔류 Cl 성분의 조성 함량을 확인 할 수 있었다.

P2-G3-20 Increase in the Concentration of Ce^{3+} Ions of CeO_2 Nanoparticles for High Removal Rate of SiO_2 Chemical Mechanical Planarization

실리콘 옥사이드 필름의 높은 화학 기계적 연마를 위한 세리아 입자의 Ce^{3+} 이온의 증가 개질

이명재*, 김기정, 서지훈, 이강천, 백운규. 한양대학교

Ceria (CeO_2) nanoparticles (NPs) have been widely used in various fields including the fuel cell, gas sensor, catalysis, and chemical mechanical planarization (CMP). The Ce^{3+} ions are more reactive than Ce^{4+} ions for the creation of hydroxyl groups in aqueous medium. They react with SiOH on the surface of the SiO_2 films, resulting in a strong Ce-O-Si bonding. This bonding contributes to high removal rate of SiO_2 films. Below 10 nm, CeO_2 NPs are present as Ce^{3+} ions due to the formation of Ce_2O_3 by lattice relaxation. Controlling size

of CeO_2 NPs increases the concentration of Ce^{3+} ions. In this study, we modified CeO_2 NPs by growing ultrasmall ceria on bare CeO_2 NPs to increase the overall content of Ce^{3+} ions. The concentration of Ce^{3+} ions was investigated using X-ray photoelectron spectrometer (XPS). Material removal rate was measured polishing by 1 wt% of modified CeO_2 slurry.

P2-G3-21 SiC Whisker Growth and Matrix Filling Behavior in the SiC Fiber Preforms

SiC 섬유가 적층된 프리폼에서 SiC 휘스커 성장 및 기지상 침착 거동

이호욱^{1*}, 김대중¹, 이현근¹, 김원주¹, 윤순길², 박지연¹. ¹한국원자력연구원, ²충남대학교

SiC는 고온에서의 안정성, 내식성, 내방사선등 우수한 특성을 가지고 있다. 하지만 단미 세라믹 재료가 지니는 취성파괴거동을 갖기 때문에 이를 극복하기 위해 SiC_p/SiC 복합체를 제조해 인성을 향상시키고자 했다. 복합체를 제조하는데 많은 방법이 있지만 그 중에서도 화학기상침착법은 섬유의 손상을 최소화 할 수 있고, 수축이 없어 원하는 치수의 복합체를 제조할 수 있다는 장점을 갖는다. 하지만 화학기상침착공정으로 SiC_p/SiC 복합체를 제조하였을 경우 표면 막힘 현상으로 인해 복합체내로 더 이상 반응기체가 확산해 들어가지 못하고 공정이 끝나버리기 때문에 내부에 큰 기공을 남긴 채로 반응이 끝나게 된다. 이로 인해 복합체의 잔류 기공율이 높아지고 밀도 저하를 가져오는 단점을 갖는다.

이를 보완하고자 본 연구에서는 복합체 내부 직조섬유 사이의 빈 공간에서 휘스커를 성장시켜 이를 침착의 site로 적용시킴으로써 복합체의 치밀화를 향상시키고자 하였다. 휘스커는 기지의 강화에 도움을 주고 섬유 사이의 잔류기공을 감소시켜주며 동시에 잔류기공을 작고 균일하게 시키는 역할을 할 수 있으리라 예상된다. 이를 위해 원료기체로 CH_3SiCl_3 (Methyltrichlorosilane : MTS) 를 사용하여 적층된 SiC 섬유 프리폼에 열분해 탄소를 증착하고 SiC 휘스커를 성장시켰다. 반응압력을 변화시키며 섬유 사이에 성장한 휘스커의 성장 양상과 미세구조를 관찰하였다. 또한 최적의 휘스커 성장조건을 적용해 SiC_p/SiC 복합체 제조를 위한 기지상 침착 거동을 비교 분석하였다.

P2-G3-22 Manufacture and Mechanical Properties of SiC Seal for Manufacturing Mechanical Seals

Mechanical Seal 제조용 SiC Seal 제조 및 기계적 특성 분석

서정민*, 도환수, 김우식, 김혜영. 한국세라믹기술원

Mechanical Seal이란 기계식 밀봉장치로 Pump 등의 기기 내에서 누수를 방지하는 역할로 일반 산업용 외에 석유화학, 발전소, 원자력 등 다양한 분야에서 사용된다.

Silicon carbide(탄화규소, SiC) seal은 내화학적, 경도, 내마모성 등 기계적, 열적 특성이 우수하고 자체 윤활성이 높아 재질선택이 확대되는 우수한 소재이다. 우수한 화학안정성으로 인해 고온, 고진공, 고응력과 같은 극한 환경 하에서 사용이 가능하다.

본 연구에서는 SiC소결체의 수축률과 기계적 특성을 향상시키기 위하여 SiC를 베이스로 B₄C, Al₄C₃ 등을 소결조제로 첨가 후 기계적으로 혼합하여 제조한 후 140 MPa 압력을 가하고 2150°C에서 Ar분위기 4시간 유지하여 상압소결을 한 결과 약 90~95%의 치밀화를 갖는 소결체를 얻었다. 실온에서 격임 강도는 약 300 MPa, 경도는 2000 HV, 내마모성 2 μ m/100 h, 수축률은 97%의 결과를 얻을 수 있었다.

P2-G3-23 The Effect of the SiC Powder Size in the Green Body Densit

SiC 분말 입자 크기가 성형체에 미치는 영향

정영석^{1*}, 최균², 김세기², 윤호규¹. ¹고려대학교, ²한국세라믹기술원
탄화규소는 고온 강도, 내열충격성, 열전도도 및 낮은 열팽창계수 등 우수한 물리적, 화학적 성질을 보유하고 있다. 이런 특성을 이용해 발전용 가스터빈, 항공기 추진 엔진, 열교환기용 튜브, 볼 베어링 등 다양한 분야에서 사용된다. 그러나 탄화규소는 공유결합성이 강하기 때문에 소결체가 이룬 밀도에 도달하기 어렵다. 따라서 치밀한 SiC 성형체 제작 및 다양한 소결 공정 방법에 대한 연구가 많이 진행되고 있다.

본 연구에서는 9가지 종류의 크기를 가진 SiC 분말을 이용하여 입도 조성이 성형체에 미치는 영향에 대해 고찰하였다. 각각 분말의 입도 분석기를 이용해 입자 크기를 측정하였다. 이후 분말을 건조하여 탭 밀도를 측정하였다. 탭 횟수가 증가할수록 입자간의 반발력이 증가하여 밀도가 감소하는 것으로 판단된다.

각 분말을 페놀수지 5 wt%로 일축가압 성형을 진행하였다. 성형 압력은 1000 kgf/cm²이며, 진공 데시케이터에서 1 mBar, 80°C에서 2시간, 150°C에서 30분 이상 경화 처리하였다. SiC 성형체의 밀도는 입자크기가 클수록 증가하는 결과를 보였다. 이는 탭 밀도 측정을 통해 Compressibility Index 및 Hausner ratio로 분말 유동 특성을 분석하였으며, 입자 크기가 클수록 낮아지는 결과를 얻어 성형체의 밀도가 증가하는 것으로 판단된다.

본 연구를 통해 치밀한 소결체 제작 전 입자 크기에 따른 분말의 성형체 밀도 경향을 파악할 수 있었다. 이후 여러 종류를 혼합한 SiC 성형체 및 소결체 제작에 도움되리라 판단된다.

P2-G3-24 Near-Infrared Transmittance Evaluation of Nanocomposite Transparent Ceramics Based on Mie Scattering Theory

Mie 산란 이론에 기반한 나노복합체 투명세라믹의 근적외선 투과율 평가

마호진*, 정욱기, 김도경. 한국과학기술원

The infrared transparent ceramics should meet superior optical, mechanical, chemical and thermal properties considering harsh external environment. Especially, the outstanding optical performance should be required. The transmittance can be degraded by a variety of scattering factors including residual pores and grain boundaries. It is noted that the size of unremoved pores affects the transparency of the nanocomposite transparent ceramics at different wavelength region. In this work, to explain the relation with the transmittance and residual pores, the near-infrared transmittance of the Y₂O₃-MgO nanocomposite was calculated. It is based on the Mie scattering theory with single and independent models, which could simplify the evaluation. The Y₂O₃-MgO nanoparticles were synthesized by a combustion reaction for the calculation. The nanopowders were sintered by hot-pressing. By changing the sintering condition, porosity and pore size were changed that we could obtain the well-fitted data between experimental and predicted values.

P2-S31-1 Effects of CAS Glass Addition on the High Temperature Thermal and Electrical Properties of AlN Ceramics

AlN 세라믹스의 고온열전도도와 전기적 특성에 미치는 CAS 글라스 첨가 효과

김시연^{1*}, 신효순¹, 여동훈¹, 윤호규². ¹한국세라믹기술원, ²고려대학교

AlN은 높은 열전도도와 낮은 열팽창계수, Al₂O₃와 비슷한 유전율과 고강도를 가지기 때문에 반도체 산업에서 각광받는 재료이다. AlN 세라믹스의 저온소결을 위하여 AlN에 소결조제인 Y₂O₃, CaCO₃ 1-2 wt% 첨가한 후 CAS계열의 glass를 첨가하여 1650-1850°C 범위에서 상압소결 하였다. 이때, glass를 1-3 wt% 첨가한 경우 grain boundary 가장자리를 따라 이차상이 wetting 되어있는 형상을 보였으며, 그 이상으로 첨가되는 glass 함량이 증가하는 경우에는 이차상의 두께가 두꺼워지는 경향을 나타내었다. 본 연구에서는 이들 이차상 변화에 따른 고온에서의 열전도도, 체적저항 특성을 비교분석하였다. 그 결과, AlN에 glass를 첨가함에 따라 AlN의 소결성이 향상되었다. 소결체는 600°C 이상의 고온에서 $\geq 10^8$ Ω·cm 체적저항 특성을 나타내었으나, 열전도도 특성은 상온에서 100 W/mK로 크게 감소하였다. 이와 같이 AlN에 글라스 첨가에 따른 열전도도, 체적저항 특성을 비교 분석하고자 하였다.

P2-S31-2 Characterization and Synthesis of BN Fibers by Electro-Spinning Method

전기방사에 의한 BN 파이버 합성 및 특성평가

이종혁^{1*}, 전명표¹, 정영근². ¹한국세라믹기술원, ²부산대학교

Boron Nitride는 우수한 열적 특성과 전기 절연성을 가진 소재로서 방열 소재의 내화물이나 절연성을 가진 충전제로 사용되는 세라믹이다. 그리고 흑연과 같은 육방정계 결합구조를 가지고 있어 뛰어난 기계 가공성을 가진다. 개선된 기계적, 형상학적 및 열적 성질을 얻기 위한 Nitride 계의 방사(Fiber)는 PVA나 TPU 같은 폴리머와 합성하여 이루어지는데, 본 연구에서는 점도에 따른 기계적 성질과 열적 성질의 변화를 관찰하기 위해서 PVP와 PVA를 h-BN과 합성하였다. 그리고 전기방사를 통해 섬유를 제조한 후 80°C에서 24시간 동안 건조 후 폴리머를 휘발시키기 위해 마이크로웨이브를 사용하여 질소 분위기 하에 1,000°C에서 5시간 동안 하소를 진행하였다. 하소된 섬유에서 폴리머가 완전히 휘발되었는지 관측하기 위해 XRD/FT-IR를 사용하여 섬유의 정성 분석을 하였고, 섬유의 직경을 파악하기 위해 FE-SEM을 사용하여 미세구조를 관찰하였다. 그리고 열적 특성을 파악하기 위해 TG-DTA를 관측하여 각 온도 구간에서 발열 및 흡열 반응이 어떻게 일어나는지 관찰하였다.

P2-S31-3 Thermal and Mechanical Properties of Sintered Reaction-Bonded Silicon Nitride (SRBSN) Ceramics with respect to the Particle Size Distribution of Si Powders and Amount of Sintering Additives

Si 분말 입도분포 및 소결조제 함량에 따른 Sintered Reaction-Bonded Silicon Nitride(SRBSN) 세라믹스의 열적 및 기계적 특성

오현명^{1*}, 이현권¹, 정훈², 유제두². ¹금오공과대학교, ²(주)윌텍스
최근 파워디바이스의 공급과 응용분야가 확대되고 반도체의 고집적화가 요구되면서 세라믹 기판의 열응력 및 기계적 신뢰성이 요구되고 있다. 이러한 요구에 대응하기 위해 고열전도 질화규소 방열 기판이 도입되고 특히 Sintered Reaction-Bonded Silicon Nitride(SRBSN) 세라믹스가 연구되고 있다. 고열전도 SRBSN 세라믹스의 물성은 출발 Si 분말의 평균입경, 소결조제의 조성 및 양 등이 보고되고 있다.

본 연구에서는 고순도 Si 페스크랩을 분쇄한 출발 Si 분말의 평균 입경(~1 μm)을 유지하며 입도분포폭(W_{PSD})과 소결조제 함량 따른 SRBSN 세라믹스의 열적 및 기계적 물성을 연구하였다. ZrO₂ Jar 와 볼을 사용하여 에탄올로 2~10시간에 걸쳐 출발 Si 분말의 입도분포폭을 제어하였다. 각 변수에 따라 제조한 SRBSN 세라믹스의 열전도도와 강도 및 파괴인성을 측정하고, 그 결과를 분쇄 후 Si

분말의 산소함량, 질화 및 후소결 밀도와 미세구조의 관점에서 고찰하였다.

P2-S31-4 Thermal and Mechanical Properties of Sintered Reaction-Bonded Silicon Nitride with Respect to the Various Mean Size of Si powders

Si 분말 평균입경에 따른 Sintered Reaction-Bonded Silicon Nitride(SRBSN) 세라믹스의 열적 및 기계적 특성

오현명^{1*}, 이현권¹, 정훈², 유제두². ¹금오공과대학교, ²(주)윌텍스
최근 파워디바이스의 공급과 응용분야가 확대되고 반도체의 고집적화가 요구되면서 세라믹 기판의 열응력 및 기계적 신뢰성이 요구되고 있다. 이러한 요구에 대응하기 위해 고열전도 질화규소 방열 기판이 도입되고 특히 Sintered Reaction-Bonded Silicon Nitride(SRBSN) 세라믹스가 연구되고 있다. 고열전도 SRBSN 세라믹스의 물성은 출발 Si 분말의 평균입경, 소결조제의 조성 및 양 등이 보고되고 있다.

본 연구에서는 고순도 Si 페스크랩을 분쇄한 출발 Si 분말과 상용 Si 분말의 평균 입경(~1 μm , ~2 μm , ~10 μm , ~12 μm)에 따른 SRBSN 세라믹스의 열적 및 기계적 물성을 연구하였다. ZrO_2 Jar와 불을 사용한 유성구 불밀을 통해 평균입경을 제어하였으며, 소결조제는 2 mol% Y_2O_3 및 5 mol% MgO 를 사용하였다. 각 변수에 따라 제조한 SRBSN 세라믹스의 열전도도와 기계적 물성을 측정하고, 그 결과를 분쇄 후 Si 분말의 산소함량, 비표면적, 질화 및 후소결 그리고 미세구조의 관점에서 고찰하였다.

P2-S32-1 The Study on High Temperature Environmental Stability and Property of SiC Coating Materials for EBCs

열, 환경 차폐를 위한 SiC 코팅재의 고온환경 안정성과 특성연구서형일^{*}, 이기성¹, 채연화¹, 박지연². ¹국민대학교, ²한국원자력연구원

SiC는 1000°C 이상에서 고경도와 뛰어난 내 마모성을 가지고 있으며, 1500~1600°C 대기 중에서 안정된 내열성을 가지고 있다. 이러한 특성 때문에 고온 가스터빈 Combustor liner에 사용된다. 가스터빈의 에너지 효율 증대를 위하여 더 높은 작동 온도가 계속적으로 요구됨에 따라 SiC 복합재료의 사용가능성이 높아 지고 있다. 그러므로 고온, 고압의 환경에서 수증기나 공기와 반응하여 일어나는 SiC의 산화와 반응생성물에 의한 질량감소(weight loss)는 제품의 작동과 수명에 문제가 될 수 있다. 따라서 SiC가 이러한 환경에 접촉되지 않도록 EBC 재료로 코팅하는 것이 중요한 연구 주제로 떠오르고 있다. 본 연구에서는 Mullite, Yb_2SiO_5 , Y_2SiO_5 세가지 재료를 EBC 코팅 재료 선정하여 SiC에 코팅하였다. 그리고 반복적인 열 사이클 실험을 통해 가스터빈의 고온환경을 조성하여, EBC 코팅 재에 따른 질량감소(Weight loss) 여부를 측정하였다. 그리고 현미경을 통한 표면 관찰 및 크랙 밀도 측정을 통해 EBC 코팅 재에 따른 SiC의 안정성을 비교하였다.

P2-S32-2 Thermal Damage Behavior of Lanthanum /Gadolinium Zirconate by SPS

서스펜션 플라즈마 용사로 제작된 란타넘/가돌리늄 지르코네이트의 서로 다른 조성에 따른 등온 열화 사이클을 통한 열 손상 거동 연구최소담^{1*}, 김태우¹, 이기성¹, 김성원², 오윤석², 김형태². ¹국민대학교, ²한국세라믹기술원

열차폐코팅(TBC)은 주로 가스터빈 분야에 적용 되어 금속 모재를 보호하고 에너지 효율을 증대시키기 위한 목적으로 사용되고 있으며, 대표적인 열차폐재로 부분 안정화된 지르코니아(YSZ)가 널리

사용되고 있다. 하지만 YSZ의 경우, 1200°C 이상 고온에 노출되면, 상분리 되었다가 냉각과정 중에 단상정상으로 전이된다. 이러한 상변화에 수반되는 부피변화로 코팅층이 손상 되는 문제가 생겨 사용온도가 제한되는 단점이 있다. 이를 보완하기 위한 대안으로 반복되는 고온 환경에 상변화가 없고, 조성을 조정하여 주요물질을 제어할 수 있는 장점을 가진 열차폐재로써 희토류계 지르코네이트 세라믹스가 제시되고 있다.

본 연구에서는 제시되고 있는 희토류계 지르코네이트 세라믹스 중에서 열전도도가 낮은 것으로 알려진 란타넘/가돌리늄 지르코네이트(LGZ)를 조성에 따라 4종류의 분말로 제작하고, 각각의 재료를 서스펜션 플라즈마 용사(PS)방법으로 YSZ와 병행하여 모재에 적층시킴으로서, 수직분리형 미세구조를 갖는 이중 코팅 시험편을 제작하였다. 이렇게 제작된 4종류의 시험편을 1275°C의 고온에 일정시간 노출시킨 후 냉각하는 과정을 주기적으로 반복하여 등온 열화 사이클을 구성하였다. 반복되는 등온열화 사이클 동안 발생된 열응력 및 열생성 산화물(TGO)로 인한 시험편의 균열 및 박리 등의 손상 거동을 관찰하여 차세대 열차폐재로서 적용가능성을 검토하였다.

P2-S32-3 Recycling of Iron Oxide Sludge Wastes for Thermal Conductive Filler and Introduction of Thermal Conductivity Analyzer

산화철 폐슬러지의 방열필러소재 활용 연구 및 열전도율 분석 장비 소개

이계행^{*}. 한국기초과학지원연구원

The waste metal sludge was used to thermal thermally conductive filler after sintering and pulverization. The thermal conductivity of a composite containing metal sludge is only 0.93 $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ for 60 wt% of filler, which is lower than that of conventional thermally conductive composites containing ceramic fillers at the same filler weight fraction. However, the differences between the thermal conductivity values of the filler materials are reduced when compared at the same volume fraction, due to the high density of the metal filler. And the thermal conductivity values were similar after surface modification of the filler particles using a silane coupling agent. Additionally, this presentation shows thermal conductivity system consisting of GHP, HFM, LFA457, LFA467, TMA, and DSC, which are available as analytical service provided by Korea Basic Science Institute (KBSI, Daejeon).

P2-S32-4 Evaluation of Crack Behavior in Thermal Barrier Coatings with Self-healing Ability

자가 치유능을 갖는 열차폐 코팅의 균열 거동 평가

전수혁^{*}, 이승수, 정성훈, Lyu Guanlin, 박현명, 정연길. 창원대학교
가스터빈 고온부품은 모재로 사용되는 초내열합금의 온도 수용성 한계를 극복하고 고온부품의 열화를 방지하기 위해 단열성 코팅, 즉 열차폐 코팅(Thermal Barrier Coating, TBC)을 적용하게 된다. 최근에는 TBC의 열적 내구성 향상을 위해 기존 YSZ 물질에 치유 물질을 복합화하여 적용하고자 하는 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 최근 연구가 진행 중인 MoSi_2 를 치유물질로 사용하여 TBCs를 형성시켰으며, MoSi_2 의 고온 안정화를 위해 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ 와 CH_3ONa 를 혼합하여 캡슐화한 후 기존 YSZ와 혼합한 것을 출발분말로 사용하였다. YSZ와 캡슐화된 MoSi_2 를 이용하여 9:1, 8:2 비율로 혼합한 것과 YSZ 단일 분말을 출발분말로 하여 대기용사(APS: Air-Plasma Spray)법으로 3가지 TBC 시험편을 제작하였다.

