2018 Spring Meeting of
The Korean Ceramic Society

2018
한국세라믹학회 춘계학술대회

일시_ 4월 11일(수) ~ 13일(금)

장소_ CECO (창원컨벤션센터)

후원_ 한국과학기술단체총연합회 KOFST | THE KOREAN FEDERATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY SOCIETIES

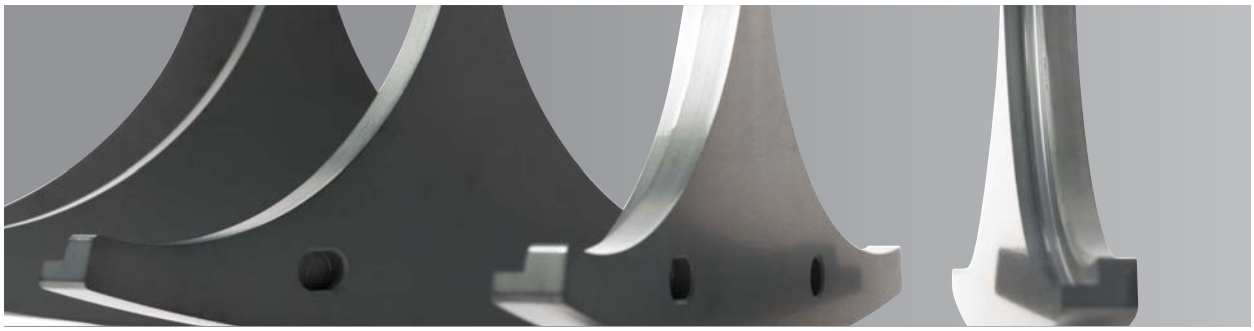
경상남도 GYEONGNAM

창원시

GNCVB 경남컨벤션뷰로 GYEONGNAM CVB

THE KOREAN CERAMIC SOCIETY
한국세라믹학회

dandan



Your One Source for Advanced Ceramics

We design your desires for Ceramics and Ceramic coating.

Semiconductor • LED/OLED/LCD • Iron & Steel • Energy Industry
Al_2O_3 • SiO_2 • Y_2O_3 • ZrO_2 • TiO_2 // SiC • WC • B_4C etc.
Si_3N_4 • SiAlON • AlN • BN // TiB_2 etc.
Functional ceramics for SOFC & MCFC, Machinable ceramics, etc.
Plasma Spray Coating • Suspension Coating • Aerosol Coating

dandan materials (주)단단
www.dandan21.com
50, Techno 11ro, Yuseong-gu, Daejeon, Korea #34036
T : +82 42 934 2456 | **F** : +82 42 934 2450 | **E** : dandan@dandan21.com

semi MEMBER

시멘트산업 순환자원 재활용은 우리를 웃게 해줘요!

내가 사는집, 내가 공부하고 뛰어노는 모든곳에 있는 시멘트
순환자원이 시멘트의 원료와 연료로 재활용되어 소각·매립을 줄여주고 자연을 깨끗하게 해준대요!

2017 대한민국환경대상
Korea Environmental Awards

Korea Environment Award
대한민국 환경대상
Korea Environment Award

한국시멘트협회 자원순환센터
2년 연속 대상 수상

시멘트산업은 자원순환형 제조공정인
최고온도 2000℃의 소성로를 활용하여
순환자원을 안전하게 재활용 함으로써
사회적 환경문제 해결에 기여하고 있습니다.

한국시멘트협회 자원순환센터
http://recycling.cement.or.kr

(재)하이브리드 인터페이스 기반 미래소재연구단

연구단장 : 김광호 교수 (부산대학교)

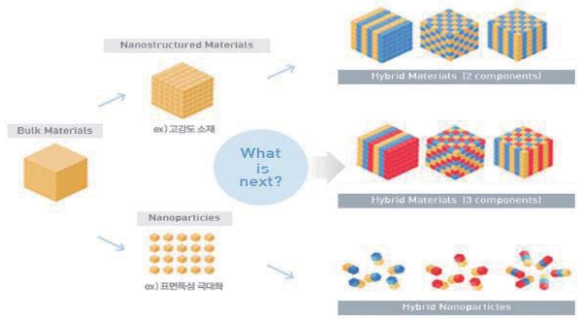
연구단 개요

연 구 단 명	(재)하이브리드 인터페이스 기반 미래소재연구단
설 립 일	2013년 11월 26일
연 구 단 장	김광호
사 업 명	글로벌프런티어사업
주 관 부 처	과학기술정보통신부
총연구기간	2013.09.25 ~ 2022.08.31 (9년)
참 여 기 관	부산대학교, 서울대학교, KAIST, 연세대학교, 고려대학교, 한양대학교, 포항공과대학교, GIST, 성균관대학교, 부경대학교, 강원대학교, 이화여자대학교, 한국해양대학교, 제주대학교, 전남대학교, 영남대학교, 재료연구소, 한국화학연구원, 한국세라믹기술원 (16개대학, 3개연구소)

HIM 이란?