TBC 시스템에서 모재는 Ni계 초내열합금을 사용하였으며, 본드층은 AMDRY 9954를 사용하여 모재에 APS 방법으로 형성시킨 후 TBCs를 형성시켰다. 자가 치유능을 확인하기 위해 준비된 시험편에 비커스 압입법을 이용하여 50N의 하중으로 인위적인 균열을 형성시켜, 1100°C의 온도에서 40분 가열 20분 냉각하는 등온산화시험으로 균열 진행에 대한 것을 관찰하였다. 이를 통하여 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ 와 CH_3ONa 를 5:5비율로 캡슐화 후, YSZ와 MoSi_2 를 8:2로 혼합하였을 때 가장 우수한 균열 진행 저항성이 관찰되었다. 본 연구를 통하여 자가 치유 물질이 열차폐 코팅 시스템의 열적 내구성과 계면 안정성에 미치는 영향을 확보를 하였으며, 조성 설계의 유효성을 검증할 수 있었다.

P2-S32-5 Effect of SiO_2 Content on Plasma Resistance of YAS Frit Coated Al_2O_3

YAS 프리트 코팅 Al_2O_3 의 내플라즈마 특성에 미치는 SiO_2 함량의 영향

박의근^{1*}, 이현권¹, 정훈², 김병국². ¹금오공과대학교, ²(주)윌텍스
반도체 웨이퍼 선폰이 미세해지고 공정 환경이 가혹해짐에 따라 내플라즈마성 세라믹스 소재를 챔버내의 다양한 구조물에서 요구하고 있다. 기존에는 Y_2O_3 와 같은 고내플라즈마성 소재를 벌크나 용사코팅과 같은 코팅방법을 통해 내플라즈마 특성 향상에 활용하고 있다. 그러나 고가의 벌크나 용사코팅방법을 활용할 경우 소재 자체의 가격으로 인한 생산비용 증가 또는 코팅박리 및 입자탈락에 의한 공정상의 문제를 야기시킨다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 새로운 소재 및 코팅 방법에 대한 연구개발이 지속적으로 이루어져야한다.

본 연구에서는 소재의 공정단가를 낮추면서 Y_2O_3 의 내플라즈마 특성에 버금가는 소재를 연구 및 개발하고자 하였다. 실험은 망목형성산화물인 SiO_2 의 함량에 따른 내플라즈마성 YAS(Y_2O_3 - Al_2O_3 - SiO_2)계 프리트를 제조하고, 제조된 프리트를 단순한 코팅공정을 통해 소결 알루미늄 세라믹스 표면에 코팅하여 고밀도의 YAS계 코팅층을 형성하였다. 제조된 YAS계 프리트 및 코팅층을 TG-DTA, FE-SEM, XRD를 이용하고 분석함으로써 SiO_2 의 함량이 내플라즈마성에 미치는 영향을 평가 및 고찰하였다.

P2-S32-6 Lifetime Performance of Lanthanum Zirconate based Thermal Barrier Coatings with Buffer Layer in Thermally Graded Mechanical Fatigue Environments

Lyu Guanlin*, 정성훈, 이승수, 전수혁, 박현명, 정연길. Changwon National University

The effects of buffer layer on the fracture behavior and lifetime performance of lanthanum zirconate ($\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$; LZO)-based thermal barrier coatings (TBCs) were investigated through thermally graded mechanical fatigue (TGMF) tests, which is designed to simulate the operating conditions of rotation parts in gas turbines. To improve the thermal durability of LZO-based TBCs, composite top coats, consisting of two feedstock powders of LZO and 8 wt% yttria-doped stabilized zirconia (8YSZ), were prepared by mixing in different volume ratios (50:50 and 25:75 in LZO:8YSZ, respectively). TGMF tests with an applied load of 60 MPa at 1100°C were conducted for three kinds of LZO-based samples, blended single-layer top coat, blended top coat with the single and double buffer layers, respectively. Among all the samples, TBC with the double buffer layer showed the best thermal cycle performance, showing different failure modes in

these TBCs samples. In the single-layer TBC, delamination and / or cracked were occurred at the interface between the bond and top coats or near the interface, while the TBCs with buffer layers were delaminated at the interface between the buffer layer and the top coat. This investigation is essential for improving the lifetime performance of LZO-based TBC system, resulting in proposing the efficient coating in the thermal and mechanical environments.

P2-S32-7 Influence of pH of Aqueous Solution upon Grinding Braid of Cu - Fe Metal Particles

Cu-Fe 금속입자의 편상화에 대한 분쇄시 수용액 pH의 영향

박수영^{1*}, 전명표¹, 배동식². ¹한국세라믹기술원, ²창원대학교

CuFe metal particles are materials capable of shielding electromagnetic waves by the Cu component and self-shielding by the Fe component, and are alloy materials excellent in heat dissipation properties.

Normally, flake formation of metal particles is carried out through pulverization using a ball mill or the like using an organic solvent such as ethanol, but since it generates environmentally wastewater, in this research, environmental To minimize problems We investigated the influence of pH of aqueous solution on braiding of metal particles by adjusting pH of aqueous solution and tried to solve environmentally friendly metal particle braiding in aqueous solution with appropriate pH.

In this study, the extent of oxidation of CuFe metal powder according to the pH of the aqueous solution at the time of pulverization was investigated via SEM / EDS and the size and shape of the particle according to the grinding time were analyzed by light scattering particle size analysis And analyzed by SEM. In addition, the permeability and the dielectric constant were measured, and the change in the magnetic properties and the change in the shielding characteristics according to the degree of oxidation were investigated.

P2-S32-8 Preparation and Characterization of YOF Suspension Plasma Spray Coating

YOF 서스펜션 플라즈마 스프레이 코팅막의 제조 및 특성분석

김민숙*, 김경자, 박주석, 김경훈, 이진훈. 한국세라믹기술원

Thermal plasma spray coating법은 플라즈마를 이용하여 금속 및 세라믹 등과 같은 원료를 반 용융 또는 용융 상태로 용사하는 코팅 방법으로 빠른 속도로 후막의 제조가 가능하다는 장점을 가지고 있다. 기존의 thermal plasma spray coating의 경우에는 원료의 원활한 투입을 위하여 30~200 μm 크기의 과립분말을 코팅원료로 사용하기 때문에 고 용점의 세라믹 코팅시 과립분말의 미 용융 등의 문제로 인하여 코팅 막 내부에 큰 기공이 존재하여 낮은 코팅 막 밀도, 모재와 부착력 저하, 층상 형태의 미세구조형성 등 다수의 결함이 발생하여 코팅 막의 특성이 저하되는 문제를 가지고 있다. 반면 suspension plasma spray coating은 과립 분말 대신 1~5 μm 크기의 세라믹 분말을 용매에 분산시켜 suspension 상태로 원료를 공급하여 고밀도의 코팅 막 제조와 나노 크기의 미세구조 형성이 가능하기 때문에 기존의 과립을 이용한 코팅법 보다 우수한 특성의 코팅 막 제조가 가능하다. 본 연구에서는 Y_2O_3 , YF_3 를 원료로 하여 YOF분말을 합성 하였고 suspension plasma spray coating에 적용 하기 위한 suspension 제조하였다. 또한 제조한 YOF suspension을 이용하여 suspension plasma spray 코팅 및 조건 별 코팅 특성을 분석하였다.

P2-S32-9 Physical Properties of Mechanically Strengthened Silica Aerogels Prepared by Supercritical Drying

초임계 건조를 통하여 합성된 고강도 실리카 에어로겔의 물리적 특성 연구

정해누리*, Vinayak G. Parale, 박형호. 연세대학교

Silica aerogels are an interesting class of materials due to their low density and mesoporous nature. The commercial applications of these materials are hampered due to their brittle and hygroscopic nature. Therefore, in present work mechanically strong tetraethoxysilane (TEOS) based silica aerogels have been successfully prepared by copolymerization of TEOS with 3-(trimethoxysilyl)propyl methacrylate (TMSPM) followed by supercritical drying. The enhancement in physical, mechanical performance of aerogels were observed due to co-condensation with TMSPM. These aerogels were found to be hydrophobic with improved mechanical properties still maintaining its characteristics. Several physical properties, such as bulk density, thermal stability, hydrophobicity and mechanical properties of prepared aerogels were determined using different analysis techniques. The surface functional groups were determined by Fourier transform infrared spectroscopy as well as surface morphology was evaluated using field emission scanning electron microscopy technique. The improvement in hydrophobicity and mechanical properties of silica aerogels can be considered as good thermal insulating material for aerospace applications.

Acknowledgement: This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2015R1D1A1A02062229).

P2-S32-10 Fabrication and Characterization of Antimicrobial Thin Films Using Ag-SiO₂ Doped Particles

은-실리카 도핑 입자를 이용한 항균 특성 박막 제조 및 특성

배동식*, 임현태. 창원대학교

Ag-SiO₂ doped particles were prepared by sol-gel process to manufacture antibacterial properties coating thin films. The Ag particle size is 5 ~ 10 nm, and the SiO₂ particle size is 30 nm. The particle size distribution was uniform. Ag-SiO₂ doped particles and inorganic binder were mixed to produce antibacterial properties coating thin films. Inorganic binders were prepared by sol-gel process based on silica. Ag-SiO₂ doped particles and inorganic binder were mixed to manufacture coating solution in appropriate proportions. Steel, PE specimens were dip-coated with the prepared coating solution. Phase of the coating layer was measured by XRD. The microstructure and composition of the coating layer were measured by SEM, TEM and EDS. The thickness of the coating layer was 10 ~ 25 μ m, the adhesion was 5B and the hardness was 8H. The antimicrobial properties (Disk diffusion test, MIC test) showed excellent antimicrobial activity.

P2-S32-11 Characteristics of Plasma Electrolytic Al Oxide Coating with Process Parameters

플라즈마전해산화 환경차폐 코팅소재에 대한 공정조건에 따른 물성변화 연구

전민석¹*, 김배연², 김광엽³, 고강훈¹, 송준광¹, 김용남¹, 장영권¹.

¹한국산업기술시험원, ²인천대학교, ³(주)엠에스티테크놀로지

플라즈마전해산화(Plasma Electrolytic Oxidation, 이하 PEO)는 무해한 알칼리 전해액을 이용하고 고전압펄스를 사용하여 매우 짧은 시간동안 국부적 영역에 플라즈마 방전을 발생시켜 금속표면에 고품위의 세라믹코팅을 형성시키는 전해산화공정이다. PEO 환경차폐코팅은 높은 경도, 내마모성, 내부식성, 열충격저항성으로 항공우주, 국방, 자동차, 해양 등의 기존의 방식이 적용될 수 없는 극한 환경분위기의 응용분야에 적용이 되고 있다. 부동태금속은 일반적으로 내환경 저항성이 낮아 표면에 산화층을 형성시키는데 본 연구에서는 다이캐스팅용 알루미늄 금속 표면에 우수한 환경차폐특성을 가지는 코팅막을 형성하였다. 다이캐스팅용 알루미늄합금은 용탕 흐름성 개선을 위해 Si 성분을 가지고 있으며 일반 아노다이징 시 Si성분에 의해 심각한 표면편식 발생으로 환경차폐 성막특성이 매우 나쁜 단점이 있다. 이를 해결하기 위해 전해액 조건을 중심으로 공정변수를 변화시켰으며 기판소재인 다이캐스팅 알루미늄내의 Si성분의 제거와 이에 따른 산화물 코팅의 성막 특성에 대해 상형성 거동, 표면미세구조변화, 경도변화를 연구하였다. 다이캐스팅 알루미늄 표면에 우수한 내환경특성을 가지는 코팅막 형성 공정최적화 조건 도출이 본 연구의 의의라 할 수 있다.

P2-S32-12 Optical Properties of the Nanosized Zeolite Synthesized by the Hydrothermal Method

수열 합성법으로 제조한 나노입자 제올라이트의 광학적 특성

배혜진¹*, 김혁중¹, 강천수², 최병호¹. ¹금오공과대학교, ²(주)에이티엘코리아

제올라이트로 대표되는 나노다공성 재료는 현재 화학 및 에너지·환경 관련 산업에서 촉매, 이온교환제, 분리제 등의 용도로 널리 사용되고 있는 핵심 소재임과 동시에, 기존 기술의 한계를 극복할 수 있는 무한한 발전가능성을 지닌 것으로 평가받는다.

본 연구는 학문적·산업적으로 지속적이고 다양하게 활용되고 있는 제올라이트의 구조적 특성에 착안하여, 3차원의 미세세공 구조를 갖는 기능성 소재로써, 제올라이트 나노 입자 및 박막을 제조하고 그 성능을 평가하였다. 제올라이트 나노 입자는 출발 물질로 TEOS (tetradthoxysilane), TPAOH (tetrapropylammonium hydroxide) 와 H₂O를 사용하여 수열합성법으로 제조하였으며, 온도 조건에 따라 10~300 nm 크기의 MFI형 silicalite-1 제올라이트가 합성되었다. 합성한 제올라이트 나노 입자의 코팅액을 제조하여 스핀 코팅법으로 박막을 제조하고, 제올라이트 박막 두께에 따른 광학적 특성을 분석하였다.

P2-S32-13 Phase Formation and Thermo-physical Properties of Lanthanum/Gadolinium Zirconate Ceramics for Thermal Barrier Coatings

열차폐코팅용 란타넘/가돌리늄 지르코네이트 세라믹스의 상형성 및 열물리적 특성

이소율*, 오윤석, 이성민, 김형태, 김성원. 한국세라믹기술원

작동온도가 높을수록 에너지효율이 증가하는 가스터빈엔진의 작동 온도를 높이는 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 가스터빈의 작동 온도를 높이는 연구 중에서 초합금 모재를 고온으로부터 보호하기 위한 기술인 열차폐코팅(Thermal barrier coating)은 산화물 세라믹 코팅층을 올려서 금속 모재의 온도를 감소시켜 터빈엔진 금속부품의 수명을 연장하고 작동온도를 보다 높일 수 있어 에너지 효율을 향상시킨다. 현재 산업적으로 YSZ가 열차폐코팅소재로 가장 널리 사용되고 있으나 1200°C 이상 고온의 환경에 장기적으로 노출될 경우 소결에 의한 치밀화 및 상전이에 따른 부피팽창으로 인한 코팅의 열화와 고온내구성의 저하가 발생할 수 있다. 이러한

소재한계를 극복하기 위해 YSZ와 비교하여 열적으로 안정한 소재가 요구되며 최근 pyrochlore상과 fluorite상을 갖는 희토류 지르코네이트에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

본 연구에서는 희토류를 저감시킨 란타늄/가돌리늄 지르코네이트 10가지 조성의 세라믹스를 제조하고 각 시료의 La/Gd 첨가량에 따라 상형성 거동과 열물리적 특성의 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 평가하였다.

P2-S32-14 Fabrication of ZrO₂ Ceramics Doped the Rare Earth 희토류를 첨가한 ZrO₂ 세라믹스 제조

남정식^{1*}, 이영진¹, 김진호¹, 전대우¹, 황규홍², 이미재¹. ¹한국세라믹기술원, ²경상대학교

열차폐 코팅(Thermal barrier Coating, TBC)은 항공기나 엔진의 고온부에 사용되며 작동온도가 모재의 허용한계를 넘는 가혹한 고온 환경에서 모재의 열부하 경감, 산화 저항성 확보 등을 위해서 필수적으로 요구되고 있다. 하지만 기존 열차폐 코팅에 사용되고 있는 YSZ powder는 적용 온도가 1200°C로 제한됨에 따라 본 연구에서는 공침법을 이용하여 YSZ powder에 La, Gd, Yb 등의 희토류 원소를 첨가하여 1300°C 이상의 고온 가스터빈 엔진 등에서 사용하고 자 한다. 따라서 본 연구에서는 희토류 산화물 지르코네이트계 소재의 Pyrochlore 구조를 확인하기 위해 XRD를 측정하였고 저열전도성과 낮은 소결성을 확인하기 위해 열전도도와 FE-SEM, 입도분석을 수행하였다.

P2-S32-15 Comparison of Wear Properties of WC-CoCr and WC-CrC-Ni Coating Prepared by HVOF

초고속화염용사 법으로 제조된 WC-CoCr과 WC-CrC-Ni 코팅의 마찰 특성

주윤곤*, 정연길, 이재현. 창원대학교

최근 고속 용사 코팅 기술(HVOF)은 유해한 6가 Cr⁶⁺로 인해 환경을 오염 시키고 폐암을 유발 하는 전통적인 전해 크롬 경질 기술을 (EHC) 대체하는 유망한 후보 기술 중 하나로 간주된다. WC-CoCr 및 WC-CrC-Ni 코팅은 HVOF 용사 기술로 제작되었다. 제작된 코팅층은 경도 시험기, OM, XRD 및 SEM (EDS 포함)에 의해 경도, 기공, 결정상 및 미세 구조에 대해 각각의 특성을 분석하였다. 형성된 코팅의 마모 및 마찰 거동은 25°C, 250°C 및 450°C에서 왕복 슬라이딩 마모 시험에 의해 비교 평가하였다. 그 결과 미세 구조, 금속 자용합금, 코팅의 기공 및 마모 성능 사이에 상관 관계가 있음을 확인 하였으며, WC-CoCr 코팅은 균일 한 미세 구조 및 Co, Cr 금속 자용합금과 낮은 기공으로 인해 온도에 관계없이 WC-CrC-Ni 코팅보다 우수한 내마모성을 나타내었다.

P2-S32-16 Influence of CO₂ Laser Heat Treatment on Surface Properties, Corrosion Resistance and Anti-wear Performance of HVOF Sprayed WC-CrC-Ni Coating

초고속 화염 용사법으로 제조된 WC-CrC-Ni 코팅의 표면, 내마찰/마모 및 내부식 특성에 대한 레이저 열처리의 영향

주윤곤*, 정연길, 이재현. 창원대학교

고속화염용사법은 우수한 경도와 높은 경도를 가지는 후막형성이 가능하고 피로 및 열 충격에 대한 저항성이 양호하여 전기도금에 대한 표면처리 방법으로 연구되어지고 있다. Inconel718의 경도 및 마찰마모 특성을 향상시키기 위해서 고속화염용사법으로 WC-CrC-

Ni 분말을 코팅하였고, 레이저 열처리를 실시하였다. 고속화염용사법의 최적 공정 조건을 도출하기 위해 용사의 주요공정조건(용사거리, 분말공급량, 산소 및 수소 유량)에서 3수준 4인자 다구짜 실험계획법을 적용하였다. 레이저 열처리 후 코팅층의 결정구조, 표면 거칠기, 기공도, 경도 및 마찰 마모특성에 대하여 연구하였다. 레이저 열처리 동안 탄화물의 분해 및 확산으로 Cr₃C₂와 Ni상이 증가하였다. 기공이 사라지면서 코팅층이 치밀해지면서 두께가 감소하였다. WC-CoFe 코팅층의 경도는 Hv 1037에서 Hv 1422로 증가하였다. 상온에서의 마찰마모시험결과 용사코팅의 마찰계수는 약 0.38이었고, 레이저 열처리 후 코팅층의 마찰계수는 0.29로 감소하였고, 마모흔을 관찰한 결과 마모율도 감소하였다. Potentiodynamic polarization technique 시험으로 얻어진 결과로부터 추정 한 Eb 값은 레이저 열처리 후 증가하였는데, 이는 레이저 열처리 후 pit 부식 저항성이 증가하였다.

P2-S32-17 Lifetime Model Based on Degradation Behavior of Plasma Resistant Alumina (Al₂O₃) Ceramics

내플라즈마성 알루미나(Al₂O₃) 세라믹스의 열화 거동을 통한 수명 모델

윤지영*, 최형석. 한국세라믹기술원

디스플레이 산업을 비롯한 반도체, LED산업에 있어서 플라즈마의 사용은 CVD, PVD, ALD 등 증착공정이나 박막형성, 에칭, 세정공정에 사용되고 있다. 플라즈마는 높은 에너지를 받은 물체가 가스 단계를 거쳐 핵과 전자 분리된 상태를 말하며 플라즈마공정 환경에서는 챔버 내부구조를 구성하는 소재 역시 플라즈마 환경에 노출되어 장비 자체의 손상을 가져올 수 있다. 따라서 플라즈마공정 장비의 챔버 내부용 소재에는 내플라즈마 특성이 요구되고 있으며, 현재 플라즈마공정용 챔버 내부 소재로 벌크소재의 Al₂O₃나 쿼츠 등이 사용되고 있는데 이중 Al₂O₃는 다른 세라믹 소재에 비해 경제적, 실용적, 산업적 측면에서 여러 장점을 갖고 있는 소재로 이미 상당부분 알려져 있으나, 내플라즈마성이 우수하지 못하여 잦은 부재교체와 이에 따른 생산 공정이 지연되는 문제를 가지고 있다. 따라서 Al₂O₃ 부품소재에 대한 연구 개발 및 생산이 필요한 실정이다. 최근 부식환경에서 Al₂O₃ 부품소재의 부식특성에 대해 보고가 되고 시험법 또한 표준화가 진행되고 있지만, 열화거동 및 수명시험과 관련해서는 보고된 바가 전무하다. 따라서 본 연구에서는 온도와 전력을 가변하면서 플라즈마를 알루미나 소재에 장기간 노출시켜 알루미나 소재의 가속수명 모델을 구하였고 고장 메커니즘을 규명하였다.

P2-S32-18 Mechanical Behaviors of New Silicate for EBCs

열, 환경 차폐 코팅을 위한 새로운 규산염의 기계적 거동

서형일^{1*}, 이기성¹, 박지연². ¹국민대학교, ²한국원자력연구원

SiC는 1500~1600°C 대기 중에서 안정된 내열성을 가지고 있으며, 높은 경도와 훌륭한 내 마모성을 가지며 1500°C 이하에서 강도의 저하가 없어 우수한 고온특성을 가진다. 가스터빈의 에너지 효율을 높이기 위해 기존의 작동온도 보다 더 높은 온도가 요구됨에 따라 SiC 복합재료의 사용가능성이 커지고 있다. 이러한 특성으로 고온 가스터빈 Combustor liner의 재료로 사용된다. 그러나 고온, 고압의 환경에서 발생하는 SiC의 산화와 반응생성물에 의한 질량감소(weight loss)는 제품의 작동과 수명에 치명적인 문제가 될 수 있다. 따라서 SiC가 이러한 환경에 접촉되지 않도록 EBC 재료 코팅이 중요한 연구 주제로 떠오르고 있다.

한편 고온에서 플라즈마 코팅을 수행 시 비정질 상을 형성하여 합성될 경우 코팅 층의 특성을 약화시킬 수 있다. 그러므로 결정질

상을 형성하는 합성방법에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 이러한 코팅재료의 후보로 Lu_2SiO_5 , $\text{Sc}_2\text{Si}_2\text{O}_7$, HfSiO_4 를 선정하여 합성하였고, 반복적인 소결시험을 통해 밀도의 변화와 수축률을 측정하였으며, 또한 기계적 거동을 비교 분석하였다.

P2-S32-19 Thermal Damage Behavior of Lanthanum/Gadolinium Zirconate

란타넘/가돌리늄 지르코네이트의 서로 다른 조성에 따른 열충격을 통한 열 손상 거동 연구

최소담^{1*}, 김태우¹, 이기성¹, 김성원², 오윤석², 김형태². ¹국민대학교, ²한국세라믹기술원

열차폐코팅(TBC)은 주로 가스터빈 분야에 적용 되어 금속 모재를 보호하고 에너지 효율을 증대시키기 위한 목적으로 사용되고 있다. 대표적인 열차폐재로 부분 안정화된 지르코니아(YSZ)가 널리 사용되고 있지만 YSZ의 경우, 1200°C 이상 고온에 노출되면, 코팅층이 손상 되는 문제가 생겨 사용온도가 제한되는 단점이 있다. 이를 보완하기 위한 대안으로, 반복되는 고온 환경에 열적특성 변화가 적은 열차폐재로써, 희토류계 지르코네이트 세라믹스가 제시되고 있다.

본 연구에서는 제시되고 있는 희토류계 지르코네이트 세라믹스 중에서 열전도도가 낮은 것으로 알려진 란타넘/가돌리늄 지르코네이트(LGZ)를 조성에 따라 4종류의 분말로 제작하고, 각각의 재료를 서스펜션 플라즈마 용사(SPS)방법으로 YSZ와 병행하여 모재에 적층시킴으로써, 수직분리형 미세구조를 갖는 이중 코팅 시험편을 제작하였다. 이렇게 제작된 4종류의 시험편을 수평로를 사용해 상부 1350°C와 하부 900°C의 조건으로 열충격을 진행하였다. 이때 Heating시간은 10분 Cooing시간은 4분으로 사이클을 구성하여 진행하였다. 사이클을 진행하는 동안 발생된 열응력 및 열생성 산화물(TGO)로 인한 시험편의 균열 및 박리 등의 손상 거동을 관찰하여 차세대 열차폐재로서 적용가능성을 검토하였다.

P2-S32-20 Mechanical Properties of Thermal Barrier Coating Material by Contact Loading

접촉 하중에 의한 열차폐 코팅재의 기계적 특성 연구

이동현^{*}, 이기성, 김태우, 김철. 국민대학교

열차폐 코팅은 가스터빈의 운전중에 발생하는 고온 환경으로부터 금속 부품을 보호하기 위하여 적용되고 있으며, 고온의 연소화염과 연소산화물에 직접적인 노출로 인해 빠르게 손상된다. 특히 연소과정에서 생성되는 연소산화물 혹은 연소를 위해 흡입하는 대기에 포함된 미립자에 직접적으로 접촉하게 된다. 이러한 접촉에 의해 열차폐 코팅이 마모되고, 그 표면에 직접적인 접촉응력이 발생하여 손상된다.

본 연구에서는 가스터빈에 적용되는 상용화된 세라믹스 부재를 사용하여 열차폐 코팅을 제조하고, 작동 환경을 모사하는 실험을 통하여 고온의 환경에 직접적으로 노출시킨 이후, 직접적인 접촉응력을 유발하여 열차폐 코팅재가 변형될 때, 접촉응력과 변형률의 관계를 조사하였다. 또한 다양한 방식으로 유발되는 기계적 접촉응력을 시험을 통해 측정 한 후, 접촉 하중에 따른 변형이력을 조사하여 열차폐 코팅재의 기계적 거동을 연구하였다.

P2-S32-21 Electrical Conductivity of Mesoporous TiO_2 Thin Films according to the Porosity Change and Au Nanoparticle Incorporation

메조포러스 타이타니아 박막의 Au 나노입자 첨가 및 기공률 변화에 따른 전기적 특성 변화

홍민희^{*}, 최하령. 연세대학교

The figure of merit (ZT) of thermoelectric could be expressed as $ZT=S^2\sigma\kappa^{-1}T$, where S, σ , κ , and T are the Seebeck coefficient, electrical conductivity, thermal conductivity, and absolute temperature, respectively. As increased porosity, thermal conductivity was also decreased because each pore acts as a phonon scattering center. However, in mesoporous structure, electrical conductivity decreased because each pore also acts as an electron scattering center. So, in this work, to control these parameters individually, Au nanoparticles were incorporated in mesoporous TiO_2 . As incorporated Au nanoparticles, electrical conductivity was increased due to the surface plasmon effect of Au nanoparticles. And, in this work, for a loading of Au nanoparticle in pore structure, Au nanoparticle with hydrophobic surface ligand was selected. When surfactant formed micelle structure, Au nanoparticles were stick to hydrophobic part of surfactant. In this work, the effects of porosity change and Au nanoparticle incorporation on the electrical properties of mesoporous TiO_2 thin films were investigated. Because an enhancement of pore arrangement induces a decrease in electron scattering probability, thermoelectric property could be increased.

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIP) (No. 2015R1A2A1A15054541).

P2-S32-22 Hybridization of Alumina Aerogel for an Increase of Specific Surface Area in Zirconia Aerogel

알루미나 혼성화를 통한 지르코니아 에어로겔 비표면적 향상

정해누리^{*}, 나하윤, 박형호. 연세대학교

Aerogel has been studied for catalyst, thermal insulator with large specific surface area and extremely low thermal conductivity and density. Especially, zirconia aerogel is suitable to thermal insulator at high temperature because of its excellent thermal stability. But from the difficulty of controlling sol-gel process, it has been known to be hard to obtain high specific surface area and high porosity because of weak pore structure and rapid hydrolysis and condensation reaction with zirconia aerogel. In this study, zirconia-alumina mixed aerogel was attempted for easier control of sol-gel process and enhanced property of zirconia aerogel. For structurally effective construction of zirconia-alumina mixed aerogel, making a homogeneous zirconia-alumina mixing sol at atomic scale is important. During the interaction between zirconium and aluminum during sol-gel process, Zr-O-Al bonds were formed. These Zr-O-Al bonds contribute to prevent the phase transformation of zirconia aerogel and pore structure of zirconia-alumina hybrid aerogel could be maintained.

This work was supported by the Center for Advanced Meta-Materials (CAMM) funded by the Ministry of Science, ICT and Future Planning as Global Frontier Project (CAMM-No. NRF-2014M3A6B3063716).

P2-S32-23 Introduction of Hydrosulfuric Acid as an Acid Catalyst on the Pore Structural Characteristics of Silica Aerogel

황산 산촉매 도입이 실리카 에어로겔의 기공구조에 미치는 영향

정해누리^{*}, 나하윤, 박형호. 연세대학교

The pore structure of aerogel is strongly dependent on the acid catalyst type and concentration. The relation between the pore structure of

silica aerogel and acid kind and concentration has been studied. For silica aerogel, water glass was used as a precursor for silica because it is cheaper than silicon alkoxide. A condensation by acid catalyst makes considerable effect from the properties of water glass based silica aerogel in the process. The pore structural properties of silica aerogel such as surface area and pore size distribution have been investigated through the changes in the concentration and acid catalyst type. Two types acid catalysts were used in this study: hydrosulfuric acid (H_2SO_4) and hydrochloric acid (HCl). Water glass based silica aerogel was confirmed to be affected by various conditions of catalyst in the condensation reaction such as type and concentration of acid catalyst and normality on the properties of final products. When H_2SO_4 was used at the condensation step of water glass based silica aerogel, the pore structural characteristics of water glass based silica aerogel showed better properties than the case of using HCl, for example, surface area was measured as $516 \text{ m}^2/\text{g}$, and pore volume, average pore diameter, and porosity were obtained as about 3 cc/g , 24 nm , and 96% , respectively.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2015R1D1A1A02062229).

P2-G4-1 Synthesis and Rapid Sintering of CoTi-ZrO₂ Composite CoTi-ZrO₂ 합성 및 급속소결

손인진*, 김신호. 전북대학교

ZrO₂ ceramic is recognized as candidates for aerospace, automotive, biomaterials, and defense applications. The advantages of the ZrO₂ ceramic are a low density of 5.98 g cm^{-3} , a Young's modulus of 210 GPa , excellent oxidation resistance, good high-temperature mechanical properties and excellent biocompatibility. However, the drawback of ZrO₂ for wide application in industry is its low fracture toughness below the ductile-brittle transition temperature. To improve its fracture toughness, the approach commonly utilized has been the addition of a second phase to form a composite and produce nanostructured materials. CoTi and ZrO₂ nanopowders were mechanochemically synthesized from CoTiO₃ and Zr powders and densified from the high frequency induction heated sintering method within one minute under high pressure (80 MPa). Relative density of the sintered specimen was 98% . The calculated hardness and fracture toughness of 2CoTi-3ZrO_2 composite were 1205 kg/mm^2 and $6.9 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, respectively. The hardness of 2CoTi-3ZrO_2 composite is higher than that of monolithic CoTi due to refinement of grain and addition of hard phase of ZrO₂. The fracture toughness of ZrO₂ can be improved as two times by the addition of CoTi to form a composite.

P2-G4-2 Electrical and Optical Properties for Cu-doped NiO as a p-type Transparent Conductive Material

Cu 불순물 도핑을 통한 NiO p형 산화물의 전도도 및 광학물성 제어 박성곤¹*, 방준호², 이재훈¹, 이용제¹, 이기문¹. ¹군산대학교, ²동경공업대학교

ITO (인듐-주석 산화물)과 같이 높은 전도도와 더불어 가시광 투과도를 갖는 투명 전도성 산화물 소재는 디스플레이 산업뿐만 아니라 다양한 수발광 소자의 핵심 부품 소재로서 연구되어 오고 있다. 하지만 majority carrier인 전자의 도핑이 용이하고 광학적 밴드갭이 큰 n형 산화물에 비해 p형 산화물은 캐리어인 홀의 도핑이 어렵

고, 상대적으로 광학적 밴드갭이 작아 투과도 및 전도도 특성의 확보가 어려운 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 NiO 산화물에 Cu 도핑을 통한 p형 전도성 산화물 소재를 합성하여 이의 전도 물성 및 광학적 특성을 고찰하였다. NiO와 CuO 산화물 소재를 합성하여 $\text{Ni}_{1-x}\text{Cu}_x\text{O}$ ($0 \leq x \leq 0.3$) 소재를 합성하였으며, XRD 데이터를 분석을 통해 치환 도핑 여부를 확인하였다. Van der Pauw 법 홀 측정 결과를 바탕으로 도핑량에 따른 전도도와 홀전하 농도 및 이동도의 증가를 확인하였으며, UV-Vis 확산 반사 분석을 통해 도핑량에 따른 밴드 갭의 크기를 측정하여 본 산화물 소재의 광학적 특성을 분석하였다.

P2-G4-3 Three-Dimensionally Bicontinuous Conductive Nanostructure for High-Performance Strain Sensor

3차원 복연속성 전도성 나노네트워크의 고성능 인장센서 응용

조동휘*, 안창의, 현가예, 함영진, 조수민, 전석우. 한국과학기술원

The demand for wearable strain gauges that can detect dynamic human motions is growing in the area of healthcare technology. However, the realization of efficient sensing materials for effective detection of human motions in daily life is technically challenging due to absence of the optimally designed electrode. Here, we propose a novel concept for overcoming the intrinsic limits of conventional strain sensors based on planar electrodes by developing highly periodic and three-dimensionally (3D) bicontinuous nanoporous electrodes. We create a 3D bicontinuous nanoporous electrode by constructing conductive percolation networks along the surface of porous 3D nanostructured poly(dimethylsiloxane) with single-walled carbon nanotubes. The generated silica-like layer on top of the 3D PDMS by UV/O₃ critically contributes to uniformly construct the percolation network along the stretchable platform. The 3D structural platform allows fabrication of a strain sensor with robust properties such as gauge factor of up to 134 at tensile strain of 40% , widened detection range of up to 160% , and cyclic property of over $1,000$ cycles. Collectively, this study provides new design opportunities for a highly efficient sensing system that finely captures human motions, including phonations and joint movements.

P2-G4-4 Size-dependent Surface Charge of Silica Nanoparticles for Adsorption with a Flat Silica Surface

평판 실리카 표면과의 흡착을 위한 실리카 나노입자의 크기에 따른 표면 전하 연구

소성현*. 한양대학교

Surface charge of nanoparticles (NPs) has been observed to vary with their size and it has had a significant effect on the adsorption behavior of SiO₂ NPs. In this study, we have investigated the surface charge of SiO₂ NPs with different sizes and their corresponding interactions with a flat substrate of surface curvature ~ 0 under various ionic strength ($1, 10, \text{ and } 100 \text{ mM NaCl}$). To analyze surface charge of SiO₂ NPs with the different sizes, the ζ -potentials were measured as a function of pH. Quartz crystal microbalance with dissipation (QCM-D) measurements were performed to explain the size dependent interaction of SiO₂ NPs with the flat SiO₂ surface. To support the QCM-D results, the extended Derjaguin-Landau-Verwey-Overbeek (XDLVO) theory was used. In conclusions, we demonstrated that the surface charge of SiO₂ NPs increases with increasing NP size while

the adsorption affinity with a flat SiO₂ decreases due to the higher energy barrier.

P2-G4-5 Enhancement of Dielectric Constant of Alumina/Few-layer Graphene Multilayer Composites

알루미나/ Few-layer 그래핀 적층 복합체의 유전상수 향상

이은실¹, 김종영¹, 최기범¹, 심우영², 윤대호³. ¹한국세라믹기술원, ²연세대학교, ³성균관대학교

Graphene-ceramic nanocomposites are becoming important and promising electronic materials for plasma-resistant applications because of their electro-conductive and mechanically robust (fracture-, wear-, and plasma-resistant) nature. In this work, we present a facile one-pot synthesis of platy alumina/few-layer graphene composite by planetary milling. The resulting composites have electrical conductivity exhibiting percolation behavior (threshold~0.74 vol%) and highly enhanced permittivity ($\epsilon \sim 17.3$) compared to pure platy alumina ($\epsilon \sim 7.3$). Percolative permittivity exhibits almost frequency-independent behavior from 20 Hz to 13 MHz even though increased dielectric constant arises from interfacial polarization, which can be explained by core-shell multilayer filler model. The dielectric constant of the composites increases significantly with temperature (RT~300°C) at frequencies below 10 kHz. The physical mechanisms of the dielectric behavior at elevated temperature will be discussed.

P2-S41-1 Enhanced Thermoelectric Properties in Bi/Te Core/Shell Heterostructure Nanowires through Strain and Interface Engineering

Bi/Te 코어셸 나노선의 헤테로 구조를 이용한 열전 물성의 향상

김정민^{*}, 김관식, 이우영. 연세대학교

Strain-engineered Bi/Te core/shell (C/S) nanowires (NWs) with various diameters were prepared by combining the on-film formation of NWs method with post-sputtering. Multiple devices were fabricated based on individual C/S NWs. The diameter-dependent electrical conductivity (σ), Seebeck coefficient (S), and thermal conductivity (κ) of the Bi/Te C/S NWs were systematically investigated. S and σ were found to increase with increasing NW diameter until they maximized at diameters exceeding 400 nm. Together with the reduction in κ , this generated a maximum thermoelectric figure of merit of 0.5 for a relatively large-diameter Bi/Te C/S NW ($d=456$ nm) at room temperature. These results suggest that the C/S NW structure could be used to modify the thermoelectric performance of materials, as the figure of merit was significantly greater than previously reported values for pure Bi NWs (0.07) and bulk Bi (0.05). Furthermore, the enhanced performance of very large Bi/Te C/S NWs demonstrated the possibility of designing heterostructures that can be used in thermoelectric device and module applications.

P2-S41-2 Graphene Dispersion on Bi-Sb-Te matrix by Melt Spinning Process

Melt Spinning 공정을 통한 그래핀 분산 제어

윤정섭¹, 송재민¹, 정만¹, 서원선¹, 이순일¹, 임영수², 신원호¹. ¹한국세라믹기술원, ²부경대학교

We have investigated the method to obtain the good dispersion of Graphene on the matrix of thermoelectric material Bi₂-xSbxTe₃. Melt

spinning process was incorporated in order to evenly distribute RGO on the Bismuth telluride dendrite structure. To confirm the dispersion of Graphene on the BST matrix, SEM analysis was carried out. Tellurium excess amount, RGO amount, and the rotation speed of melt spinning were set as experimental variables and the verification of corresponding dispersion was followed. From this study, we successfully obtained the optimized recipe for good coverage and distribution of Graphene on the BST, which is expected to be applied for enhancing the performance of thermoelectric material.

P2-S41-3 Synthesis and Characterization of Paintable Bi₂Te₃ based Thermoelectric Materials

Bi₂Te₃ 베이스 열전 페인트 공정 및 분석

김민석^{*}, 박성훈, 조승기, 손재성. UNIST

Output power of thermoelectric generators depends on device engineering minimizing heat loss as well as inherent material properties. However, the device engineering has been largely neglected due to the limited flat or angular shape of devices. Considering that the surface of most heat sources where these planar devices are attached is curved, a considerable amount of heat loss is inevitable. To address this issue, here, we present the shape-engineerable thermoelectric painting, geometrically compatible to surfaces of any shape. We prepared Bi₂Te₃-based inorganic paints using the molecular Sb₂Te₃ chalcogenidometalate as a sintering aid for thermoelectric particles, with ZT values of 0.67 for n-type and 1.21 for p-type painted materials that compete the bulk values. Devices directly brush-painted onto curved surfaces produced the high output power of 4.0 mWcm⁻². This approach paves the way to designing materials and devices that can be easily transferred to other applications.

P2-S41-4 A-site Modification for Charge Control to Enhance Dielectric Properties of Perovskite Nanosheet

A-site 치환을 통한 페로브스카이트 나노시트의 유전특성 향상

임해나¹, 류소연^{1,2}, 성영은³, 최지원¹. ¹한국과학기술연구원, ²고려대학교, ³서울대학교

Two-dimensional (2D) nanosheets are emerging materials for next-generation devices because of its unique properties such as high mobility and optical properties. Above all, Dion-Jacobson perovskites nanosheet have been attracting attention as a dielectric thin film because it shows high-k dielectric permittivity undisturbed for thickness and low dielectric loss at the same time. However, the dielectric permittivity is still below than the thick film value, so development of new composite nanosheets to enhance dielectric performance is necessary.

In this work, we investigated a new perovskite Sr_{2(1-x)}M_{2x}Nb₃O₁₀ nanosheets by the exfoliation from K Sr_{2(1-x)}M_{2x}Nb₃O₁₀ perovskite oxide. Then, we successfully fabricate a high-k thin film by Langmuir-Blodgett deposition. The nanosheets thin film show the dielectric constant above 550 and low leakage current density below 10⁻⁷ A cm⁻². Therefore, these results show that the newly synthesized A-site substitute strontium niobate ceramics have enhanced dielectric properties and may be used in new 2D electronic devices.

P2-S41-5 Effect of Oxygen Vacancy Doping on the Thermoelectric Properties of SrTiO₃

산소 공공 도핑에 의한 SrTiO₃의 열전 특성에 대한 연구

Jamil^{1*}, Nguyen Van Du¹, 서원선¹, 김명호², 이순일¹. ¹한국세라믹기술원, ²창원대학교

In this work, we investigated the effect of oxygen vacancies in undoped SrTiO₃ for thermoelectric application. Undoped SrTiO₃ samples were synthesized through traditional solid state reaction method. First the samples were sintered in air at 1350°C for 30 hrs and then the samples were subsequently reduced by annealing at 1300 °C for 30 hrs by using different low oxygen partial pressures. The reducing atmosphere were produced by (H₂/Ar) gas. With decreasing the oxygen partial pressures results an increase in the electrical conductivity through the charge compensation of oxygen vacancies, $n_e \approx 2[]$. Based on these results, the power factor of the samples after annealing at low oxygen partial pressure was $9.81 \times 10^{-4} \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-2}$ at 305 K, which is markedly high as compared other oxide thermoelectric. In addition to this, these oxygen vacancies act as a phonon scattering center which lead to decrease the thermal conductivity. As a result, the samples after annealing at low oxygen partial pressure were found to give a ZT value of 0.053 at 621 K.