하이브리드 인터페이스 기반 미래소재 (Hybrid Interface Materials : HIM)

서로 다른 이종물질이나 이종소재간의 전지, 원자, 분자 수준의 구조적 연결 기술과 새로운 기능이 발현될 수 있도록 인터페이스 물질 및 볼륨의 설계-창제-평가를 통하여 다양한 고기능, 융복합기능 및 과거에 없었던 새로운 기능의 미래소재를 창출하는 신연구기술입니다. 세계1등 원천 소재 기술로부터 혁신기능부품, 제품, 신산업 창출의 비전으로 도약하고 있습니다.



기대효과

- ◆ 6T 기반 다양한 산업에 핵심구동기술로 작용
- ◆ 전기차 상용화, 희토류 및 한계자원 무기화, 셰일가스시대 도래와 같은 국가 사회적 이슈 해결
- ◆ 반도체, 자동차, 원자력, 중공업 등 주력 산업의 고도화에 적극 기여할 수 있는 산업기술 창출
- ◆ 우주항공 산업, 미래의 IT 산업 등 한국형 신산업창출에 기여

사업 성과

기술이전		창업	특허등록			특허출원			SCI 논문	
건수	기술료 (억원)		국내	국외	계	국내	국외	계	편수	mrnIF (JCR2015)
30	3,712.1	5	51	16	67	148	45	193	658	83.89

○ LG화학 등 30건의 기술이전으로 기술료 37.121억원 달성.
○ 연구단 우수성과의 직접 사업화를 위한 5건의 벤처기업 설립.
(알파그래핀㈜, ㈜시그마 포토닉스, ㈜투디, HIMTECH, ㈜파인툴스)
○ 특허등록 67건(국내 51건, 국외 16건), 출원 193건(국내 148건, 국외 45건).
○ Nature, Nature Materials, Nature Physics, Science, Energy & Environmental Science 등 SCI 논문 658편 게재.

과학기술정보통신부 글로벌프론티어사업
(재)하이브리드 인터페이스 기반 미래소재연구단
(609-735) 부산광역시 금정구 부산대학로 63번길 2 (장전동) 부산대학교 효원산학협동관 6층
전화 : 051)510-3392~3 팩스 : 051)518-3360 이메일 : gfhim@hanmail.net
COPYRIGHT © 2013 HYBRID INTERFACE MATERIALS. ALL RIGHTS RESERVED.

Rigaku

첨단 분석의 현장,
㈜한국아이티에스가 있습니다.

XRD

Thermal Analyzer

XRF

KITS (주)한국아이티에스 Korea I.T.S. Co., Ltd.
서울특별시 강남구 자곡로 174-10 (자곡동 649), 강남에이스타워 920호
Tel. 02-421-4022 | E-mail. kits@koreaits.com | www.koreaits.com

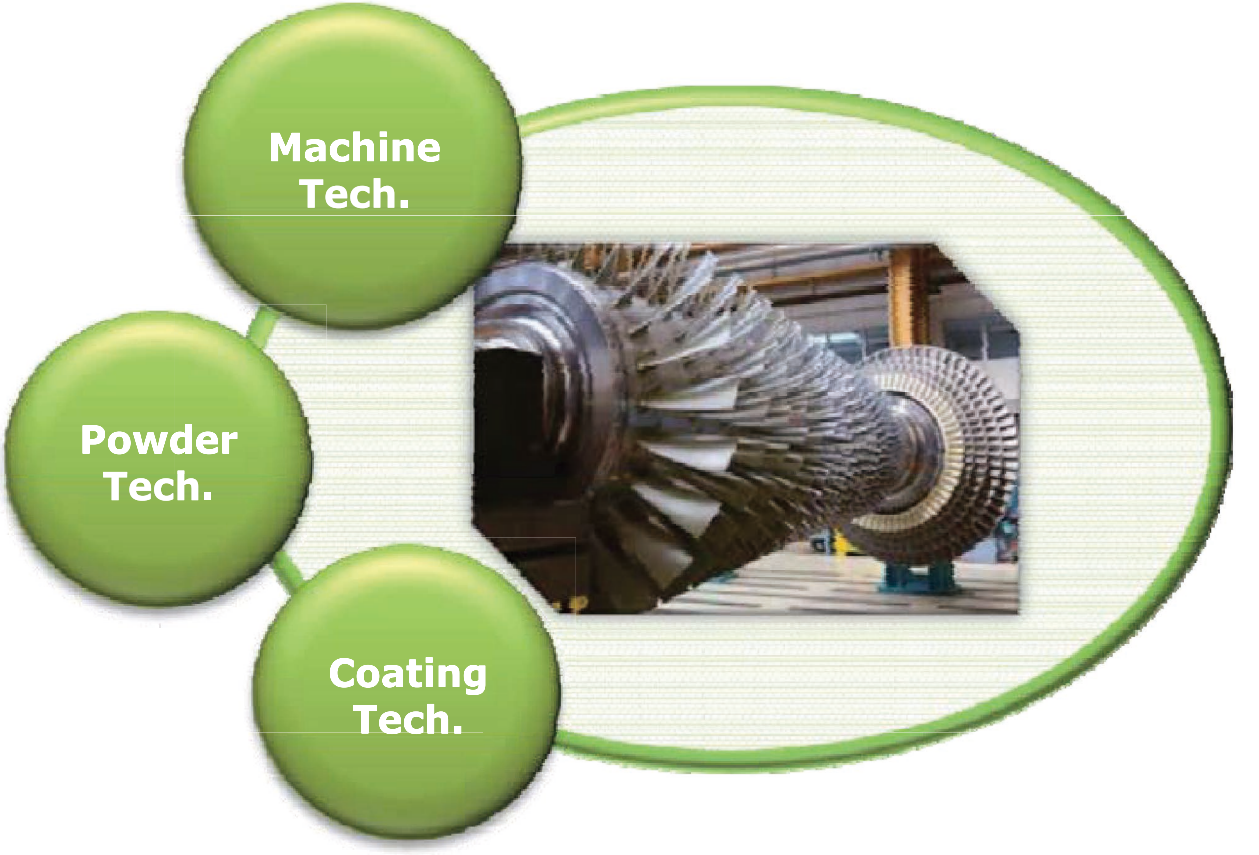
Home page : www.sewon-hf.com

Tel. : 063-211-0828

주식회사 세원하드페이싱

SEWON HARDFACING

Global Leader in Thermal Spray Coating



2018 한국세라믹학회 춘계학술대회

여성세라미스트 멘토링 워크숍

▣ 일 시 : 2018년 4월 12일(목) 14:00~16:00

▣ 장 소 : 창원컨벤션센터 진행: 이연승 교수(한밭대)

14:00-14:05 축 사 / 김득중 한국세라믹학회 회장

14:05-15:00 멘토링 특강 **김경자 박사**

- 한국세라믹기술원 기업지원본부 본부장
- 여성가족부 청년여성 멘토링 대표멘토
- 과학기술정보통신부 연구개발특구위원회 위원
- 성균관대 무기화학 박사

"내인생" 뛰어들기

부제: 세라미스트, 열어놓고 연결하라

15:00-16:00 융합시대 차세대 여성과학기술자를 위한 멘토링

❖ 멘토링 등록 참석자 기념품 증정

THE KOREAN CERAMIC SOCIETY
한 국 세 라 믹 학 회
여성세라미스트부회
WOMEN CERAMISTS DIVISION

KOFWST Since 2003 한국여성과총

본 사업은 과학기술진흥기금 및 복권기금의 지원을 받아 수행합니다.

Plenary Lecture I

CECO Room 301+302, Apr. 12, Thu., AM 11:40-12:20

Material-genome perspective towards robust T/EBC materials

Dr. Jingyang Wang

High-performance Ceramics Division, Shenyang National Laboratory for Materials Science, Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, Shenyang, China

Plenary Lecture II

CECO Room 301+302, Apr. 13, Fri., AM 11:20-12:00

Hybrid Interface Materials for Future Innovations

김광호 교수

부산대학교 재료공학부

2018 Spring Meeting of
The Korean Ceramic Society

2018 한국세라믹학회 춘계학술대회

일시_ 4월 11일(수) ~ 13일(금)

장소_ CECO (창원컨벤션센터)

후원_ 한국과학기술단체총연합회 KOFST | THE KOREAN FEDERATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY SOCIETIES

경상남도 GYEONGNAM

창원시

경남컨벤션뷰로 GYEONGNAM CVB

THE KOREAN CERAMIC SOCIETY
한국세라믹학회

"이 발표 논문집은 2018년도 정부재원(과학기술진흥기금 및 복권기금)으로 한국과학기술단체총연합회의 지원을 받아 발간되었음"

모시는 말씀

모시는 글

존경하는 한국세라믹학회 회원 여러분!