P2-S41-6 Influence of Ti Substitution on the Thermoelectric Properties of (Hf_{0.5}Zr_{0.5})_{1-x}Ti_xNiSn_{0.998}Sb_{0.002} n-type half-Heusler Compounds

Ti 치환에 의한 (Hf_{0.5}Zr_{0.5})_{1-x}Ti_xNiSn_{0.998}Sb_{0.002} n-type half-Heusler 화합물 열전특성 연구

Nguyen Van Du^{1*}, Jamil¹, 서원선¹, 김명호², 이순일¹. ¹한국세라믹기술원, ²창원대학교

In this report, the half-Heusler (Hf_{0.5}Zr_{0.5})_{1-x}Ti_xNiSn_{0.998}Sb_{0.002} (x = 0, 0.1, 0.3, 0.5 and 0.7) system were prepared by vacuum induction melting method combined with annealing and mechanical grinding process. For the prepared compacts, the phase, and the temperature dependent thermoelectric properties were characterized. The pure phase of half-Heusler structure was successfully obtained by subsequent spark plasma sintering (SPS) at 1273 K for 1 hour under argon gas environment. Influence of Ti substitution content at (Hf/Zr) sites on the thermoelectric properties: thermal conductivity, Seebeck coefficient, electrical conductivity, and dimensionless figure of merit ZT, were investigated. The Seebeck coefficient and the Hall coefficient confirmed that all the samples (Hf_{0.5}Zr_{0.5})_{1-x}Ti_xNiSn_{0.998}Sb_{0.002} showed n-type conduction. The optimum content of Ti substitution was determined to be x = 0.3. As a result, the highest ZT of about 0.92 at 837 K in (Hf_{0.5}Zr_{0.5})_{0.7}Ti_{0.3}NiSn_{0.998}Sb_{0.002} was achieved.

P2-S41-7 Improvement of Coloration Efficiency in Electrochromic Film Using Mono-layer Graphene

단일층 그래핀을 이용한 전기변색박막에서 착색효율 향상

최동수^{1*}, 이영훈². ¹동아대학교, ²성균관대학교

Electrochromic window that is useful for many optical applications has a commonly sandwich structure such as transparent glass/transparent conducted electrode/electrochromic layer/electrolyte/ion storage layer/transparent conducted electrode/glass. A reversible color change can be operated by means of injection and extraction of both ions and electrons at a low applied voltage.

ITO, which is widely used at present, is confronted with a transparent electrode because the price of Indium is high and the resistance is greatly increased due to the limit of the leakage current caused by the crack in the bent state.

Graphene as a substitute for ITO is attracting attention because of its many advantages: better flexibility, conductivity, mobility and transmittance than ITO. Especially, it is necessary to stack graphene using CVD because monolayer CVD graphene has a poor sheet resistance. However, it is very difficult to stack graphene because the single-layer graphene is too thin and difficult to manipulate. In addition, graphene may be deteriorated due to damage during deposition using sputter.

In this study, in order to obtain good electrical and optical properties and free-damage, we have fabricated an electrochromic film with graphene over a flexible substrate. And electrochromic and optical properties of graphene patterned using oxygen plasma have been investigated by UV-VIS spectroscopy.

P2-S41-8 Enhanced Thermoelectric Properties of n-type Bi₂Te_{2.7}Se_{0.3} by Cu Addition

Cu 첨가에 따른 n형 Bi₂Te_{2.7}Se_{0.3}의 열전성능 증대

고미희^{*}, 이규형¹, 최수라. ¹강원대학교

최근, 열전소재의 성능 및 신뢰성 증대를 위해 다결정기반의 Bi₂Te₃계 열전소재에 대한 연구가 진행되고 있다. 그러나 n형 Bi-Te-Se계 소재의 경우 다결정소재 제조공정에서 결함형성에 의해 성능 재현성에 심각한 문제가 발생한다. 본 연구에서는 n형 Bi-Te-Se계 열전소재에 Cu를 첨가하여 열전성능의 증대와 동시에 결함 제어에 의한 재현성 증대를 구현하고자 하였다.

P2-S41-9 Enhancement of Thermoelectric Properties of Nano-grained (Zr_{0.5}Hf_{0.5})NiSn Half-Heusler Compounds by Ti Substitution

Ti, Hf 치환에 의한 나노그레인구조 n형 ZrNiSn계 half-Heusler 열전소재의 성능증대

배기욱^{1*}, 이규형¹, 김성웅², 김기성². ¹강원대학교, ²성균관대학교

고온에서 우수한 기계적 신뢰성으로 half-Heusler계 열전소재는 중 고온 발전에 응용이 기대되고 있다. 상용화에 요구되는 발전효율 구현을 위해서는 열전성능 증대가 요구된다. 본 연구에서는 나노그레인구조 형성으로 열전도도를 저감할 수 있는 Melt spining 공정을 활용하여 조성제어에 의해 ZrNiSn계 소재의 열전특성을 향상하고자 하였다. ZrNiSn의 Zr-site에 Hf 및 Ti의 동시 치환을 통한 복합 점결함 형성에 의해 에너지상태밀도 제어와 포논 산란 증대 효과를 동시에 구현하여 열전성능이 증대된 결과를 도출하였다.

P2-S41-10 Developing the Hot Extrusion Process for the Preparation of Near Net Shape n-type Bi-Te-Se-based Thermoelectric Materials

열간압출을 이용한 고성능/고신뢰성 Near Net Shape N형 Bi-Te-Se계 소재 제조

황정운^{1*}, 이규형¹, 김성웅², 송승민². ¹강원대학교, ²성균관대학교

상용 열전 소재인 Bi-Te계 합금은 높은 성능 구현을 위해 Zone melting 공정에 의해 고배향성의 ingot으로 제조되고있다. 그러나 낮은 기계적 강도에 의한 신뢰성 문제로 그 응용이 제한되어 최근 높은 기계적 강도를 담보할 수 있는 다결정 소재 개발이 진행되고 있다. 열간압출 및 가압소결 공정으로 높은 신뢰성과 Zone melting제조 ingot과 동등 수준의 소재제조가 가능하지만, 열전소재 제조 시

낮은 수율 문제로 소재 제조 비용이 증가하는 문제가 있어 상용화에 어려움이 있다.

본 연구에서는 열전소재 제조 시 수율을 혁신할 수 있는 NNS(Near Net Shape)소재 제조가 가능한 열간압출 기반 공정을 개발 하였고, 조성 개발을 통해 기존 다결정 소재 대비 10% 이상 증대된 높은 성능을 구현하였다.

P2-S41-11 Optimized Fracture Toughness of Al and Bi co-doped Mg_2Si by Metal Nanoparticle Decoration

금속 나노입자 데코레이션을 통한 알루미늄과 비스무스가 이중 도핑된 마그네슘 실리사이드의 파괴인성 최적화

김관식^{1*}, 이휘종¹, 김정민¹, 노종욱², 여인웅³, 김병욱³, 이규형⁴, 이우영¹. ¹연세대학교, ²삼성중학기술원, ³현대자동차, ⁴강원대학교
We herein report the effects of metal nanoinclusions (Cu, Al, and Sn) embedded at grain boundaries on the thermoelectric transport and mechanical properties of Mg_2Si -based compounds. Hybrid powders of microscale Al and Bi co-doped Mg_2Si ($Mg_{1.96}Al_{0.04}Si_{0.97}Bi_{0.03}$) and nanoscale metal particles were synthesized by nanometal decoration technique, and their nanocomposites were fabricated by spark plasma sintering process. In compacted polycrystalline bulks, homogeneously dispersion of metal nanoparticles (~150 nm) at grain boundaries was readily achieved. The thermoelectric performance of nanocomposites was deteriorated mainly due to the reduced mobility by the intensified electron scattering at the phase boundaries between Mg_2Si matrix and metal nanoinclusions, while fracture toughness (~1.13 MPa·m^{1/2}, 35% improvement) was significantly enhanced by introducing the Al nanoparticles.

P2-S41-12 Fabrication and Characterization of Sb_2Te_3 and PEDOT:PSS Hybris Thermoelectric Composites

Sb_2Te_3 과 PEDOT:PSS를 이용한 유·무기 복합체 형성 및 열전특성 평가

김혜영*, 임재홍. 재료연구소

최근, 유·무기 복합화를 통하여 제벡 계수와 전기전도도 향상 및 열전도도 저하효과로 열전특성을 극대화 하고 있다. 무기 열전소재 가운데 Sb_2Te_3 는 상온에서 작동 가능한 p형 열전 물질로 잘 알려져 있다. 하지만 기계적 특성 및 가격이 매우 비싼 단점이 있다. 반면, 가격이 저렴하고 상대적으로 높은 열전 특성을 가진 전도성 고분자가 주목을 받으면서 유기 열전 소재개발이 이슈로 떠오르고 있다. 이 중에 높은 전도도를 가지는 PEDOT:PSS가 가장 주목 받고 있다.

따라서 본 연구는 고성능 유/무기 Sb_2Te_3 /PEDOT:PSS 복합 열전 소재를 합성하기 위하여 계면 및 각 유/무기 소재의 열전특성을 제어하였다. 무기 열전소재인 Sb_2Te_3 의 나노구조를 형성하기 위하여 전기방사법을 통해 합성된 Polystyrene (PS) 나노파이버를 템플릿의 직경 및 밀도를 제어하였다. PS 나노파이버 템플릿이 형성된 기판 위 Sb_2Te_3 을 전기도금 방법으로 증착하였고, PS 나노파이버 제거 후 PEDOT:PSS를 스핀코팅법을 이용하여 코팅하였다. 또한, 전자구조 및 전기전도도를 제어하기 위하여 PEDOT:PSS에 ethylene glycol(EG)을 도핑 하였으며, 합성된 복합 열전소재의 유/무기 volume ratio 및 계면에 따른 열전/전기적 특성의 변화를 관찰하였다.

P2-S41-13 Synthesis and Characterization of Thermoelectric Composites Using 0D Carbon Nanomaterials

0차원 탄소나노소재를 이용한 열전복합재료 합성 및 특성연구

민태식^{1*}, 손인준², 김경태¹. ¹재료연구소, ²경북대학교

열전냉각과 열전발전이 가능한 열전소재의 열전변환 효율은 무차원 성능지수($ZT=\alpha^2\sigma T/(\kappa_e+\kappa_i)$, α : 제벡계수, σ : 전기전도도, T: 절대온도, κ_e : 전자열전도도, κ_i : 격자열전도도)로 나타낸다. 열전특성 향상을 위해서는 제벡계수와 전기전도도의 향상과 동시에 열전도도의 저감을 확보하여야한다. 이러한 요소들은 각각 독립적이지 않기때문에 각 변수들을 동시에 제어하기가 어렵다. 이러한 한계를 극복하기 위해 최근 연구동향은 독립적인 변수인 격자열전도도를 제어하여 전체 열전도도 값을 작게 유도하는것이다. 이를 위한 여러가지 방법중 하나인 제2상의 나노입자 첨가를 바탕으로 본 연구에서는 5 nm 수준의 탄소 나노소재인 나노다이아몬드(ND)를 N형 Bi-Te계 기지재료에 분산시켜 복합재료 합성 및 열전특성 변화를 확인하고자 하였다.

먼저, 고에너지 밀링 공정을 통해 제조된 N형 $Bi_2Te_{2.7}Se_{0.3}$ (BTSe) 분말에 ND입자를 0, 0.125, 0.25, 0.5 vol%의 비율로 첨가 및 분산시켜 열전복합분말을 우선적으로 합성하였다. 다음으로, SPS소결 공정을 통해 합성된 분말을 소결처리 하였다. 벌크화된 소결체의 미세조직을 분석한 결과 ND입자 주변에 기지재료와 상이한 구조를 발견하였다. 이러한 영역을 중심으로 하여 ND첨가 및 분산에 따른 열전특성변화를 관찰하였다.

P2-S41-14 Synthesis of $Sr_{(1-x)}Bi_{(2+2x/3)}Ta_2O_9$ Nanosheets by Soft Chemical Method

소프트 케미컬 방법을 이용한 $Sr_{(1-x)}Bi_{(2+2x/3)}Ta_2O_9$ Nanosheets 제작

류소연^{1,2*}, 남산², 최지원¹. ¹한국과학기술연구원, ²고려대학교

$SrBi_2Ta_2O_9$ ($Bi_2O_2[A_{(n-1)}B_nO_{3n+1}]$) is one of the Aurivillius phases that consists of bismuth oxide layer and perovskite structure slab. Recently, the research on exfoliated Aurivillius phase (AP) compounds have been received attention due to its great ionic conductivity and ferroelectric properties even in nanometer scale. Moreover, it is well known that the polarizability of perovskite nanosheet are strongly influenced by composition.

In this study, we investigated the ferroelectric properties of an oxide nanosheet derived from layered perovskite $Sr_{(1-x)}Bi_{(2+2x/3)}Ta_2O_9$ (SBTO, $x=0-0.60$) that is Sr-deficient-and-Bi-excess compositions. We synthesized the layered perovskite SBTO using the solid state reaction, and the oxide nanosheet was exfoliated by soft chemical method. Acid-treated $Sr_{(1-x)}Bi_{(2+2x/3)}Ta_2O_9$ were obtained by $[Bi_2O_2]^{2+}$ exchanged with proton ions. The compositional dependence behavior of $Sr_{(1-x)}Bi_{(2+2x/3)}Ta_2O_9$ and acid-treated $Sr_{(1-x)}Bi_{(2+2x/3)}Ta_2O_9$ were analyzed through Scanning Electron Microscope, X-ray diffraction, AFM and ferroelectric properties.

P2-G7-1 Microstructure Based Evaluation of Degradation of Aged Porcelain Suspension Insulators Used in Transmission Line

조준영^{1*}, 지상구¹, 한장원¹, 안희성², 김태완², 박찬¹. ¹서울대학교, ²전력연구원

Porcelain suspension insulators have been widely used to support transmission lines for 10~30 years. For many years in service, the aged porcelain suspension insulators have been exposed to continuous environmental, mechanical and electrical stresses from flashover, wind, rain and ice conditions, which lead to the formation of defects, degradation of electrical performance and the reduction of mechanical strength, which can result in mechanical and electrical failure. And

so, aged porcelain suspension insulators should be replaced before mechanical failure, and accurate method to evaluate the degree of degradation is needed to determine the remaining life time. The formation of defects in the porcelain insulator with time, can affect the life time of porcelain suspension insulators, but detailed studies have not been reported.

In this study, the microstructure of aged porcelain suspension insulator was analyzed to help evaluate the life time. The distribution and size of pores within aged porcelain suspension insulator were measured by X-ray 3D computed tomography (CT) and field-emission scanning electron microscopy (FE-SEM). X-ray powder diffraction (XRD) analysis was used for the qualitative and quantitative phase analysis. Microstructure based evaluation and replacement strategy of aged porcelain suspension insulator will be presented.

P2-G7-2 Characteristic of Gunning Mix Materials for Tundish using High Dispersive Fiber

고분산 Fiber를 이용한 텀디쉬용 슬러리 건닝재의 특성 연구

김대석*, 고진석, 이석근. 한국내화(주)

Fiber는 내화캐스팅에서 재질 및 형상에 따라 다양한 기능을 가지는 주요 첨가제로 Polypropylene, Polyester 등 다양한 종류의 Fiber 재질이 개발되어 사용되고 있다. 텀디쉬용 슬러리 건닝재에서 Fiber는 폭열방지와 통기성 향상으로 수분의 증발 및 단열특성의 향상, 양생 중 수축에 의한 시공체의 크랙방지 목적을 가진 필수 첨가제로 사용되고 있다.

본 연구에서는 고분산 Fiber를 적용하여 텀디쉬용 슬러리 건닝재 유동성증대와 매트릭스간 결합력을 동시에 향상시켜 투사량 증대와 양생수축에 의한 Crack이 발생하지 않는 고성능 텀디쉬 슬러리 건닝재의 특성을 평가하였다. 곡강도 Sample파면과 슬러리 유동성 분석을 통한 분산성과 곡강도 응력-변위곡선 분석을 통한 매트릭스간 결합력을 비교 평가하였다. 그 결과 고분산 Fiber는 슬러리 코팅재내에 균일한 분포를 나타내었으며 인성을 부여하여 우수한 매트릭스 결합특성을 나타내었다.

P2-G7-3 The Physical Properties of Castable Refractories According to the Microstructure of Calcined Alumina

Calcined Alumina의 미세구조에 따른 Castable의 물리적 특성 평가

이슬비*, 최유진, 고진석, 이석근. 한국내화(주)

치밀질 고강도 Castable의 미분부는 Alumina cement, Calcined alumina 및 첨가제 등으로 구성된다. 특히 Calcined alumina는 Alumina cement가 첨가된 Castable에서 침수량을 최소화하여 Matrix부를 치밀하게 하고 강도를 발현하는 특징이 있다. 또한 우수한 Flowability와 내화도를 향상할 수 있는 장점이 있다.

본 연구에서는 Calcined alumina의 입자특성이 Castable 내화물의 물리적 특성에 미치는 영향에 대해 고찰했다. 첫째로 원재료 입자의 구조와 성분, 입도, 미세구조 및 유동성을 비교 분석했고, 고온 특성을 파악하기 위해 단미시편을 제작하여 선변화율 측정을 실시했다. 둘째로 Castable에 적용하여 소성 온도별(1350°C, 1500°C) 겔보기 기공율, 선변화율, 곡강도 및 압축강도에 대해 비교 평가했다. 시험 결과, Calcined alumina의 Ovality가 감소할수록 1500°C 소성 제품의 곡강도가 최대 23% 증가된 것을 확인했다. 이는 Ovality가 감소할수록 침수량이 감소하여 바인더의 접착강도가 우수하고 치밀성이 증가하기 때문으로 보인다.

P2-G7-4 The Development of Al_2O_3 - Cr_2O_3 Castable for Waste Gasification Melting Furnace

폐기물 가스화 용융로용 Al_2O_3 - Cr_2O_3 Castable의 개발

최재철*, 김원갑, 이석근. 한국내화(주)

폐기물 가스화 용융로는 공정 중에 Dioxin, SO_x , NO_x , CO gas 등의 발생이 적고 감용화율이 높아 최근 강화되고 있는 환경 규제 정책에 대응 가능한 친환경적인 설비이다. 용융로는 1400°C~1600°C의 고온에서 소각이 이뤄지며, 0.3~1.5의 염기도를 가지는 용융 Slag에 의한 내식성이 요구된다. 또한 직화염의 열충격에 의한 내스폴링성이 요구되며, Al_2O_3 - Cr_2O_3 Castable이 주로 사용되고 있다. Cr_2O_3 는 일반적인 사용 조건하에서 내식성이 우수한 산화물이며, Cr_2O_3 함량이 증가할수록 용융 온도가 상승하고 내식성이 향상된다고 알려져 있다.

본 연구에서는 Cr_2O_3 가 첨가된 Al_2O_3 - Cr_2O_3 Castable을 개발하는 것을 목표로 수행되었으며, 10%, 30%, 50% Cr_2O_3 가 첨가된 Al_2O_3 - Cr_2O_3 Castable의 내식성(1500°C), 열충격 저항성(1400°C), 물리적 특성(1500°C)에 대한 특성 비교 평가를 실시 하였다.

내스폴링성 평가 결과 10% Cr_2O_3 시편이 우수한 결과를 보였으며, 내식성 평가 결과 50% Cr_2O_3 시편이 10% Cr_2O_3 시편 대비 30% 이상의 우수하게 관찰되었다. 이는 Cr_2O_3 함량이 높을수록 Slag로 용해되는 Cr_2O_3 량이 증가하고 Slag 점도를 증가시켜 내화물과의 침식반응을 억제 시킨 것으로 판단된다.

P2-G7-5 A Study on the Fundamental Characteristics of Mortar of Repair Using Inorganic and Organic Admixtures less than 0.3 mm

0.3 mm 이하에서의 무기계 및 유기계 혼화재료를 사용한 보수용 모르타르의 기초 특성에 관한 연구

김진웅*, 황지순, 정석만. (주)인트웹

일반적으로 콘크리트 구조물에서 균열의 발생은 철근의 부식 유발 및 내구성을 저하시키는 가장 큰 요인이 되고 있다. 구조물의 안정성 확보를 위해서는 발생한 균열에 대해 적절한 보수재를 이용하여 신속한 보수가 이루어져야 한다. 기존의 사용되고 있는 보수재는 콘크리트 구조물의 기능을 회복하고 내구성을 향상시키는 목적으로 사용되지만 2차 또는 3차까지 보수를 하는 경우가 발생하여 보수 비용의 지출 증가 및 막대한 시간 손실 등의 문제에 직면함에 따라, 이러한 문제를 해결하기 위해 재료의 개발 및 시공 측면의 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 따라 본 연구는 OPC의 일부 자기치유 소재인 무기계 재료를 15% 치환하고 pp섬유와 라텍스분말인 유기계 재료를 첨가하여 자기치유 성능을 가진 보수용 모르타르를 제작함으로써 기초 특성인 Flow, 휨강도, 압축강도, 투수시험을 통해 무기계 및 유기계 혼화재료가 보수용 모르타르에 사용 가능성을 확인하기 위해 실험을 진행하였다. 실험 결과 무기계 15% 및 유기계를 첨가한 타입의 경우 Plain(OPC) 대비 약 90% 강도 발현을 하는 것을 확인하였고 인공 균열을 내어 투수시험 또한 투수율이 낮은 것으로 확인되었다. 단순히 OPC에 무기계만 치환 혼입하여 사용하는 것보다 유기계를 첨가하여 사용하는 것이 물성 및 균열 치유 성능이 우수하며 보수용으로 사용이 가능할 것으로 판단된다.