새봄을 맞이하여 회원 여러분의 건승을 기원합니다.

한국세라믹학회는 2018년 춘계학술대회 및 총회를 4월 11일(수)부터 13일(금)까지 창원시에 위치한 창원컨벤션센터(CECO)에서 개최합니다. 그동안 노력하여 얻은 연구 성과를 발표하고 회원 간의 친목을 다지는 교류의 장 및 세라미스트 축제의 장으로 승화 되도록 노력하겠습니다.

또한 2018년 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 김광호 교수님(부산대학교), Prof. Jingyang Wang(Chinese Academy of Sciences (CAS) 2분의 기조 강연, 일반 세션 및 주제별 심포지엄을 포함하여 약 600여 편의 연구논문이 발표될 예정입니다. 또한 대회 기간 중 젊은 꿈나무인 세라믹 전공 대학원생들을 위한 많은 시상과 경품을 준비하였습니다.

여러 업무에 바쁘시겠지만 창원컨벤션센터에서 열리는 한국세라믹학회 2018년 춘계학술대회에 참석하시어 창원 및 진해 지역의 벚꽃 향연을 만끽하고, 활발한 토론 및 연구 정보에 대한 교류를 나누는 유익한 시간이 되도록 저희 학술대회 조직위원들은 최선을 다 하겠습니다.

본 춘계학술대회의 성공적인 개최를 위하여 회원 여러분들의 많은 참여와 성원을 부탁드리며, 건강한 모습으로 만나 뵙기를 기원합니다.

2018년 한국세라믹학회 춘계 학술대회 조직위원회 위원 일동

2018 한국세라믹학회 춘계 학술대회 조직위원회

2018년 4월 11일(수) ~ 13일(금) | CECO (창원컨벤션센터)

【 조직위원장 】

· 배동식(창원대)

【 조직부위원장 】

· 박주석(한국세라믹기술원) · 신현정(성균관대학교) · 이기성(국민대학교)

【 학술분과 조직위원회 】

· 권도균(한국항공대학교) · 권용우(홍익대학교) · 송인혁(재료연구소) · 오민욱(한밭대학교)
· 장호원(서울대학교) · 정대용(인하대학교) · 정현석(성균관대학교)

【 행사분과 조직위원회 】

· 공영민(울산대학교) · 구본흔(창원대학교) · 김명호(창원대학교) · 김창열(한국세라믹기술원)
· 윤석영(부산대학교) · 이순일(창원대학교) · 정연길(창원대학교) · 최종진(재료연구소)
· 황규홍(경상대학교) · 한병동(재료연구소)

【 사업/전시분과 조직위원회 】

· 김경자(한국세라믹기술원) · 김광호(부산대학교) · 박상환(KIST) · 서원선(한국세라믹기술원)
· 윤희숙(재료연구소) · 이성민(한국세라믹기술원) · 이세훈(재료연구소) · 태원필(울산테크노파크)
· 하조웅((주)이노세라) · 황해진(인하대학교)

【 심포지엄 Organizer 】

구분		심포지엄	조직위원장
G1	전자세라믹스		권도균 교수(항공대)
	S11	유전체 세라믹스 소재 응용 및 개발 전략	권도균 교수(항공대), 조욱 교수(UNIST), 정대용교수(인하대)
	S12	멤컴퓨팅 소재/소자 심포지엄	함문호 교수(GIST)
	S13	원자층증착법	허재영교수(전남대), 한정환교수(서울과기대)
G2	에너지환경 세라믹스		김진영 교수(서울대)
	S21	수퍼스타 SOFC 시즌3: 희망을 연구하라	이종호 박사(KIST), 이기태 교수(전북대)
	S22	유무기 하이브리드 태양전지용 세라믹스	김진영 교수(서울대)
	S23	2차 전지용 세라믹스	김동완 교수(고려대)
	S24	열전 변환 소재, 모듈 및 시스템	이순일 교수(창원대), 신원호 박사(KICET)
G3	엔지니어링 세라믹스		이승용 박사(KIST)
	S31	열환경차폐 코팅 소재, 공정 및 적용기술	오윤석 박사(KICET), 이성훈 박사(KIMS)
	S32	극한환경용 세라믹스	이세훈 박사(KIMS)
G4	나노융합 세라믹스		이관형 교수(연세대)
	S41	나노구조 반도체 재료 가스센서	이종흔 교수(고려대)
	S42	2차원 소재 및 응용	김선국 교수(성균관대)
	S43	하이브리드나노소재 및 공정	이정우 교수(부산대)
G5	바이오 세라믹스		변재철 교수(연세대)
	S51	세라믹 3D 프린팅	윤희숙 박사(KIMS)
G6	유리 및 비정질 세라믹스		신현정 교수(성균관대)
G7	내화물 및 시멘트 세라믹스		이승헌 교수(군산대)
G8	전산재료과학 및 재료분석		이동화 교수(포항공대)
	S81	계산과학 기능 소재	오민욱 교수(한밭대)
G9	생활 및 전통 세라믹스		
SS1	여성세라미스트멘토링 워크숍		이종숙 교수(전남대), 이연승 교수(한밭대)
SS2	제2회 첨단세라믹과 박막 국제 심포지엄		배동식 교수(창원대), 황규홍 교수(경상대)

목 차

일정표 4

초록 전문

- 구두 발표 57
- 포스터 발표 I (목) 107
- 포스터 발표 II (금) 149

발표자 리스트 187

좌장 리스트 199

전시업체 리스트 203

일정표

2018년 4월 11일(수)

수(4/11)	
16:00-18:00	등록
18:00-20:00	Welcome Reception

2018년 4월 12일(목)

목(4/12)	600A	600B	602	603	604	605	606	607	700A	700B
08:00-17:00	등록									
08:30-09:00	G1. 전자세라믹스 (권도균/항공대)	G2. 에너지환경 세라믹스 (김진영/서울대)	G5. 바이오세라믹스 (변재철/연세대)	G6. 유리 및 비정질 세라믹스 (신현정/성균관대)	G4. 나노융합 세라믹스 (이관형/연세대)	S81. 계산과학 기능소재 (오민욱/한밭대)		G3. 엔지니어링 세라믹스 (이승용/KIST)	S41. 나노구조 반도체 재료 가스센서 (이종흔/고려대)	G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스 (이승헌/군산대)
09:00-09:30										
09:30-10:00										
10:00-10:30										
10:30-11:00										
11:00-11:30										
11:40-12:20	기조강연I (301+302) Jingyang Wang(Chinese Academy of Sciences) "Material-genome Perspective towards Robust T/EBC Materials"									
12:20-13:30	Lunch									
13:30-14:00	S21. 수퍼스타 SOFC 시즌3: 희망을 연구하라 (이종호/KIST, 이기태/전북대)	SS1. 여성세라미스트 멘토링 워크숍 (이종숙/전남대, 이연승/한밭대)	S11. 유전체세라믹스 소재응용 및 개발전략 (권도균/항공대, 조 욱/UNIST, 정대용/인하대)	S12. 멤컴퓨팅 소재/소자 심포지엄 (함문호/GIST)	S13. 원자층 증착법 (허재영/전남대, 한정환/서울과기대)	S24. 열전 변환 소재, 모듈 및 시스템 (이순일/창원대, 신원호/KICET)	S42. 2차원소재 및 응용 (김선국/성균관대)	SS2. 제2회 첨단 세라믹과 박막 국제 심포지엄 (배동식/창원대, 황규홍/경상대)	S41. 나노구조 반도체 재료 가스센서 (이종흔/고려대)	S71. 건설산업 환경변화에 따른 포틀랜드 시멘트 산업의 대응전략 (이승헌/군산대)
14:00-14:30										
14:30-15:00										
15:00-15:30										
15:30-16:00										
16:00-16:30										
16:30-17:00	기기전시 투어 및 포스터 집중심사 (컨벤션III)									
17:00-17:30										
17:30-18:00	총회 (301+302)									
18:00-20:00	세라미스트의 밤 (컨벤션홀 I-II)									

일정표

2018년 4월 13일(금)