P2-G7-6 Study on Properties of Silica Porous Bodies by Aqueous and Thermoplastic Binder

수계 및 열가소성 바인더에 따른 실리카 다공체 물성 연구

여정구^{1*}, 박정수², 이진석¹, 조철희². ¹한국에너지기술연구원, ²충남대학교

본 연구에서는 정밀주조 산업에 널리 사용되고 있는 실리카와 지르콘 원료 분말을 혼합하여 다공성 세라믹스 시편을 만들었다. 실리카는 낮은 열팽창 계수와 화학적 안정성을 가지고 있으며, 지르콘은 낮은 열전달계수와 화학적 안정성을 가지고 있다. 세라믹 분말 혼합물에 물을 용매로 하는 조성과 비수계 조성을 제조하여 물성을 비교하였다. 각각의 조성을 가지고 피드스탁을 제조하여 직육면체와 원기둥 형태의 성형체를 제조하였다. 제조한 성형체는 1100~1450°C까지의 고온에서 열처리를 하였다. 물성 평가를 위하여 꺾임 강도, 수축률, XRD, SEM 등을 행하였다. 열가소성 바인더를 사용한 시편이 수계보다 고형분량이 높았으며, 열처리 중에 발생하는 시편의 균열 및 뒤뜰립과 같은 결함 여부를 비교 관찰하였다.

P2-G7-7 Forming and Heat Treatment of Porous Silica using UV Photocuring

UV 광경화를 이용한 실리카 다공체의 성형 및 열처리 연구

여정구^{1*}, 박정수², 양승철¹, 조철희². ¹한국에너지기술연구원, ²충남대학교

본 연구에서는 용융 실리카와 아크릴 수지를 사용하여 다공성 실리카 시편을 제작하였다. 마이크로부터 나노 단위의 다양한 크기를 가지는 용융 실리카와 아크릴 수지를 배합하여 현탁액을 준비하였고, UV 광원을 조사하여 성형체를 얻었다. 제작한 성형체는 1100~1450°C 온도 범위에서 열처리를 해 소결체를 만들었다. 최종 시편의 꺾임 강도와 수축률 및 SEM을 분석을 진행하였고, 경화 및 소결 후 외형의 변화를 외관상 관찰하였다. 결과적으로 경화 및 소결 후 외형상 뒤뜰립 등의 결함이 없으며 강도를 가지는 실리카 다공체를 제작하였다.

P2-G7-8 Corrosion Mechanism of Yttria Stabilized Zirconia by Mold Flux Containing Calcium Fluoride

소성민^{1*}, 김경훈¹, 박주석¹, 안종필¹, 이삼행¹, 김형준², 이성갑³. ¹한국세라믹기술원, ²인하대학교, ³경상대학교

Zirconia (zirconium dioxide, ZrO₂) are particularly used in refractories of steelmaking such as sliding plates, submerged entry nozzles (SEN) and linings of refining vessels because of good fracture toughness, low thermal conductivity, high corrosion resistance against various types of molten slags and mold fluxes. In the steel industry calcia and magnesia stabilized zirconia are commonly used, therefore many studies have reported the corrosion mechanism of calcia and magnesia stabilized zirconia refractories. Whereas yttria stabilized zirconia is used as a thermal barrier coating, accordingly the interaction of stabilized zirconia with metallurgical slags is few investigated. However, more research in corrosion mechanism of yttria stabilized zirconia is necessary to improve zirconia based refractories. In this study, we investigate the corrosion behavior of yttria stabilized zirconia against mold flux at 1,550°C under static condition. After experiment, mold flux/zirconia interfaces were analyzed by FE-SEM/EDS, XRD to study corrosion mechanism. It was determined that interaction of zirconia and mold flux precipitate a phase transformation of zirconia from tetragonal or cubic into monoclinic.

P2-G7-9 The Development for Admixture to Blast Furnace Cement Reused IGCC Slag

IGCC Slag를 재활용한 고로슬래그 시멘트 혼합재 개발

임창성*, 김소희, 이재훈, 이지언, 이기강. *경기대학교*

본 연구는 석탄가스화 복합발전에서 발생하는 IGCC 슬래그를 재활용하여 고로슬래그 시멘트의 혼합재로 개발하는 것이다.

IGCC Slag의 치환비율 및 Slag의 분말도가 미치는 영향에 대한 실험을 실시하기 위하여, 2중 고로슬래그 및 OPC의 배합과정에 IGCC Slag를(10~50%) 치환하였다. IGCC Slag 미 분말(약 2000~6000 Blaine) 범위 내에서 실험을 진행하였고, KS L 5105에 의거하여 5×5×5(cm)공시체를 제작한 후 3일~28일까지 압축강도를 측정하여 재령일에 따른 강도를 살펴보았다.

그 결과 IGCC Slag의 치환이 20% 가량까지는 기존의 고로슬래그 시멘트에 비하여 강도적인 면에서 유사하였으며 치환량이 증가할수록 초기 및 장기 강도값의 저하를 보였고 IGCC Slag의 분말도가 높을 경우 동일한 방법으로 치환하였을 경우 강도적인 측면에서 좀 더 우수한 결과를 보이는 것을 확인하였다.

P2-G7-10 A Study on the Bloating Characteristics of Artificial Lightweight Aggregate according to the Heating Rate

승온속도에 따른 인공경량골재의 발포특성에 관한 연구

이재훈*, 임창성, 김소희, 이지언, 이기강. *경기대학교*

이 연구는 인공경량골재의 승온속도에 따른 인공경량골재의 발포특성을 규명하기 위한 연구이다.

실험에 사용된 원료는 산성벤토트(Acid Bentonite, A/C)를 사용하였다. 크기는 10 mm의 구형으로 성형을 하였으며, 소성 온도는 1075°C~1150°C까지 25°C 간격으로 소성을 하였으며, 소성 방법은 승온 소성법을 선택하였으며, 30분 간격으로 60분, 90분, 120분, 150분, 180분, 210분, 240분, 270분으로 하였다. 경량골재의 물성을 분석하기 위하여 비중 흡수율(KS L 3114)을 측정하였으며, 단면 관찰을 위해 Camscope를 이용하여 경량골재의 단면과 표면을 관찰하였다.

그 결과 소성시간 60분 이하에서는 가스가 배출되는 속도보다 표면의 치밀화 속도가 빨라 비중이 낮게 측정되었고, 240분 이상에서는 폐기공 팽창에 의한 발포가 일어나 비중이 낮게 측정된 것으로 예상된다.

P2-G7-11 A Study on the Reduction of Water Absorption of Artificial Lightweight Fine Aggregates Recycled from Fluidized Bed Coal Ash

유동층 석탄회를 재활용한 인공경량세골재의 흡수율 저감 연구

김소희*, 임창성, 이재훈, 이지언, 이기강. *경기대학교*

본 연구는 유동층 석탄회를 재활용한 인공경량골재의 사용 확대를 위하여 표면에 소수성 물질과 발수제를 코팅하여 인공경량골재의 흡수율을 저감시키고자 한다.

높은 Free-CaO 함량을 갖는 유동층 석탄회를 안정화시키기 위하여 수화처리 하였고, 수화처리된 유동층 석탄회를 Eirich mixer에서 5 mm 이하의 구형으로 성형하였다. 성형된 세골재의 표면에 발수제인 KCC Si1200Z를 코팅하였고, 소수성 코팅제인 ODP 코팅제를 각각 코팅하였다. 이렇게 제조된 유동층 석탄회 인공경량세골재의 물성을 파악하기 위하여 밀도 및 흡수율과 입도분포를 KS F 2504에 따라 측정하였으며, FT-IR로 코팅 여부를 확인하였다. 발수제로 코팅된 인공경량세골재는 처음에는 0%의 흡수율을 보였으며, 반복 실험 시 코팅제가 벗겨져서 흡수율이 증가하였다. 소수성 코팅제로 코팅된 인공경량세골재는 처음에는 약 11%의 흡수율을 보였으며, 반복 실험 시에도 큰 변화가 없었다.

P2-G7-12 Investigating on Hydration Process and Biocompatibility of Lab-synthesized Calcium Silicate based Experimental Portland Cements

EPCs를 기반으로 한 연구실 단위 Calcium Silicate의 생물학적 적합성 평가와 수화과정 연구

남궁연*, 국재근, 임하니, 송선주. *전남대학교*

본 연구에서는 수화처리과정(hydration process)과 lab-synthesized experimental Portland cements(EPCs)를 통해 치과 치료용 물질을 개발하였다. EPCs는 laboratory-synthesized clinker constituents tricalcium silicate(C3S), dicalcium silicate(C2S), tri-calcium aluminate(C3A), 세가지 물질로 구성되어있으며, C3A는 Pechini법으로, C3S와 C2S는 고상합성법으로 제조 하였고 이 세 물질에 대한 상을 파악하기 위해 XRD(X-ray diffraction)을 이용하였다. EIS(Electrochemical impedance spectroscopy)를 통해 гип스(gypsum)의 첨가 유무에 따른 각각의 합성물의 수화 과정을 분석하였다. HPC(Human dental Pulp Cell), HIPC cell(Human Immortalized dental Pulp Cell)에서 EPCs의 세포 독성을 XTT assay를 통해 검사 하였고 그 결과, 7일 동안 이 셀들 중 어느 하나도 독성을 보이지 않았다. 또한 ProRoot MTA(Mineral Trioxide Aggregate)와 EPCs에서 cell viability는 차이를 보이지 않았다. 이를 통하여 EPCs가 HPC에 노출 되었을 때 효율적인 생물학적 적합성을 띠며 상용화가 될 수 있는 후보군 중 하나라는 것을 확인하였다.

P2-G8-1 Space-Charge-Driven Dopant Segregation at Various Types of Interface in Perovskite Oxide

페로브스카이트 구조 산화물의 다양한 유형 계면에서 공간전하에 의한 용질원소의 편석

윤혜인¹*, 이동규¹, 강석중², 정성윤¹. ¹한국과학기술원, ²한국세라믹기술원

다결정 세라믹스는 기공, 다양한 결정학적 방향을 갖는 입자, 이차상 및 이들 간의 계면으로 이루어져 있다. 지금까지 많은 이론적, 실험적 연구들이 공간전하에 의한 용질의 편석을 밝혔지만 대부분의 연구가 표면과 특정 입계에서 일어나는 편석으로 한정되어 실제 존재하는 다양한 계면의 유형에 따른 체계적인 분석이 불가능했다. 본 연구에서는 계면의 유형을 계면을 기준으로 양쪽에 존재하는 물질에 따라 1) 결정질/기공, 2) 결정질/비정질 이차상, 3) 결정질/결정질 이차상, 4) 결정질/비정질, 5) 결정질/결정질 계면, 다섯 가지로 분류하였다. ABO₃의 페로브스카이트 구조를 갖는 (Ca_{1/4}Cu_{3/4})TiO₃에서 Ca²⁺ 또는 Ti⁴⁺에 도너(donor) 도펀트인 La³⁺ 또는 Ta⁵⁺를 각각 치환하여 첨가한 후 원자 단위 해상도의 주사투과현미경(Scanning Transmission Electron Microscopy, STEM)으로 다섯 가지 유형의 계면 모두에서 공간전하 편석 현상을 직접적으로 관찰하였다. 계면의 유형에 무관하게 계면의 원자적 구조는 모두 Ca, Cu 및 일부 Ca 또는 Cu의 빈자리로 이루어져 음전하를 띠고 있음을 원자단위에서 직접적으로 관찰하였으며, 첨가한 La³⁺, Ta⁵⁺이 각각 최외곽에 위치하는 Ca 또는 Cu, Ti층에 편석되어 양의 공간전하를 이루며 표면 음전하를 보상함을 보였다.

P2-G8-2 Low Temperature Synthesis of Garnet type Li₇La₃Zr₂O₁₂ Solid Electrolyte

Garnet형 Li₇La₃Zr₂O₁₂계 고체전해질 저온 합성 및 성능 평가

윤근영*, 이은정, 정현아, 황해진. *인하대학교*

최근 액체전해질을 사용하는 리튬이온전지(lithium ion batteries, LIB)의 폭발 사례가 많이 보고되고 있다. 이 문제를 해결하기 위해 전고체전지(all-solid state batteries)에 대한 관심이 쏠리고 있는데

전고체전지는 LIB의 고분자 분리막과 액체전해질을 고체(고분자 또는 세라믹)로 대체한 전지로서 리튬이온전도도가 높은 고체전해질의 개발이 필수적이다. 가넷 구조의 LLZO (Li₇La₃Zr₂O₁₂)는 상온에서 높은 리튬 이온 전도도를 가지질 뿐만 아니라 리튬 금속과의 반응성이 없어 차세대 고체전해질로서 각광을 받고 있다. LLZO는 cubic상과 tetragonal상이 공존하며 cubic상이 tetragonal상에 비하여 이온전도도가 높다. 그러나 cubic LLZO는 1200도 이상의 고온 열처리를 통하여 얻어지며 상온에서 불안정한 특징을 가지고 있다. 따라서 cubic상을 상온에서 안정화시키기 위한 방법으로서 Al 도핑이 시도되고 있으며 Al 도핑에 의해 생성된 Li vacancy가 cubic을 안정화시키는 역할을 한다고 보고된 바 있다. 그러나 도핑한 Al이 Li 이온의 이동을 방해하는 defect로 작용한다는 보고도 있어, 최근에는 Al 대신 Ta를 Zr자리에 치환하여 이온전도도를 높이고자 하는 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 제일원리를 이용하여 cubic LLZO 결정에서의 Li 이온 전도 기구를 예측하고 LLZO의 리튬 이온 이온전도도를 계산하였다. 또한 LLZO, Al-doping LLZO, Ta doping LLZO 샘플을 제조하고 이온전도도를 평가하였다. XRD 분석결과 LLZO, Al-doping LLZO, Ta doping LLZO 모두 cubic상의 garnet 구조임을 확인하였으며 임피던스 측정 결과, 제일원리 계산에서 얻어진 이온전도도와 실제 제조한 샘플의 이온전도가 잘 일치하였다.

P2-G8-3 Prediction of the Sintering Pressure with the Fragmentation of Pores during Intermediate Stage

소결 중기의 기공 분해에 따른 소결 구동력의 변화 예측

오경식*, 정태주, 백용균. *국립안동대학교*

소결체의 치밀화 속도는 기공의 소멸 속도에 따라 결정된다. 기공의 소멸 속도는 기공의 기지가 갖는 상태(점탄성체 혹은 다결정체)는 물론 기공의 크기, 계면에너지와 소결 중의 외압에 의해 변화하는데 이는 실제로 기공의 소멸속도를 예측한 많은 연구에서 계산된 바 있다. 한편 실제의 소결에서는 기공의 부피당 개수(n)과 기공의 부피비(f)가 갖는 비율도 소멸속도에 중요한 영향을 끼치는 인자이다. 많은 논문에서 n은 f와 비례하거나 일정한 것으로 가정하여 소멸속도를 예측하였다. 그러나 최근 예비가압처리를 동반한 이단계 소결에서 관찰되었듯이 기공의 분해가 발견되는데, 이때 n은 f와 반비례하게 된다. 이와 같은 조건에서의 기공 소멸 속도는 예측된 바가 없으며 본 연구에서는 이와 같은 기공분해를 가정하여 기공의 수축 및 치밀화 속도를 계산하였다.

P2-G9-1 Formulation and Evaluation of Glass-Ceramic Ink for Digital Ink-jet Printing

디지털 프린팅용 글래스세라믹 복합 잉크 제조 및 특성 평가

권중우¹*, 이지현², 이종훈¹, 황광택³, 김진호³, 한규성³. ¹고려대학교, ²인하대학교, ³한국세라믹기술원

잉크젯 프린팅 기술이란 디지털 신호에 의해 원하는 위치에만 미세한 잉크를 토출하는 비접촉 프린팅 공정으로써 고해상도의 수요자 맞춤형 제품 생산 및 높은 잉크 사용효율을 통해 생산비용의 절감을 가져올 수 있는 장점이 있다. 잉크젯 프린팅 기술은 디지털 4원색(cyan, magenta, yellow, black)을 이용하여 모든 색상을 구현할 수 있어, 최근 세라믹 산업에서도 기술적 수요가 크게 증가하고 있다. 세라믹 잉크젯 프린팅 공정에서는 소성 공정에서의 고온 안정성이 매우 중요한 요소로, 이를 위해 1000°C 이상에서 안정한 발색을 보이는 무기안료가 사용되고 있으며, 세라믹 잉크는 분산성, 적절한 점도 및 표면장력, 토출 시 구형의 액적형성 등의 물성이 잉크젯 프린팅 적용에 요구된다. 본 연구에서는 디지털 프린팅용 글

래스-세라믹 복합 잉크를 합성하고 휘발성유기화합물 배출을 최소화하기 위해 수계 기반에서 점도, 표면장력, 분산성을 최적화하였다. 또한 합성된 글래스-세라믹 복합잉크의 토출특성 및 다양한 기관 적용 가능성에 대하여 연구하였다.

P2-G9-2 Rheological Properties and Printability of Ceramic Ink for Additive Manufacturing

적층조형 공정을 위한 세라믹 복합 잉크의 합성 및 프린팅 특성

이지현^{1*}, 한규성², 황해진¹, 황광택², 김진호², 조우석², 이진욱².

¹인하대학교 ²한국세라믹기술원

3D 프린팅은 3차원 디지털 데이터를 기반으로 하여 액체 또는 파우더 형태의 폴리머, 금속, 세라믹 등의 재료를 가공하여 입체 형상을 조형하는 기술이다. 벌크 소재를 자르고 깎는 방식으로 입체 형상을 조형하는 기존의 절삭가공과 달리 적층조형(Additive Manufacturing) 방식을 사용하는 3D 프린팅의 경우 재료를 한 층씩 적층하여 입체 형상을 조형한다. 3D 프린팅은 가장 큰 장점은 금형 없이도 시제품을 신속하게 만들 수 있고 디지털 데이터 기반의 공정이기 때문에 설계나 디자인 수정이 매우 자유롭다는 것에 있다. 이러한 3D 프린팅 공정의 장점들이 시제품 제작 공정에서의 시간 단축과 비용 절감을 가능케 한다. 지금까지 3D 프린팅용 소재 개발은 주로 금속과 플라스틱에 집중되어 왔으며, 세라믹 소재의 경우 다른 소재에 비해 개발이 더디게 진행되어 왔다. 따라서 세라믹 산업이 나날이 커져가는 3D 프린팅 시장에 진입하기 위한 경쟁력을 갖추기 위해서는 3D 프린팅용 세라믹 소재 개발이 매우 시급하다. 3D 프린팅용 세라믹 소재 개발을 위해서는 적층조형에 필요한 유변학적 물성과 세라믹 제품들에서 요구되어 왔던 고온소결, 충전밀도, 강도 등의 특성들을 동시에 충족시키는 것이 필수적이다. 본 연구에서는 3D 프린팅용 세라믹 복합 잉크를 제조하고 세라믹 잉크의 유변학적 특성 및 프린팅 특성을 관찰하였다. 점도 및 점탄성 거동에 대한 분석을 통해 합성된 세라믹 잉크의 유변학적 특성이 평가되었으며, 3차원 세라믹 구조물을 적층조형하여 합성된 세라믹 잉크의 프린팅 특성을 연구하였다.

P2-G9-3 Fabrication of Zirconia Ceramic Blades Using Tape Casting Process

테이프 캐스팅 공정을 이용한 지르코니아 세라믹 블레이드 제작

정재훈*, 이현준, 황해진. 인하대학교

지르코니아 세라믹스는 고융점, 고경도, 고강도, 고인성 등 물리적/기계적 특성이 우수하고 화학적으로 안정하기 때문에 블레이드로 활용될 경우 녹이 슬지 않고 장시간 사용하더라도 마모가 일어나지 않아 반 영구적으로 사용이 가능하다는 특징을 가지고 있다. 또한 스테인리스 스틸제 블레이드에 비하여 인체와 접촉하더라도 알레르기 반응을 일으키지 않으며 금속이온을 발생시키지 않아 생체 친화적이다. 본 연구에서는 지르코니아 분말을 출발원료로 하고 테입성형법을 이용하여 지르코니아 green sheet를 제조한 후 이를 소성함으로써 박형의 고강도 지르코니아 블레이드를 제작하고자 하였다. 출발원료로는 YSZ (3mol% yttria-stabilized zirconia)를 사용하였고 적절한 양의 결합제 및 가소제가 포함된 지르코니아 슬러리를 제조 한 후 doctor blade를 이용하여 약 50~100 μm 두께를 가진 green sheet를 제작하였다. Green sheet는 용매 건조 후 적층 및 바인더 burn-out 공정을 거친 후 1400~1450°C 온도범위에서 소성하여 지르코니아 세라믹 블레이드를 제조하였다. 제조된 블레이드에 대하여 소성 조건에 따른 밀도 또는 미세구조의 변화를 관찰하였고 표면 가공 후 강도, 파괴인성과 같은 기계적 특성 등을 평가하였다.

P2-G9-4 Quantitative Study of Deformation and State of Tension in Glazed Ceramic through Optical Fleximeter

Optical Fleximeter를 이용한 glazed ceramic의 tension상태와 변형에 대한 정량분석

이윤주*, 김응수, 조우석. 한국세라믹기술원

일반적으로, multi-layer 물질은 layer 간의 열팽창계수(CTE) 차이에 의해 tension이 발생하여 구조적인 변형이 이뤄진다. 이러한 현상은 소지 위에 유약을 적용하는 도자기에서 흔히 볼 수 있으며 많은 문제의 원인이 되기도 한다. 도자기는 열처리 공정 중 용해와 확산에 의해 소지와 유약 사이에 계면이 형성되어 서로에게 영향을 미치게 되고 CTE 차이에 의해 tension이 작용하여 bending, crazing, planarity와 같은 문제를 야기한다. 본 연구에서는 Timoshenko가 도출한 식과 Optical Fleximeter를 이용해 도자기의 소결 공정 중 변형에 대한 정량적인 분석을 실시하고자 하였다. Optical Fleximeter로부터 온도에 따른 소지와 유약의 bending curve를 얻어 coupling temperature(T_c)를 알아낼 수 있다. 이를 이용해 상온에서의 소지와 유약의 열팽창계수 차이를 구하여 Timoshenko 식에 대입함으로써, 시유한 도자기에 발생하는 변형의 정도를 정량적으로 분석하였다. 온도에 따른 tension 상태와 변형에 대한 연구는 도자기 제조공정 중 발생하는 열간 변형에 대한 문제들을 최소화하여 생산성 향상에 기여할 것이다.