금(4/13)	600A	600B	602	604	605	606	607	700A	700B
08:00–17:00	등록								
08:30–09:00	S51. 세라믹 3D 프린팅 (윤희숙/KIMS)	S43. 하이브리드 나노소재공정 (이정우/부산대)	S11. 유전체세라믹스 소재응용 및 개발전략 (권도균/항공대, 조 욱/UNIST, 정대용/인하대) G1. 전자세라믹스 (권도균/항공대)	S22. 유무기 하이브리드 태양전지용 세라믹스 (김진영/서울대)	S23. 2차 전지용 세라믹스 (김동완/고려대)	G8. 전산재료과학 및 재료분석 (이동화/포항공대)	G3. 엔지니어링 세라믹스 (이승용/KIST)	S31. 열환경차폐 코팅 소재, 공정 및 적용기술 (오윤석/KICET, 이성훈/KIMS)	S32. 극한환경용 세라믹스 (이세훈/KIMS)
09:00–09:30									
09:30–10:00									
10:00–10:30									
10:30–11:00									
11:00–11:15									
11:20–12:00	기조강연Ⅱ (301+302) 김광호(부산대) "Hybrid Interface Materials for Future Innovations"								
12:00–12:20	특별강연 (301+302) Fei Chen(Wuhan Univ. Technol.) "Field Assisted Sintering of Garnet-type $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ Solid Electrolyte for All Solid-State Batteries"								
12:20–12:40	특별강연Ⅱ (301+302) 유상우(경기대) "Porous Black Metal for Electrochemical Applications"								
12:40–13:30	Lunch								
13:30–14:00	기기전시 투어 및 포스터 집중심사 (컨벤션Ⅲ)								
14:00–14:30									
14:30–15:00	S51. 세라믹 3D 프린팅 (윤희숙/KIMS)	S43. 하이브리드 나노소재공정 (이정우/부산대)	G1. 전자세라믹스 (권도균/항공대)					S31. 열환경차폐 코팅 소재, 공정 및 적용기술 (오윤석/KICET, 이성훈/KIMS)	S32. 극한환경용 세라믹스 (이세훈/KIMS)
15:00–15:30									
15:30–16:00									
16:00–16:30									
16:30–17:00	시상 및 경품추첨, 폐회 (607)								

일반세션 및 심포지엄 발표 일정

세션구분		세션명	Organizer	발표 일자	방번호
G1	전자세라믹스		권도균 교수(항공대)	목(08:30–11:15)	600A
				금(08:30–16:30)	602
	S11	유전체 세라믹스 소재 응용 및 개발 전략	권도균 교수(항공대), 조 욱 교수(UNIST), 정대용 교수(인하대)	목(13:30–16:45)	602
				금(08:30–11:15)	602
	S12	멤컴퓨팅 소재/소자 심포지엄	함문호 교수(GIST)	목(13:30–16:45)	603
	S13	원자층 증착법	허재영 교수(전남대), 한정환 교수(서울과기대)	목(13:30–16:15)	604
G2	에너지환경세라믹스		김진영 교수(서울대)	목(08:30–11:15)	600B
	S21	수퍼스타 SOFC 시즌3: 희망을 연구하라	이종호 박사(KIST), 이기태 교수(전북대)	목(13:30–16:30)	600A
	S22	유무기 하이브리드 태양전지용 세라믹스	김진영 교수(서울대)	금(09:10–11:15)	604
	S23	2차 전지용 세라믹스	김동완 교수(고려대)	금(09:30–11:30)	605
	S24	열전 변환 소재, 모듈 및 시스템	이순일 교수(창원대) 신원호 박사(KICET)	목(13:30–16:30)	605
G3	엔지니어링세라믹스		이승용 박사(KIST)	목(08:30–11:15)	607
				금(09:00–10:45)	607
	S31	열환경차폐 코팅 소재, 공정 및 적용기술	오윤석 박사(KICET), 이성훈 박사(KIMS)	금(08:30–15:45)	700A
	S32	극한환경용 세라믹스	이세훈 박사(KIMS)	금(08:30–16:40)	700B
G4	나노융합세라믹스		이관형 교수(연세대)	목(08:42–11:30)	604
	S41	나노구조 반도체 재료 가스센서	이종흔 교수(고려대)	목(09:00–16:30)	700A
	S42	2차원 소재 및 응용	김선국 교수(성균관대)	목(13:30–16:00)	606
	S43	하이브리드 나노소재 및 공정	이정우 교수(부산대)	금(08:30–16:30)	600B
G5	바이오 세라믹스		변재철 교수(연세대)	목(09:00–11:30)	602
	S51	세라믹 3D 프린팅	윤희숙 박사(KIMS)	금(08:30–16:45)	600A
G6	유리 및 비정질 세라믹스		신현정 교수(성균관대)	목(08:30–11:15)	603
G7	내화물 및 시멘트 세라믹스		이승헌 교수(군산대)	목(09:45–11:30)	700B
	S71	건설산업 환경변화에 따른 포틀랜드 시멘트 산업의 대응전략	이승헌 교수(군산대)	목(13:30–16:40)	700B
G8	전산재료과학 및 재료분석		이동화 교수(포항공대)	금(09:00–11:05)	606
	S81	계산과학 기능 소재	오민욱 교수(한밭대)	목(08:30–11:30)	605
SS1	여성 세라미스트 멘토링 워크숍		이종숙 교수(전남대) 이연승 교수(한밭대)	목(14:30–16:30)	600B
SS2	제2회 첨단세라믹과 박막 국제 심포지엄		배동식 교수(창원대), 황규홍 교수(경상대)	목(13:30–17:00)	607

일 정 표

구두발표

Room 600A

2018년 4월 12일(목)

08:00-17:00 등록

G1. 전자 세라믹스
(Organizer: 권도균/항공대)

좌장: 류정호(영남대)

G1-1 Effect of Bi-contents on the Piezoelectric and Electrical Properties of Lead-free $BiFeO_3$–$BaTiO_3$ Ceramics
08:30-08:45 이명환*, 김다정, 최해인, Muhammad Habib, 송태권, 김명호, 김원정 (*창원대*)

G1-2 Piezoelectric and Ferroelectric Properties of the Bulk Ceramics and Thick Film in $BiFeO_3$ – $BaTiO_3$ System
08:45-09:00 김다정*, 이명환, 송태권, 김명호 (*창원대*)

G1-3 Soft/hard계 PZT-PZNN 압전 세라믹의 저온 소결 및 압전 에너지 하베스터 적용
09:00-09:15 조소라[1*], 김대수[2], 조유리[3], 손신중[3], 강형원[3], 남 산[1], 한승호[3] ([1]*고려대*, [2]*호서대*, [3]*전자부품연구원*)

G1-4 Enhanced Piezoelectric Properties of $(Na_{0.5}K_{0.5})(Nb_{1-x}Sb_x)$–$CaZrO_3$ Pb-free Piezoelectric Ceramics with Polymorphic Phase Boundary
09:15-09:30 이규탁*, 남 산, 김대현 (*고려대*)

G1-5 Structural and Electric Properties of a Lead-free Piezoelectric Thin Film Deposited by Electrophoresis Using Inorganic Nanosheets
09:30-09:45 임미르*, 권상효, 이웅희, 남 산 (*고려대*)

09:45-10:00 Coffee Break

좌장: 송현철(KIST)

G1-6 두께 변화에 의한 압전 PMN-PT 단결정의 유전 및 압전 특성 변화 (*invited*)
10:00-10:30 이호용[1*], 오현택[2], 김문찬[2], 주현재[2] ([1]*선문대*, [2]*(주)세라콤*)

G1-7 Effect of the Degree of Alignment in the Flexible Lead-free Piezoelectric Nanofibers on the Piezoelectric Characteristics
10:30-10:45 지상현[1*], 조용수[2], 윤지선[1] ([1]*한국세라믹기술원*, [2]*연세대*)

G1-8 압전소재와 자왜소재를 적층하여 제작한 자기전기에너지 하베스터의 특성
10:45-11:00 조유리*, 강형원, 한승호, 김대수, 손신중 (*전자부품연구원*)

G1-9 다양한 공진주파수에서 작동 가능하도록 설계된 압전 에너지 하베스팅 모듈
11:00-11:15 손신중*, 강형원, 한승호, 김대수 (*전자부품연구원*)

11:40-12:20 기조강연 (301+302)

좌장: 김형태(KICET)

PL-1 **"Material-genome Perspective towards Robust T/EBC Materials"**
Jingyang Wang(Chinese Academy of Sciences)

12:30-13:30 Lunch

S21. 수퍼스타 SOFC 시즌3: 희망을 연구하라
(Organizer: 이종호/KIST, 이기태/전북대)

좌장: 이기태(전북대)

S21-1 Enhancing Long-Term Stability of Stabilized Bismuth Oxides via Physicochemical Manipulation
13:30-13:55 Byung-Hyun Yun[1*], SeungJin Jung[2], Incheol Jung[1], Chan-Woo Lee[3], WooChul Jung[2], and Kang Taek Lee[1] ([1]*DGIST*, [2]*KAIST*, [3]*KIER*)

S21-2 연료극 지지형 고체산화물 연료전지의 중저온 작동을 위한 박막 전해질 공정에 관한 연구
13:55-14:20 강성민[1*], 김유성[2], 배중면[1] ([1]*KAIST*, [2]*서울대*)

S21-3 A Study on Redox Reaction Kinetics of Ni-YSZ Anode for Solid Oxide Fuel Cells
14:20-14:45 박재우*, 박윤태, 이기태 (*전북대*)