P2-G9-5 Rheological Behavior of Aqueous Nano Ceramic Ink with Polymer Additives

Polymer 첨가제를 이용한 수계 세라믹 잉크의 유동학적 물성 변화에 관한 연구

류국현^{1*}, 김응수¹, 이종훈², 조우석¹. ¹한국세라믹기술원, ²고려대학교

본 연구에서는 나노 사이즈의 CoAl_2O_4 안료를 이용하여 수계를 기반으로 하는 환경 친화적인 세라믹 잉크를 제조하고자 최적의 분산조건과 표면장력 제어 조건을 확립하였다. 세라믹 잉크는 90일 이상의 분산 안정성을 가져야 하며 Piezoelectric DOD 프린팅을 위해서는 점도(4 - 40 mPa·s)와 표면장력(20 - 45 mN·m⁻¹) 요건에 부합해야 한다. 잉크의 Solid Content를 25, 35, 45, 55, 65 wt%로 제조하고 anionic polyelectrolyte를 첨가하여 최소 점도 값을 나타낼 때를 최적의 분산 조건으로 정의하였다. 여기에 polysiloxane 계열의 surfactant를 surface tension modifier로 첨가하여 분산된 잉크의 표면장력을 조절하였다. 최적의 분산조건에서 고형분 첨가량이 변화함에 따라 3.15 - 22.6 mPa·s 점도를 나타냈으며 모두 shear thinning 거동을 나타내었다. 분산된 잉크에 Polysiloxane surfactant를 첨가하였을 때 표면장력은 모두 29.53 - 43.65 mN·m⁻¹ 범위로 낮아져 잉크젯 프린팅에서 요구하는 잉크의 물성을 충족하였다. 또한 분산제와 surface tension modifier가 모두 첨가된 잉크를 매스실린더에 넣고 2주간 관찰하였을 때 polymer와 surfactant 간의 반응으로 나타나는 응집 현상 등은 관찰되지 않아 잉크제조를 위한 적합한 첨가제 조합임을 확인할 수 있었다.

P2-G9-6 Sintering Properties of 3Y-ZrO₂ Synthesized by Forced Hydrolysis / Precipitation Method

가수분해 / 침전법에 의한 3Y-ZrO₂의 합성 및 소결특성

김보량^{1*}, 이주성², 이근봉², 오영우², 채지훈³, 강종봉¹. ¹경남대학교, ²(주)세노텍, ³(재)경북하이브리드부품연구원

지르코니아(ZrO_2)는 높은 강도, 인성, 화학 저항성, 열적 안정성 및 내마모성 등의 특성으로 인하여 구조재료로서 널리 응용되고 있는

며, 특히 3Y-TZP(Tetragonal Zirconia Polycrystal)는 세라믹스의 결점인 brittleness를 개선함으로써 더 많은 용도를 창출하고 있다.

본 연구는 $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{YCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Urea, NH_4OH 및 증류수로 4구 플라스크를 이용하여 반응온도와 반응시간을 조절하면서 열가수분해와 침전법으로 수 nm 크기의 3Y-hydrous ZrO_2 1차 입자와 응집된 2차 입자를 합성하고, 이를 수세, 하소, 소결을 행하여 PSA, BET, XRD, XRF, SEM, TEM, 경도측정장치 등으로 특성을 측정하고자 하였다. 반응온도와 반응시간은 합성된 입자의 크기, 수율, 비표면적 등에 영향을 미쳤으며, 침전제인 urea와 NH_4OH 는 입자의 침강 속도에 영향을 주었다. 상등액을 XRF로 원소 분석한 결과 미반응의 Zr^{4+} 및 Y^{3+} 이온이 존재하지 않아 가수분해/침전법으로 화학양론적인 3Y-hydrous ZrO_2 가 합성되었음을 확인하였다. 초기 합성된 물질의 XRD 분석 결과 대부분 Monoclinic상이었으나 600°C 에서 하소한 시료는 Monoclinic과 Tetragonal 상이 혼재하였다. 1350°C 에서 소결한 시편의 밀도는 6.04 g/cm^3 였으며, 강도는 상용의 3Y-TZP보다 다소 높은 1270 Hv 값을 나타내었다.

P2-G9-7 Non-stick Property & Surface characteristics of Ceramic Coating with Various Viscosity of PDMS

세라믹 코팅에서 PDMS의 점도에 따른 비점착성과 세라믹 코팅의 표면 특성

김민희^{1*}, 이보배², 김성준². ¹테라믹스, ²네오플렉스

PDMS(polydimethylsiloxanes)는 세라믹 코팅에서 비점착성을 부여하기 위해 가장 광범위하게 사용하는 실록산 고분자 물질이다.

본 연구에서는, PDMS의 점도에 따른 비점착성의 변화 및 세라믹 코팅 표면을 확인하기 위하여 Sol-gel법을 이용하여 코팅액을 합성하였다. 코팅액은 colloidal silica와 TEOS(Tetraethyl orthosilicate)를 전구체로 사용하고, PDMS는 80 cps, 150 cps, 1000cps, 4000 cps 점도의 PDMS를 각각 첨가하였다. 코팅액의 가수분해 반응을 위해서 H_2O 과 산성 촉매제를 사용하여 상온에서 60 rpm으로 16 hrs 교반하여 hybrid 코팅액을 형성하였다. 제조된 코

팅액은 알루미늄 기판에 스프레이 코팅을 하고, 230°C 에서 30분 동안 열 경화시켜 코팅막을 제조하였다. 비점착성 변화는 CMA(Cookware Manufacturers Association) 규격에 따라서 확인하였고, 코팅 표면상태는 3D 광학현미경과 SEM을 사용하여 분석하였다.

비점착성은 PDMS 점도가 높을수록 증가하였지만, 세라믹 코팅 표면은 PDMS 점도가 낮을수록 우수한 평활성을 나타내었다.

P2-G9-8 Effect of Various pH on Non-stick Property for Ceramic Cookware by Sol-gel Method

졸겔법을 이용하여 코팅한 세라믹 주방용품의 pH 변화에 따른 비점착성 결과

김현민*, 김상목, 유주희. 테라믹스

세라믹 코팅은 다양한 산업 분야에서 쓰여진다. 그중, 쿡웨어 시장에서 세라믹 코팅은 다른 주방용품 코팅에 비하여 친환경 코팅으로 주목받고 있다.

본 실험에서는 졸겔법을 이용하여 제조한 세라믹 코팅 용액의 pH가 주방용품의 비 점착성에 미치는 영향을 관찰하였다. 코팅액은 실란(MTMS, TEOS 등)을 전구체로 사용하여 SiO_2 용액을 제조하였으며, 가수 분해 반응을 위하여 증류된 H_2O 를 사용하였다. 촉매는 산 촉매를 이용하여 가수 분해 반응을 촉진시켰으며, 가수분해가 끝난 반응액은 2-step 반응을 위해 염기 촉매를 이용하여 축합 반응을 촉진시켰다. 염기 촉매는 전체 반응액의 wt%에 따라 초기 pH 3부터 8까지 점차적으로 양을 늘려 pH를 조절하였다. 제조한 반응액은 예열한 알루미늄 기판 위에 32~38 μm 의 두께로 스프레이하여 SiO_2 코팅 층을 형성하였으며 pH가 7 이상일 땐 반응액이 겔 화가 되어 코팅이 불가능 하였다.

코팅된 기판의 비 점착성을 측정하고자 접촉 각 분석기를 이용하여 분석하였으며, CMA 측정에 따른 계란 테스트를 진행하였다. 접촉 각 측정 및 CMA 측정에 따른 계란 테스트 결과, pH가 증가함에 따라 비 점착성이 증가함을 보였다.

발표자 리스트

성명	논문번호
강경남	P2-S11-7, P2-S11-8
강국희	G7-1
강범희	P2-S22-11, P2-S22-10
강상운	S32-7
강석중	P2-G1-6, P2-G8-1
강성구	P1-S61-1, P1-G6-6, P1-S61-2
강성만	G1-19
강수빈	S31-2
강승민	G7-10
강연희	P2-S22-1
강원경	P1-G3-29
강윤찬	P2-S11-2, S11-9, S11-17
강은정	P1-G1-33
강은태	G9-3
강인호	S31-1
강종봉	P2-G9-6
강종윤	S11-13
강종호	P1-G5-16
강준구	S11-1
강천수	P2-S32-12
강태성	P1-G6-7
강형원	G1-5, G1-6, P2-S12-9, P2-S12-11
고강훈	P2-S32-11
고광명	P2-S11-9
고미희	P2-S41-8
고세현	G3-2
고수환	P2-S12-9
고신일	S31-6
고영학	P1-G5-14, P1-G5-13, P1-G5-15
고재웅	S31-5, S31-6, G3-8, SS1-4
고재환	P2-G2-20, P2-S22-5
고진석	P2-G7-2, P2-G7-3
고태원	P1-G3-20
공정훈	P1-G3-16
구본재	S21-5
구양모	P1-G5-5
구예현	P2-S22-11
구원태	S11-12, S11-16
구준모	G3-1
구한솔	P1-G1-14
구현모	P1-G2-23
국동학	P2-G3-7
국재근	P2-G7-12
권민상	G2-11
권성우	P2-G2-7
권영태	S11-18, P1-G1-28
권오현	P1-G1-5
권오훈	P1-G2-2
권용중	P2-G1-10
권용진	P1-G2-35

성명	논문번호
권우택	P2-G2-10, P2-G2-4, P2-G2-12, P1-G2-34, P2-G2-2
권정희	P1-G5-5
권종우	P2-G9-1
권한중	P2-G3-8, P1-G3-27
권혁	G7-4
권형문	P1-G2-26
길경훈	P1-G1-13
김건식	P1-G3-30, P2-G3-7, P1-G3-18
김건태	S21-4, P1-G2-2, P2-S22-4, G2-2, P2-G2-5
김경남	G7-3, G7-7, G7-8
김경미	G3-10, SS1-2
김경배	P2-S22-9
김경웅	S52-4
김경자	P2-S32-8
김경준	S21-6
김경태	P2-S41-13
김경호	P2-G2-11, G3-1
김경훈	P2-S32-8, P2-G7-8
김관식	P2-S41-11, P2-S41-1, G4-9
김광만	G5-4
김광범	P2-S22-15
김광수	P1-G1-25
김광엽	P2-S32-11
김구대	G7-4
김규형	P1-G5-4
김근수	G7-2
김기동	G6-2
김기선	S81-4, P2-S22-2
김기성	P2-S41-9
김기수	G9-8
김기정	P2-G3-20
김기철	G6-2
김남인	S21-2
김다빈	P2-G2-17
김다정	G1-17
김단비	P1-G4-3
김대근	S52-8
김대석	P2-G7-2
김대성	P1-G5-8
김대수	G1-6, G1-5, P1-G1-31, P2-S12-9, P2-S12-10, P2-S12-11
김대중	P2-G3-21, P2-G3-1, P2-G3-16, P1-G3-6
김대현	G1-3, S12-3, G1-18
김도경	G3-12, P1-G3-16, P2-G3-24, P2-G1-8
김도식	P1-G2-26
김도진	P2-S22-10, P2-S22-14
김동기	P2-G3-9

성명	논문번호
김동석	P1-G3-18, P1-G3-30
김동주	P2-G3-7, P1-G3-30, P1-G3-18
김동하	S11-16
김동현	G7-1
김동호	S12-6
김동환	S21-3
김득중	P1-G3-23
김록윤	P2-S13-1
김명동	P2-G3-11
김명호	P2-S41-6, P2-S41-5, G1-17
김미나	P1-G3-14
김미소	G1-9
김민석	P2-S41-3
김민숙	P2-S32-8
김민혁	S11-12, S11-16
김민희	P2-G9-7
김배연	P2-S32-11
김병국	P2-S32-5, S21-1
김병기	P1-G5-3
김병수	P2-G3-8, P1-G3-27
김병욱	P2-S41-11
김병훈	P2-S12-7
김보라	P2-S22-7
김보량	P2-G9-6
김보연	SS1-12
김보영	S11-17
김복현	P1-S61-2
김봉구	P1-G4-6, P1-G4-7
김빛찬	P1-G1-31, G1-6
김상목	P2-G9-8
김상섭	S11-10
김상욱	G2-9
김상준	S11-12
김상철	S31-1
김상호	P2-G3-19
김석영	G4-2, G9-5, P1-G5-11, G5-3, G5-2
김석원	G5-5
김석준	S41-5
김성민	P1-G5-18
김성욱	P1-G2-24
김성웅	S41-8, P2-S41-9, P2-S41-10, G4-6
김성원	S32-4
김성원	S32-2, P1-G1-7, P2-S32-2, P2-S32-13, P2-S32-19
김성준	P2-G9-7
김성철	P1-G1-38
김성현	G5-6, P2-S12-2
김성환	S81-3
김성훈	P2-G1-3

발표자 리스트

성명	논문번호
김세기	P2-G3-23
김세영	P1-G3-12, P1-G2-31, G4-2, P1-G3-13, P1-G3-10, P1-G2-17
김세일	P2-S11-9
김세희	P1-G2-16
김소희	P2-G7-11, P2-G7-9, P2-G7-10
김수룡	P2-G2-12, P1-G2-34
김수민	G9-6
김수성	P2-S11-3
김수창	P1-G3-25
김수현	P1-G3-8, P1-G3-33
김승원	P2-G2-17
김승주	P1-G1-38
김승철	G4-11
김시연	P2-S31-1
김신호	P2-G4-1
김안나	P1-G6-4
김양훈	S52-4
김연구	P2-G2-13
김연후	S11-8
김영근	P2-G2-16
김영석	S31-2
김영욱	S31-3, P1-G3-25, P1-G3-19, P1-G3-24
김영준	S22-6
김영희	P2-G2-10, P1-G3-28, P2-G2-12, P1-G2-34, P2-G2-2, P1-G2-28, P1-G2-35
김예경	P1-G1-1, P1-G1-8
김예나	P2-S13-4
김예지	G4-6
김완태	P1-G4-13, P1-G4-20, P1-G4-21, P1-G4-12
김용남	P2-S32-11
김용선	P1-G2-27
김용인	G3-2
김용준	P1-G5-2, P1-G5-1
김용환	P1-G1-24
김우식	P2-G3-22, P1-G3-26, P2-G2-4
김원갑	P2-G7-4
김원백	P2-G3-8
김원주	P2-G3-21, P2-G3-1, P2-G3-16, P1-G3-6
김원호	P1-G5-16
김유동	P1-G2-3
김유리	P1-G1-5
김유비	P1-G1-39
김유진	G9-2
김윤석	P2-S22-7
김윤화	P2-G1-7, P1-G1-12, P1-G2-33
김은미	P1-G4-8, P1-G4-10, P1-G4-11

성명	논문번호
김은수	P1-G4-19
김은혜	P2-G3-19
김은희	P1-G4-6, P1-G4-7
김응선	P2-G2-13
김응수(경기대)	G1-4, P1-G1-20, P1-G1-21
김응수(KICET)	G9-6, G9-4, G9-3, P2-G9-4, G9-1, P2-G9-5
김익진	G3-3, G3-6, P1-G3-14, G4-2, P2-G3-17, P1-G3-15
김인예	P1-G1-22, P2-S22-5
김인호	S21-8, P1-G2-21, P1-G2-7
김일두	S11-12, S11-16
김일원	S12-1
김일호	G4-1, S41-4
김재	P1-G3-3
김재국	P1-G2-33
김재민	P1-G1-21
김재현	P2-S22-9
김재혁	S11-11
김정민	P2-S41-1, P2-S41-11
김정석	G1-6, P1-G1-31, P2-S12-9
김정운	P1-G2-19
김정주	P1-G1-16, P1-G1-14, P1-G2-4
김정필	G8-2
김정훈	G1-4, P1-G1-20
김종영	S41-2, P2-G4-5
김종우	P1-G5-12, P1-G5-13
김종현	G2-3, P1-G3-30, S13-1, P1-G3-18, G1-10
김종호	P1-G3-31, P1-G1-4
김주성	G9-7, P1-G5-11, G5-3, G5-2
김준식	P2-S11-2
김준영	P2-G2-5
김준형	P1-G5-18
김지영	P1-S52-1
김지완	S41-1
김지웅	P2-G3-8
김지원	S41-7, S41-6
김지유	S32-10
김지훈	P1-S61-1, P1-G6-6, P1-S61-2, P1-G1-10, P1-G1-9, P1-G1-42
김진명	SS1-4
김진명	S31-5, S31-6, G3-8
김진상	G2-11
김진우	P2-G2-6
김진웅	P2-G7-5, G7-3
김진호	P2-G9-1, G9-1, P2-G9-2, G6-9, P2-S32-14, S61-5, P1-G6-10, P2-S13-6

성명	논문번호
김창민	P2-S22-4
김창삼	P2-S22-1, P2-S22-12, P2-S22-13
김창훈	P1-G1-16
김천중	P2-S22-10, P2-S22-14
김철	P2-S32-20
김철진	P1-G3-26, P1-G4-5, P1-G4-4, P1-G2-19
김태경	P1-G3-22
김태균	G4-10
김태완	P2-G7-1
김태우	P2-S32-2, P1-G3-15, P2-S32-19, P2-S32-20
김태은	P2-S12-6, P2-S12-5
김태중	P1-G2-27
김태형	S11-9
김태희	S11-8
김태희	P2-S13-1
김하늘	S31-5, S31-6, G3-8, SS1-4
김하준	P1-G1-12, P1-G2-33
김학연	P1-G2-27
김한별	P2-G2-3
김한빛	P1-G2-36
김한성	P1-G2-20
김한준	P2-S22-13
김혁중	P2-S32-12
김현	P2-G2-19, P1-G2-13, P1-G2-14, P1-G6-9, G6-6, P1-G6-8
김현미	G3-11
김현민	P1-G3-25, P2-G9-8
김현석	S13-1, G1-10, G2-3
김현식	G4-7
김현우	P2-G1-10, P1-G5-9, P1-G2-19
김현욱	P1-G2-31
김현유	G2-9
김현진	P1-G5-1, P1-G5-2
김형근	P1-G1-1, P1-G1-8
김형도	S13-1, G1-10, G2-3
김형섭	G1-15
김형순	P1-G3-17, P2-G7-8, P1-G3-11
김형우	S31-1
김형준	G9-8, G8-3, P1-G6-11
김형진	P1-G5-7
김형태	P2-S32-2, G3-1, S32-2, P2-S32-13, P2-S32-19, S32-4
김형호	P1-G1-15
김형훈	P2-G3-19
김혜영	P1-G3-26, P2-S41-12, P2-G3-22
김혜원	P2-S11-10
김홍대	P2-G2-8, P2-G2-6

성명	논문번호
김홍래	P1-S52-3
김황필	P2-S12-4
김효중	P2-S11-6
김희연	P1-G2-17
나경한	P1-G4-12, P1-G4-13, P1-G4-20, P1-G4-21
나문경	S31-1
나범탁	P2-S22-8, P1-G1-33
나연수	P1-G3-19
나예은	S81-4
나찬웅	P1-G1-24, S11-11, P1-G1-24
나하윤	P2-S32-22, P2-S32-23
남경진	P1-G1-37, P1-G1-41
남궁연	P2-G7-12, S21-8
남 산	G1-18, P1-G1-11, G1-3, P2-G3-5, G1-5, P1-G1-37, P2-S12-10, S12-8, S12-3, P2-S41-14, SS1-12
남상현	P2-S22-2
남우현	G4-8
남욱희	S32-8
남정식	P2-S32-14
남호철	P1-G4-18
노명섭	S11-13
노종욱	P2-S41-11
노형구	G9-4
노형진	G4-4
노효섭	P1-G2-30
도환수	P2-G3-22
류국현	P2-G9-5
류도형	P1-G3-28
류성수	S31-4
류소연	P2-S41-14, P2-S41-4
류승한	S11-18, P1-G1-28
류용탁	P1-S61-1, P1-G6-6, P1-S61-2
류의현	P1-G3-24, P1-G3-25
류정현	G5-4
류정호	P1-G1-18, G1-2, G1-5, G1-9, SS1-10, S12-10
류현주	P1-S52-2
마너스	S21-6
마충일	P2-G3-4, P1-G3-7
마호진	P2-G3-24
맹우열	P1-G5-14, P1-G5-15
명노상	S11-18, P2-S11-9
문대규	S13-6
문소윤	P1-G3-32
문승윤	P2-G1-6
문승현	G1-16, G1-22
문아람	P1-G3-27, P2-G3-8
문정현	S31-1

성명	논문번호
문주영	P2-G1-1
문준영	S22-4
문흥수	S32-10
민재홍	G3-7
민준원	P1-G3-29
민지호	S52-7, S52-4
민태식	P2-S41-13
박가영	S21-2
박경난	P1-G5-10
박경대	P1-G6-2, P1-G6-3
박경봉	P2-S13-1
박근준	G1-5, P2-S12-10, P2-S12-11
박동철	P1-G4-12
박만규	G4-5, G1-14
박명철	P1-G2-26
박민식	S22-2
박범경	G2-7
박범철	P2-G2-16
박병주	G1-13
박봉제	G6-6, P1-G6-8
박상수	S51-2
박상준	P1-G3-17, P1-G1-29, P1-G2-18
박상진	G7-7
박상환	P2-G3-5, P2-G3-6
박서연	S11-7, S11-8
박성곤	P2-G4-2
박성대	P1-G1-34, P1-G1-36, P1-G1-35
박성준	P2-G1-2
박성훈	P2-S41-3
박소정	P1-G3-28
박소현	P1-G2-33
박수빈	G1-15
박수영	P2-S32-7
박수현	G7-6
박영석	P2-S12-2
박영조	S31-6, G3-8, S31-5, SS1-4
박영지	P1-G2-19
박영진	S32-8
박영태	P2-G1-8
박용호	S12-9
박우신	P1-G2-24
박운익	S12-9, P1-G1-39, P1-G1-6, P2-S12-12, P1-G1-3, P1-G1-2
박윤찬	G1-15
박윤택	S21-7
박은광	P2-S12-8
박의근	P2-S32-5
박인규	S11-6, P2-S11-7, P2-S11-8
박인성	G1-16, P2-G1-9, G1-22
박재성	G4-1
박재우	S21-7

성명	논문번호
박재혁	S52-8
박재호	P2-S11-7
박정수	P2-G7-6, P2-G7-7
박정환	P2-S22-8
박종래	S11-8
박종민	P1-S52-4
박종엽	G2-4
박종찬	P2-S13-2
박종호	S41-8
박주석	P2-S32-8, G3-5, P2-G7-8, P1-G3-11, P1-G3-9
박 준	G6-5
박준식	S11-1
박준영	S21-2, P1-G2-3
박중규	G4-2, P2-G3-17, G3-3, P1-G3-15, P1-G3-14
박지수	S11-8
박지연	P2-G3-1, P2-S32-1, P2-G3-21, P2-G3-16, P1-G3-6, P2-S32-18
박지환	P2-S22-10
박진성	S13-5
박진수	P1-G5-1, P1-G5-2, G1-17
박진영	P2-G1-1, P1-G6-1
박진주	P2-S12-8
박 찬	P2-G7-1
박찬영	P1-G3-22
박찬진	P2-G2-3, G2-6
박창식	S51-3
박 철	P1-G1-9
박춘길	G1-2
박태완	P1-G1-6
박현명	P2-S32-4, P2-S32-6
박형빈	G8-3, G9-8, P1-G6-11
박형호	P2-S32-22, P2-S32-9, P2-S32-23
박혜영	P1-G4-6, P1-G4-7
박혜지	P2-S22-9
박 훈	P2-G2-20
박희진	S32-7
방 옥	S31-1
방재훈	P2-G1-10
방정원	P1-G2-34, P2-G2-12, P2-G2-2
방준호	P2-G4-2
방지원	P1-G4-9
배기욱	P2-S41-9
배기호	S21-3
배동식	P1-G4-14, P1-G4-15, P1-G4-16, P2-S32-10, P1-S52-5, P2-S32-7
배상호	P1-S51-1

발표자 리스트

성명	논문번호
배석수	P1-G2-16
배성균	P2-G2-4, P1-G2-28, P2-G2-10, P1-G3-28
배성환	P2-G3-3, P1-G3-33, P1-G3-8
배은정	G7-9
배창득	P1-G4-18, P1-G2-22
배창준	P1-G3-2
배혜진	P2-S32-12
배호한	P1-G2-7
백경호	S32-7
백동현	P2-S11-10
백용균	P2-G8-3
백운규	P2-G3-20, P1-G1-7
백중후	S12-9, G1-7, P1-G1-39, P1-G1-7, P1-G1-6, P2-S12-12, P1-G1-3, P1-G1-2
백창연	P1-G3-16, P2-G1-8
변동진	P2-S22-12, P2-S22-13
변응선	S32-8
변재철	P1-S52-4, P1-S52-3
변지철	P1-G2-18
변형기	S11-5
부상돈	P2-S12-8
서강현	G4-1
서권덕	P1-G2-8
서두원	P1-G3-13
서성록	P1-G2-22
서용재	P1-G3-27
서원선	S41-4, P2-S41-2, P2-S41-6, P2-S41-5, G4-8
서정민	P2-G3-22
서준민	S11-3, S11-13
서준영	P2-S11-1, S11-15
서지훈	P2-G3-20
서진우	P1-G1-1
서진원	G3-10, SS1-2
서창열	P1-G3-27
서한길	S21-5
서항석	P1-G2-26
서형일	P2-S32-1, P2-S32-18
서호철	P2-S11-11
서홍석	S61-4
석오균	S31-1
설대희	P2-S22-7
성대경	G5-1
성영은	P2-S41-4
성영훈	P1-G3-13, P1-G2-17, P1-G3-12, P1-G3-10, P1-G2-31
소병진	G6-3
소성민	P2-G7-8, G3-5, P1-G3-11, P1-G3-9

성명	논문번호
소성현	P2-G4-4
손시원	P1-G5-18
손운배	S11-8
손인준	P2-S41-13
손인진	P2-G3-9, P2-G4-1
손재성	P2-S41-3
손정훈	P1-G4-16
손준우	S81-1
손지원	S21-3, P1-G2-9
손찬진	P1-G2-30, P1-G2-21
손호기	P2-S13-6
송근우	P2-G3-7
송락현	P1-G2-1, G2-7, SS1-8
송명신	G7-13
송명신	G7-3, G7-7, G7-8
송봉준	G8-4, P1-G1-4
송선주	S21-8, P1-G2-30, P2-G7-12, P1-G2-21, P1-G2-7, P1-G2-10
송세연	G4-4
송승민	P2-S41-10
송영근	S11-2, S11-13
송영진	G7-10
송요셉	S11-18
송인혁	P2-G2-18, P2-G2-1, G3-4, P1-G3-25, P1-G3-3
송재민	P2-S41-2
송정환	P1-G2-18, P1-G1-29
송종섭	P1-G3-10
송준광	P2-S32-11
송진주	P1-G2-33
송찬근	S13-2, S13-2
송철한	P1-G2-15
송태권	G1-17
송풍근	S13-4
송 희	P1-G3-6
신다혜	S81-4
신동근	P2-G2-10, P1-G3-28, P2-G2-4, P1-G2-28
신동길	S41-4
신동욱	G2-4, P1-G6-10
신미영	P1-G2-36
신상열	G6-9, G6-6, P1-G6-8
신서윤	P1-G1-23, P2-S22-5
신승학	P1-G1-16
신원호	G4-1, G4-3, P2-S41-2
신재록	G7-5
신재화	P1-G2-5
신정호	P2-G3-16
신지영	S21-4, P1-G2-2, P2-S22-4, G2-2, P2-G2-5
신지원	P1-G1-28

성명	논문번호
신태호	P1-G2-36
신헌규	P1-G4-12
신헌섭	P1-G2-20
신헌정	P1-G4-18, P2-S22-6, P1-G2-22, P1-G4-19
신희용	P1-G1-4
신희순	P2-G1-3, P2-G1-4, P2-G1-5, P1-G1-11, P1-G1-19, P2-S31-1
신희주	S11-15, P2-S11-3, P2-S11-1
심광보	G3-11
심영석	S11-13, S11-2, S11-8, S11-3
심우영	P2-G4-5
심준형	S21-3
아나푸레디	S12-10
아니사드위레스타리	P2-S13-8, P2-S13-3
안계석	G4-10, G7-5
안민경	P1-G5-13
안성일	P2-G1-5
안수빈	P2-G2-12, P1-G2-34, P2-G2-2
안용호	P1-S61-2
안종필	P1-G3-11, P2-G7-8, P1-G3-9
안지영	S52-4
안지현	S11-17
안창원	S12-4, P2-S12-6, P2-S12-5, S12-1, P2-S12-10
안창의	P1-G4-17, P2-G4-3, P2-S22-2
안태규	P1-G1-9
안혁순	S21-1
안희성	P2-G7-1
양대규	G1-10, S13-1, G2-3
양비룡	P2-G2-19, P1-G2-13, P1-G2-14
양선아	P2-S12-7, P2-S12-8
양성호	S32-6
양소영	P1-G5-4
양승철	P2-G7-7
양승호	G4-1
양재교	P1-G2-15
양재형	P1-G2-27
양재호	P1-G3-30, P2-G3-7, P1-G3-18
양정엽	P1-G2-23
양지연	P1-G1-10
양현경	P2-G1-1, P2-G1-2, P1-G6-1
양현승	P1-G1-34, P1-G1-36, P1-G1-35
양형우	P1-G1-41, P1-G1-37
엄누시아	S11-4, S11-18
엄재현	P2-S11-11
엄지호	G1-20
여동훈	P2-G1-3, P2-G1-4, P2-G1-5, P1-G1-11, P1-G1-19, P2-S31-1
여서영	P1-G1-39

성명	논문번호
여인웅	P2-S41-11
여정구	P2-G7-6, P2-G7-7
연득호	P1-G2-12
염미래	P2-G3-6, P2-G3-5
염호중	P1-G6-5
예보라	P2-G2-8
오경식	P1-G5-9, P1-G5-10, P2-G8-3, SS1-6
오경택	S81-8
오남식	P1-G5-16
오명환	P1-G5-16
오새롬	P1-G1-4, G8-4
오성훈	G1-14, G4-5
오승근	S61-6
오승현	G2-4
오영우	P2-G9-6
오원재	G1-22, G1-16
오윤석	P2-S32-2, P1-G3-17, S32-2, P2-S32-13, P2-S32-19, S32-4
오장수	P1-G3-30, P1-G3-18
오정표	P1-G4-10, P1-G4-8, P1-G4-11
오지환	P2-G3-3
오현명	P2-S31-3, P2-S31-4
오현택	S12-6
옥지영	P1-G4-16
왕지은	P2-G1-8
우상국	P1-G3-12, P1-G3-13, P1-G3-10
우성필	P2-S22-5
우태호	S81-8
원 섭	P1-G1-13
원종한	S13-2
원준성	P1-G1-35
웨이친	G5-3
유경태	P2-G3-18
유경현	P1-G5-1, P1-G5-2
유광수	P2-S22-1
유 리	G9-2
유봉영	G1-15, S41-6
유상임	G1-21, P1-G3-20, G1-16, P2-G1-9, G1-22, P2-G3-2
유승을	P1-G3-29
유승화	S81-3
유연우	S32-8
유재형	G1-21
유제두	P2-S31-3, P2-S31-4
유주희	P2-G9-8
유지행	P2-S11-10, P2-S22-8, P1-G1-33, P1-G1-26
유창민	P2-G1-3
유채리	P1-G1-42
유현조	G3-9

성명	논문번호
유현철	P1-G5-16
유호성	S41-9
윤경중	S21-1
윤근영	P2-G8-2
윤당혁	P2-G3-10, P2-G3-12, G3-13, P2-G3-15, P2-G3-14
윤대호	P2-G4-5
윤빈나	S22-3
윤상화	S41-6
윤석민	P1-G3-10, P1-G2-31
윤석영	P1-G5-1, P1-G5-2
윤성일	P2-G3-5, P2-G3-6
윤순길	G1-13, G1-12, G1-20, P2-G3-21
윤영섭	P2-S13-2
윤영수	P2-S22-5, P1-G1-22, P1-G1-23, P2-G2-20
윤정섭	P2-S41-2
윤정훈	P2-S11-8
윤존도	G2-10, G5-3, G1-7
윤종원	G4-5, S13-2, G1-14
윤지선	G2-10, S12-9, G1-7, P1-G1-39, G4-4, P1-G1-7, P2-S12-12, P1-G1-3, P1-G1-2
윤지영	P2-S32-17
윤지욱	S11-19, P2-S11-2, S11-9, S11-17, P2-S11-5
윤지원	P2-S11-5, S11-11
윤한솔	P1-G1-27
윤혜인	P2-G8-1
윤희규	P2-S31-1, P2-G3-23, P1-G1-36
이강수	P2-S22-5, P2-G2-20
이강천	P2-G3-20
이강택	S21-6
이강혁	P2-G3-2, P1-G3-20
이건재	S12-10
이건주	P2-S12-6, P2-S12-5
이건훈	P2-S32-8
이건희	P1-S52-6
이경민	S52-8
이경아	S52-4
이경자	P2-S12-8, P2-S12-7
이계욱	P1-G3-23
이계행	P2-S32-3
이관형	S52-1
이규탁	S12-3, G1-18
이규형	P2-S41-8, P2-S41-9, P2-S41-10, P2-S41-11, S41-7, G4-9
이근봉	P2-G9-6
이기강	P2-G7-9, P2-G7-10, P2-G7-11
이기문	S41-3, P2-G4-2, S41-8

성명	논문번호
이기성	S32-1, P2-S32-1, P2-S32-2, S32-3, S32-9, P2-S32-19, P2-S32-20, P2-S32-18, S32-10
이기태	S21-7
이나리	G9-2
이노도	G8-2
이다인	P1-G4-11, P1-G4-8, P1-G4-10
이도현	P1-G1-1
이동규	P2-G8-1
이동제	P1-G3-31
이동현	S32-9, P2-S32-20
이동화	S81-7, S11-8
이두호	P2-G1-9
이득용	P2-S13-4
이맘아크발	G5-2, P1-G5-11
이명재	P2-G3-20
이명현	P1-G5-16, P1-G2-35
이명환	G1-17
이미경	P2-S13-5
이미재	P2-S32-14, P1-G6-10, P2-S13-6
이민구	P2-S12-7, P2-S12-8
이민선	S12-9, P2-S12-12
이민우	P2-G2-6
이민진	P1-G2-5
이병우	P1-G5-17
이병태	S52-4
이보배	P2-G9-7
이삼행	P1-G3-9, P2-G7-8
이상권	P1-G2-24
이상륜	S81-3
이상범	P1-G5-4
이상진	P1-G6-7, P2-G3-4, P1-G3-7
이상희	S52-4
이석근	P2-G7-2, P2-G7-3, P2-G7-4
이선영	S61-3, G1-15
이선용	S11-8
이선우	G1-21
이성갑	G3-5, P2-G7-8, P1-G3-9
이성민	P1-G3-17, S32-2, P2-S32-13
이성혁	S41-5
이성훈	S32-8
이세훈	G3-12, P1-G3-2, P1-G3-1, P1-G3-4
이소울	P2-S32-13, S32-2
이수민	P1-G1-25
이수연	S52-3, P1-G3-32, S41-3
이수열	P1-G1-26
이수진	P2-G2-18, P2-G2-1
이순일	G4-1
이순일	S41-4, P2-S41-2, P2-S41-6,

발표자 리스트

성명	논문번호
	P2-S41-5
이슬비	P2-G7-3
이슬희	P1-G3-12
이승민	P1-G2-12
이승복	SS1-8
이승복	P1-G2-1, G2-7
이승수	P2-S32-4, P2-S32-6
이승엽	P1-G5-11, G5-2
이승재	P1-G3-19
이승준	P2-G2-18, P2-G2-1
이승현	G7-1, G7-2, G7-6
이시맥	P1-G4-9
이시원	G2-9
이연우	P2-S22-12
이영진	P2-S32-14, P1-G6-10, P2-S13-6
이영택	S41-3
이영훈	P2-S41-7
이용재	P2-G4-2, P1-G1-25
이우성	P1-G1-34, P1-G1-36, P1-G1-35, P1-G1-37, P1-G1-41
이우영	P2-S41-1, P2-S41-11, G4-9
이우철	P2-G1-1
이우형	P1-G6-8, G6-6, P1-G6-9
이용걸	G7-3, G7-8
이용희	SS1-12
이원준	P1-G4-15
이유나	P2-S22-5, P2-G2-20
이유승	P1-G6-6, P1-S61-1, P1-S61-2
이유진	P2-G1-5, P2-G1-1
이윤기	P1-G4-9
이윤주	P2-G9-4, P2-G2-10, P2-G2-4, P1-G2-28
이윤희	P1-G5-15
이은민	P1-G4-21
이은실	P2-G4-5
이은정	P2-G8-2
이의학	G7-10
이인환	P2-S13-6
이재복	G1-19
이재신	S12-1, P2-S12-1, P2-S12-2, P2-S12-3, S12-4
이재욱	G8-1
이재하	P2-G3-19
이재현	P2-S32-15, P2-S32-16
이재형	G9-5
이재훈	P2-G3-3, P2-G7-10, P2-G4-2, G1-16, P2-G7-9, G1-22, P2-G7-11
이전인	P1-G2-3
이정근	G1-2

성명	논문번호
이정빈	P1-G5-15
이정용	G4-8
이정환	G6-6, P1-G6-8, P1-G6-9
이제남	S22-6
이종국	P1-G5-8, P1-G5-7, P1-G2-9
이종만	P2-G2-18, P2-G2-1, G3-4, P1-G3-3
이종숙	P1-G1-32, P1-G1-30, P1-G2-33, P1-G2-9, S12-7
이종원	P1-G2-1, S22-2, G2-7, P1-G2-20, P1-G2-32, SS1-8
이종혁	P2-S31-2
이종현	P1-G3-5
이종호	S21-1, P1-G2-9
이종훈	SS1-2
이종훈	S11-19, P2-S11-2, S11-9, S11-17, S11-11, P2-S11-6, P2-S11-5, P2-G9-1, S11-8, P2-G9-5, P1-G1-33, G3-10
이주성	P2-G9-6
이주현	P2-S12-6, P2-G1-2
이준석	S52-5
이준형	P2-G1-4, P1-G1-16, P1-G1-14, P1-G2-4
이준호	G6-6, P1-G6-8, P1-G6-9
이지선	P1-G6-10
이지언	P2-G7-9, P2-G7-10, P2-G7-11
이지현	P2-G9-2, P2-G9-1
이지혜	P2-S11-11
이지호	P1-G2-16, P2-G2-9
이지환	G9-5
이진석	P2-G7-6
이진욱	P2-G9-2
이진형	P1-G5-5
이창규	P1-G4-20
이창현	P2-S12-1, P2-S12-2
이창현	P1-G1-11, P2-G1-3, P2-G1-4, P2-G1-5
이채운	P1-G2-12
이철순	S11-9, S11-17, P2-S11-5
이충원	S11-3
이태곤	S12-8, G1-3, G1-18
이태현	P1-G1-5
이태희	S21-2
이학송	P1-G2-16
이한솔	G6-4
이해원	S21-1
이현권	P2-S32-5, P1-G3-22, P2-S31-3, P2-S31-4
이현근	P1-G3-6, P2-G3-21, P2-G3-1, P2-G3-16

성명	논문번호
이현명	P2-G2-10, P2-G2-4, P1-G2-28
이현미	G2-8
이현석	P2-S22-15
이현승	G4-10, G7-5
이현준	P2-G9-3
이형규	P2-S12-9, P2-S12-10
이혜란	P2-S13-4
이호성	G4-12, P1-G2-6
이호용	S12-6, P2-S12-4
이호욱	P2-G3-21
이호준	G1-3, S12-8
이호창	P1-G2-4
이화준	S31-4
이효동	S81-8
이후정	S11-1
이휘종	G4-9, P2-S41-11
이희수	P2-G2-6, G3-9
이희숙	P1-G2-16
이희영	P2-S13-3, P2-S13-8
인용재	P1-G2-22
인정환	G6-5
임겨레	P2-S11-2
임광영	P1-G3-19
임대영	P1-G2-18
임병주	P2-G3-1
임상혁	S81-5
임영수	G4-8, P2-S41-2
임영진	P2-S11-3, G7-1, S11-15
임원빈	G6-7, P2-G1-7, P1-G1-13, G6-4, P1-G1-12, P1-G2-33
임재홍	S41-6, S41-7, P1-G4-3, P2-S41-12
임재훈	P2-S12-12
임종인	G8-4, P1-G1-4
임지원	P1-G2-10
임진현	P1-G1-19
임창성	P2-G7-9, P2-G7-10, P2-G7-11
임채현	G2-2
임택형	P1-G2-1, G2-7, SS1-8
임태영	P1-G6-10
임태은	S22-6
임하니	S21-8, P2-G7-12, P1-G2-7, P1-G2-10
임향준	P1-G6-4, P1-G6-5
임해나	P2-S41-4
임현준	G4-9
임현태	P2-S32-10
임형미	P1-G3-32, P1-G3-14
임형봉	P1-G5-18
임형태	P1-G2-6, P1-G2-8, P1-G2-29, G2-8

성명	논문번호
잠스란수크바야르	P1-S52-5
장기수	S32-6
장동영	S21-3
장동찬	S81-3
장명철	P1-G5-3
장보윤	S22-5
장성식	G1-8
장세홍	P1-G1-8
장승훈	P1-G3-24
장아름	S21-5
장영권	P2-S32-11
장우영	P2-G3-17, P1-G3-15, P1-G3-14
장재원	P1-G6-3, P1-G6-2
장정인	G4-12
장정호	S51-1
장주희	P2-S13-7
장준영	P2-G2-14
장지수	S11-12, S11-16
장진성	P1-G3-5
장진우	P1-G1-5
장호원	S11-14, S13-3, P2-S11-2, S11-13, S11-8, S11-3, S11-7, P2-S13-5
전대우	P2-S32-14, P1-G6-10, P2-S13-6
전명표	P2-S31-2, P2-S11-4, P2-S32-7, P1-G1-17
전민구	P1-G2-25, P1-G2-24
전민석	P2-S32-11
전석우	P1-G4-17, P2-G4-3, S81-4, P2-S22-2
전 설	G3-9
전세훈	G7-8, G7-7
전수혁	P2-S32-4, P2-S32-6
전승엽	P1-G1-17
전창준	P1-G1-3, P1-G1-2
정경운	G2-11, G3-12, P1-G3-2
정경진	G1-19
정경채	P2-G2-13
정과정	P1-G1-34
정광휘	P2-S12-2
정구진	S22-6
정규남	S22-2, P1-G2-20, P1-G2-32
정길진	S32-5
정대용	G1-2, G1-9, P1-G1-19
정동혁	P2-G3-10, P2-G3-12, G3-13
정 만	P2-S41-2
정명근	P1-G2-6
정명희	P1-G1-8
정보라	P2-G2-8, P1-G6-10
정석만	P2-G7-5

성명	논문번호
정석현	S61-2
정성묵	P1-G6-6
정성민	P1-G2-35
정성용	S11-9
정성윤	P2-G1-6, P2-G8-1
정성화	P1-G2-22
정성훈	P2-S32-4, P2-S32-6
정연길	S32-3, P1-G4-6, P1-G4-7, P2-S32-4, P2-S32-6, P2-S32-15, P2-S32-16
정영근	P2-S31-2
정영석	P2-G3-23
정영훈	G1-5, S12-9, P1-G1-39, P1-G1-7, P1-G1-6, P2-S12-12, P1-G1-3, P1-G1-2
정우일	P1-G2-23
정우철	G2-9, S21-5, G2-7
정육기	P2-G3-24
정운진	G6-7, P1-G6-3, P1-G6-2, G6-4, G6-9, P1-G6-8, P1-G6-9, S61-5
정은진	P1-G2-35, P1-G3-31
정재훈	P2-G9-3
정준석	G1-11
정중훈	G4-5
정진호	P1-G3-31
정철호	P2-G2-15
정충환	P1-G3-5
정태영	P1-G3-23
정태주	P2-G8-3, P1-G2-9
정해누리	P2-S32-22, P2-S32-23, P2-S32-9
정해일	P1-S51-1
정현묵	S11-9, S11-11
정현아	P2-G8-2
정현학	G1-19
정형도	P1-G5-7
정흥채	P1-G6-1
정 훈	P2-S32-5, P2-S31-3, P2-S31-4
정훈기	S22-3
조경명	P1-G5-8
조경식	G3-7
조광연	P1-G3-28, P2-G2-4, G2-12, P1-G4-5, P1-G4-4, P1-G2-28
조근호	P1-G4-6, P1-G4-7
조남희	P1-G1-27
조대영	G5-3
조동휘	P2-G4-3, P1-G4-17, P2-S22-2
조문성	P2-G2-13
조상영	P1-G1-26
조성환	G4-4

성명	논문번호
조성훈	S61-5, S12-3, G6-9, G1-18
조소라	P2-S12-10
조소혜	G4-11
조수민	P1-G4-17, P2-G4-3, P2-S22-2
조승기	P2-S41-3
조아라	P2-G2-17
조영무	P2-S11-6
조용수	P2-S11-10, P1-G1-35, P2-G2-17, P1-G2-12, P1-G1-5
조용현	G3-5
조우석	G9-6, G9-4, G9-3, P2-G9-4, G9-1, P2-G9-2, P2-G9-5
조 욱	G1-1, P1-G1-18, P2-S12-4, G1-5, P2-S12-6, P2-S12-5, S12-2, S12-4, S12-1, P2-S12-10
조유리	P2-S12-11, G1-5, P2-S12-10
조은경	G8-2
조익준	G3-9
조인철	P2-S11-8, P2-S11-7, S11-6
조인환	P1-G5-14
조재민	P2-G2-9
조재현	P1-G1-18, P2-S12-5
조정호	G2-10, S12-9, G1-7, P1-G1-39, G4-4, P1-G1-7, P1-G1-6, P2-S12-12, P1-G1-3, P1-G1-2
조준영	P2-G7-1
조철희	P2-G7-6, P2-G7-7
조현대	G5-5
조현득	P1-S51-1
조현우	S22-6
조현호	P1-G5-10, P1-G5-9
조홍백	S11-4
조훈휘	P2-S22-9
조희진	S11-16
좌용호	S11-18, S11-4, P2-S11-9, P1-G1-28
주민호	G8-2
주병권	P2-S11-4
주성민	P1-S61-2, P1-S61-1, P1-G6-6
주영준	P1-G4-5, P1-G4-4, G2-12
주윤곤	P2-S32-15, P2-S32-16
주종훈	P2-S22-8
지상구	P2-G7-1
지상현	G2-10, G1-7
진연호	P1-G2-15
차성학	P2-G2-9
차승근	G2-9
채동호	G4-10
채연화	P2-S32-1
채지훈	P2-G9-6

발표자 리스트

성명	논문번호
천채일	G1-6, P1-G1-31, P2-S12-9
최고은	P1-S52-1, P1-S52-2
최 균	P2-G3-23, G3-11, G3-10, SS1-2
최기범	P2-G4-5
최동수	P2-S41-7
최두진	P1-G2-35
최명성	G7-12
최명식	P2-G1-10
최민석	S81-2
최병준	G4-1
최병호	P2-S32-12
최선진	S11-12, S11-16
최선호	G2-4
최성민	S21-1
최성우	P2-G2-9
최성준	G1-21
최상철	G8-3, G3-2, P2-G3-6, G4-10, G7-5, G7-4
최소담	P2-S32-2, P2-S32-19
최수라	P2-S41-8
최수완	G4-10
최수정	S22-6
최순목	G4-1
최순목	S41-4
최순호	G5-5
최승규	G1-19
최승호	P2-S11-2
최연빈	P1-G4-14
최영중	P1-G1-6
최용규	G6-4, G6-9, G6-6, P1-G6-8, P1-G6-9, S61-5
최용호	P1-G1-3, P1-G1-2
최원열	P1-G4-13, P1-G4-20, P1-G4-21, P1-G4-12
최원일	S52-6
최유림	S11-8
최유진	P2-G7-3
최윤석	G2-9, S21-5
최은영	P1-G2-24, P1-G2-25
최은창	P1-G5-4
최재령	P2-G2-18, P2-G2-1
최재봉	P1-G1-8
최재용	P1-G2-32
최재원	P1-G5-14, P1-G5-12
최재철	P2-G7-4
최재호	G9-8, P1-G6-11, P2-G2-18, P2-G2-1, G8-3
최정식	P2-G1-4
최정훈	G9-3
최종진	G1-2, S12-10

성명	논문번호
최종현	P2-S22-3
최주현	S61-1, G6-6, G6-5, G6-8
최지원	P2-S22-15, P2-S13-7, P2-S41-4, P2-S41-14
최지은	G1-11
최진영	P2-S12-5, P2-S12-6
최진호	P1-S52-1, P1-S52-2
최철호	G8-4, P1-G1-4
최하령	P2-S32-21
최한울	P1-G2-29
최현희	P1-G4-7, P1-G4-6
최형석	P2-S32-17
최형중	S21-3
최형진	G1-12
최홍제	P2-G2-17
최희만	P2-S22-9, P1-G2-11
최희채	G2-1, G2-5, G4-11
클라우스 반벤펜	G5-3
트 론	S22-4
피재환	G9-2
하미영	S13-6
하민지	P1-G1-36
하성우	G7-10
하장훈	P2-G2-18, P2-G2-1, G3-4, P1-G3-3
하현우	G2-9
한가람	G6-7, P1-G6-3, P1-G6-2
한규성	G9-1, P2-G9-1, P2-G9-2
한규승	P1-G2-32
한동욱	S22-1
한석현	P2-G3-19
한성욱	P1-G2-17
한수덕	S11-13
한승호	G1-5, G1-6, P2-S12-9, P2-S12-10, P2-S12-11
한양수	P2-G2-9, P1-G2-16
한영민	P1-G3-5
한영환	G5-3
한원택	P1-S61-1, P1-G6-6, P1-S61-2
한윤수	G9-8, G3-1, G8-3, P1-G6-11
한인섭	P2-G3-17, G3-3, P1-G3-15, P1-G3-14, P1-G3-12, P1-G3-13, P1-G3-10, P1-G2-17, P1-G2-31
한장원	P2-G7-1
한지훈	S81-3
한진순	G7-5
한진주	G4-5, G1-14
한찬수	P2-G2-17
한형수	P2-S12-1, P2-S12-2, P2-S12-3, S12-1

성명	논문번호
함영진	P2-G4-3, P2-S22-2
함우승	P2-G2-16
허기석	P1-G4-8, P1-G4-10, P1-G4-11
허영우	P1-G1-16, P1-G1-14, P1-G2-4, P2-S13-3, P2-S13-8
허재욱	G7-5
허재원	S81-3
허 종	G6-1, G6-7, G6-3
허진목	P1-G2-24
현가에	P2-S22-2, P1-G4-17, P2-G4-3
현무열	P1-G1-21
현상일	G8-4, P1-G1-4
현진호	P2-S22-6
홍경국	S31-2
홍경표	P1-G1-8
홍기철	P1-G2-11, P2-S22-9
홍기하	S81-6
홍민호	G5-4
홍민희	P2-S32-21
홍성현	P2-G2-15, P2-G2-11, P2-S22-3, P2-G2-7, P1-G1-15
홍순현	P2-S22-10, P2-S22-11
홍연우	S12-9, P1-G1-39, P2-S12-12, P1-G1-3, P1-G1-2
홍영준	G1-11
홍영환	P2-S12-3
홍우태	P2-G1-2
홍은표	G3-9
홍재운	S21-8, P1-G2-30
홍종은	SS1-8
홍종은	P1-G2-1, G2-7
홍창효	S12-2, P2-S12-6, P2-S12-5, P2-S12-10
황건태	S12-10
황광택	P2-G9-1, G9-1, P2-G9-2
황규홍	P2-G2-2, P2-S32-14
황도경	S41-3
황영훈	P1-G1-18
황이택	S52-2
황정운	P2-S41-10
황종희	P2-S13-6
황지순	P2-G7-5
황진아	P2-S11-4
황진하	P1-G2-20
황창원	G4-1
황창훈	G5-3
황태연	S11-18, S11-4, P2-S11-9
황해진	P2-G9-3, P2-G9-2, P1-G2-5, P2-G8-2

성명	논문번호
AFRANIE EMMANUEL OWUSU	P2-S22-14
Agnieszka Wilk	SS1-3
Alexander Haensch	P2-S11-6
Amgalan	P1-G4-2, P1-G4-1
Amine Brayek	P2-G2-19, P1-G2-13, P1-G2-14
Amit Siddharth Sharma	G3-15, P2-G3-10, P2-G3-12, G3-13, P2-G3-15, P2-G3-14
Annapureddyvenkateswarlu	G1-9
Arifin Septiadi	P2-G3-14, P2-G3-15, P2-G3-10, P2-G3-12, G3-13
Arunava Gupta	P1-G1-24
Battsetseg Jargalsaikhan	P1-G4-2, P1-G4-1
Bayanjargal Ochirkhuyag	P1-G4-1
Bijay Basnet	G4-2, P2-G3-17, G3-3, P1-G3-15, P1-G3-14
Bukhari Syed Zaighum Abbas	G3-4, P2-G2-18, P2-G2-1
Byung-Koog Jang	S32-4
CHANDRAN BALAMURUGAN	P1-G2-21
Daiki ATARASHI	G7-11
Dang Thanh Nguyen	S12-7, P1-G1-30, P1-G2-33, P1-G1-32
Darmawan bobby aditya	P1-G5-6
David C. Dunand	P2-S22-9
Dominika Madej	SS1-1
Edyta Śnieżek	SS1-1
Emmanuel Owusu Afranie	P2-S22-10
Eric Jianfeng Cheng	P1-G2-11
Eugenie Uwiragiye	S12-7, P1-G1-30
FENG LUN	P1-G3-4
G. Jeffrey Snyder	G4-7
Ganesh Agawane	G6-8, G6-5
Gye-Jeong Oh	P1-G5-6
Gyuhyeong Kim	P2-S22-14
Haribabu Palneedi	P1-G1-18
Heekyu Choi	P1-G4-2, P1-G4-1
Heng Wang	G4-7
Hua-Yao Li	P2-S11-5
Hyun-Gyu Hwan	SS1-12
Ichinkhorloo Batchuluun	P1-G4-1, P1-G4-2
Ilona Jastrzębska	SS1-1
J.G. Fisher	S12-7, P1-G5-6, P1-G1-30, S12-5
Jacek Szczerba	SS1-1
Jamil	P2-S41-5, P2-S41-6
Jang Dongchan	S81-4
Jeff sakamoto	P1-G2-11
Jeff Wolfenstine	P1-G2-11
Jehyun Lee	P1-G4-2, P1-G4-1
Jeong-Hun Kim	SS1-12
JIN SUYUE	P2-G2-16
Joachim Maier	P1-G1-32

성명	논문번호
John Foord	P1-G2-17
Jun Zhou	P2-S11-5
Kadathala Linganna	G6-5, G6-8
Ke Wang	S12-2
KHISHIGBAYARKHOSERDENE	G2-12, P1-G4-5, P1-G4-4
KiKi Mulyadi	P1-G2-21
Kouichi Yasuda	S32-4
LE GIA PHAN	S12-5
Liang Huang	P2-S11-5
Lin Zhao	P1-G3-1
LiuKaiHua	P2-G2-17
Luyun Jiang	P1-G2-17
LYU GUANLIN	P2-S32-6, P2-S32-4
Maciej Sitarz	SS1-9
Magdalena Ziąbka	SS1-5
Martin Lerch	P1-G2-9
Maryane Putri	P2-S13-8
MD Lemon Hassan	P1-S51-2
Michael Hübner	P2-S11-6
Mi-Ju Kim	SS1-4
Mikolaj Szafran	SS1-11
Mirana Taz	P1-S51-1
Miroslaw M. Bućko	SS1-3
Muhammad Shirjeel Khan	SS1-8
Muhammad Umer Farooq	S12-7, P1-G1-30
Naboneeta Sarkar	G3-3
Nathan John Taylor	P1-G2-11
Ngo Duc Tung	P2-G2-3, G2-6
NGUYEN HOANG THIEN-KHOI	P2-S12-3
Nguyen Minh Dat	P2-G2-2, P1-G2-34
Nguyen Van Du	P2-S41-6, P2-S41-5
Nicolae Barsan	P2-S11-6
Nosang V. Myung	S41-7
NURHADISUKMAWALUYO	P1-G2-1
Ochirkhuyag Bayanjargal	P1-G4-2
PARMAR NARENDRA SINGH	P2-S22-15
Paularj Arunkumar	P1-G1-13
Pesta Sinaga	P1-G3-8
Pham Thuy Linh	P1-G1-30, P1-G2-9, P1-G2-33
Pipit	P2-G3-12, G3-13, P2-G3-10, P2-G3-15, P2-G3-14
Pramod R. Watekar	P1-S61-2
PUTRI MARYANE ANUGERAH	P2-S13-3
Reiza Ventura	P1-S51-2
Ryszard Prorok	SS1-1
Sang-Won Park	P1-G5-6
Sanjith Unithrattil	P1-G1-12
Seok-Joo Park	SS1-8
Seongsoo Kim	P1-G4-2, P1-G4-1

발표자 리스트

성명	논문번호
Simranjeet Singh Sekhon	S52-4
SINAGA PESTARIA	P1-G3-33
Sivaprakash Sengodan	S21-4
Sovann Khan	G4-11
Su-Hyun Moon	S12-7
Thi Hinh Dinh	P2-S12-1, P2-S12-3
Thi Lan Tran	P1-G1-32
Thuy Linh Pham	S12-7
Tomasz Brylewski	SS1-7
Torsten Granzow	S12-2
TRAN THI HUYEN TRAN	P1-G2-33
Trang An Duong	P2-S12-1
Udo Weimar	P2-S11-6
Uyanga Batjargal	P1-G4-2, P1-G4-1
Vinayak G. Parale	P2-S32-9
Wahid Muhamad FR	G3-14, P2-G3-13
Xiao-Xue Wang	P2-S11-5
Xin Guo	P2-S11-5
Xuan-Manh Pham	G2-6
YAN WEI	P2-G3-2
Yinsheng Li	SS1-4
Zach M. Gibbs	G4-7
Zhao wei	G4-2
ZHU Linlin	G3-8

성명	논문번호
----	------

좌장 리스트

좌장 리스트

좌 장	소 속	RM	날 짜	시 간
김성현	KICET	204	04월 20일	08:30-09:50
김정주	경북대	101	04월 21일	09:00-11:30
김현식	삼성전자종합기술원	Lily A+B	04월 21일	10:30-11:25
김형준	KICET	207	04월 20일	13:30-16:45
박인규	KAIST	101	04월 20일	08:30-10:00
변형기	강원대	101	04월 20일	10:15-11:30
성대경	KICET	204	04월 20일	10:05-11:30
송명신	강원대	Lily C	04월 20일	10:10-10:50
			04월 20일	14:30-15:30
송영진	아하그린텍(주)	Lily C	04월 20일	09:00-10:00
				15:30-17:00
송인혁	KIMS	201	04월 20일	08:30-10:15
송태권	창원대	204	04월 21일	09:00-10:15
신원호	KICET	Lily A+B	04월 20일	13:30-15:00
신흥주	UNIST	101	04월 20일	13:30-15:15
안창원	울산대	208+209	04월 20일	10:15-11:30
오민욱	한밭대	207	04월 21일	08:30-11:20
오윤석	KICET	201	04월 20일	10:40-11:30
유승화	KAIST	207	04월 21일	15:20-16:30
이규형	강원대	Lily A+B	04월 20일	09:20-10:25
이기문	군산대	Lily A+B	04월 20일	15:15-17:00
이기태	전북대	202+203	04월 21일	08:40-11:30
이성민	KICET	201	04월 21일	13:30-15:45
이성훈	KIMS	201	04월 20일	13:30-17:10
이재신	울산대	208+209	04월 20일	15:30-17:15
이종원	KIER	202+203	04월 20일	09:00-11:20
			04월 21일	13:40-16:00

좌장 리스트

좌 장	소 속	RM	날 짜	시 간
이진형	KICET	204	04월 20일	15:10-16:30
이현권	금오공대	201	04월 21일	08:30-11:30
임재홍	KIMS	Lily A+B	04월 21일	09:10-10:15
장호원	서울대	101	04월 20일	15:30-17:15
전재호	KIMS	208	04월 21일	09:10-11:10
정대용	인하대	208+209	04월 20일	08:30-10:00
정운진	공주대	207	04월 20일	08:45-11:30
조우석	KICET	206	04월 21일	09:00-11:30
조욱	UNIST	208+209	04월 20일	13:30-15:15
		204	04월 21일	10:30-11:30
		204	04월 21일	13:30-15:45
최민석	인하대	207	04월 21일	13:30-15:00
최순목	한기대	Lily A+B	04월 20일	10:40-10:55
최원일	KICET	204	04월 20일	13:30-14:50
최원창	KIST	202+203	04월 20일	13:30-17:00
추용식	KICET	Lily C	04월 20일	13:30-14:30
Mirosław BUCKO	AGH UST	208	04월 21일	15:40-17:40
Zbigniew PEDZICH	AGH UST	208	04월 21일	13:30-15:30

전시업체 리스트

태명과학(주)

대표자명	태원표	연락처	031-458-0025	E-mail	taameong@chol.com
주요품목	입도분석기, 체진동기, 유성형볼밀			Homepage	www.fritsch.co.kr

(주)고순도코리아

대표자명	최덕락	연락처	031-8069-7677	E-mail	korea@kojundo.com
주요품목	세라믹분말, 금속분말, 코팅재료, 스퍼터타겟, EB재료, 도금액, 복합산화물, CVD재료			Homepage	www.kojundo.com

동일시마즈(주)

대표자명	이재준	연락처	02-540-5541	E-mail	kimdh@shimadzu.co.kr
주요품목	진공가압소결로, X-ray CT, 열분석기(DTG, DTA, DSC), 만능재료시험기, 비커스, 경도계			Homepage	www.shimadzu.co.kr

한결산업

대표자명	송재웅	연락처	02-579-5732	E-mail	hg@hgfurnace.co.kr
주요품목	전기로			Homepage	www.hgfurnace.co.kr

유니텍코퍼레이션

대표자명	이윤황	연락처	032-363-3322	E-mail	snitech1@korea.com
주요품목	육방형질화봉소, 이봉화티타늄, 이봉화지르코늄, 봉소분말			Homepage	www.ukk.kr

세라믹산업종합지원센터

대표자명	김병일	연락처	061-270-5023	E-mail	cmj84@jntp.or.kr
주요품목	세라믹센터 및 장비 소개, 지원사업 안내			Homepage	www.jntp.or.kr

전시업체 리스트

워터스-티에이 코리아

대표자명	마이클코넬리우스 헤리팅	연락처	02-3415-1504	E-mail	hblee@tainstruments.com
주요품목				Homepage	www.tainstruments.com

(주)싸울베스텍

대표자명	김후선	연락처	02-2636-7580	E-mail	sales2@ssaul.net
주요품목	세라믹 커팅머신, 세라믹 자동 폴리싱 머신			Homepage	www.ssaul.net

세라믹기술원

대표자명	강석중	연락처	055-792-2500	E-mail	khkim@kicet.re.kr
주요품목				Homepage	www.kicet.re.kr

(주)성일터빈

대표자명	우타관	연락처	051-951-8966	E-mail	sijung@sungiltbn.com
주요품목	가스터빈 고온부품			Homepage	www.sungiltbn.com