S21-4 Improved Performance of Metal-decorated SOFC Anode via Atomic Layer Deposition
14:45-15:10 서종수[1*], Nikolai[1], 김정환[2], 지상훈[3], 정우철[1] ([1]*KAIST*, [2]*KIMS*, [3]*한국건설기술연구원*)

15:10-15:15 Coffee Break

구두발표

Room 600A

2018년 4월 12일(목)

S21-5 Proton Conducting Electrolyte with Improved Proton Conductivity and Chemical Stability
15:15-15:40 김혜성*, 배형빈, 정성윤 (*KAIST*)

S21-6 High Performance from Thin Film Protonic Ceramic Fuel Cells
15:40-16:05 최형종[1*], 최현락[1], 한권덕[1], 김동환[1], 윤성원[1], 배기호[1], 이종호[2], 심준형[1] ([1]*고려대*, [2]*KIST*)

S21-7 Hybrid-solid oxide Electrolysis Cell: Highly Efficient Hydrogen Production Using Mixed-ion(H^+/O^{2-}) Conducting Oxide
16:05-16:30 김준영*, 김건태 (*UNIST*)

16:30-17:30	기기전시 투어 (컨벤션Ⅲ)
17:30-18:00	총회 (301+302)
18:00-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀 Ⅰ+Ⅱ)

구두발표

Room 600B

2018년 4월 12일(목)

08:00-17:00 등록

G2. 에너지환경 세라믹스
(Organizer: 김진영/서울대)

좌장: 노준홍(고려대)

G2-1 높은 종횡비를 갖는 Fe2O3 나노로드와 열 증기법으로 코팅된 g-C3N4의 z-scheme 헤테로구조 메커니즘과 광촉매 응용분야에 대한 연구
08:30-08:45 강수희*, 장준영, 이선영 (*한양대*)

G2-2 VOCs 흡착로터용 압출형 제올라이트 허니컴의 강도향상 연구
08:45-09:00 최광일*, 김명중, 이성진 (*(주)아이비머티리얼즈*)

G2-3 Structural and Residual Stress Analysis of Dual-phase GDC-LSCF Composites
09:00-09:15 Kati[1]*, 김세영[1], 김수현[1], 성영훈[1], 이슬희[2], 최재형[1] ([1]*KIER*, [2]*연세대*)

G2-4 Study of Surface Nanoparticle Formation by Selective Phase Transition in $Sr_{0.98}Ti_{0.95}Me_{0.05}O_{3-d}$(Me=Mn, Fe, Co, Ni, and Cu) Thin-films
09:15-09:30 김준규*, 구본재, 정우철 (*KAIST*)

G2-5 High-performance Piezoelectric Nanogenerators Based on Polymer-Ceramic Composite
09:30-09:45 이은정[1]*, 김태윤[2], 김상우[2], 정선호[1], 최영민[1], 이수연[1] ([1]*KRICT*, [2]*성균관대*)

G2-6 Surface Modification of Ceramic Membranes for the Application of Water Treatment
09:45-10:00 이종만*, 하장훈, 송인혁 (*KIMS*)

10:00-10:15 Coffee Break

좌장: 김진영(서울대)

G2-7 Exceptionally Eenhanced Electrode Activity of $(Pr,Ce)O_{2-d}$-based Cathodes for Thin-film Solid Oxide Fuel Cells
10:15-10:30 서한길*, 최윤석, 정우철 (*KAIST*)

G2-8 Electrochemical Performance of Amorphous Carbon Coated α-Fe_2O_3/expanded Graphite Composite as Anode Active Materials for Lithium Ion Batteries
10:30-10:45 박윤태*, 이기태 (*전북대*)

G2-9 High Performance Triboelectric Nanogenerators using Composite of Ferroelectric and High Dielectric Materials
10:45-11:00 정재환*, 승완철, 윤홍준 (*성균관대*)

G2-10 Characterization of $MgMnO_{3-\delta}$ as Oxygen Carrier Material for Chemical Looping Combustion
11:00-11:15 황종하[1]*, 이기태[2] ([1]*(주)코씸*, [2]*전북대*)

11:40-12:20 기조강연 (301+302)

좌장: 김형태(KICET)

PL-1 **"Material-genome Perspective towards Robust T/EBC Materials"**
Jingyang Wang(Chinese Academy of Sciences)

12:30-13:30 Lunch

SS1. 여성 세라미스트 워크숍
(Organizer: 이종숙/전남대, 이연승/한밭대)

14:00-14:05 진행: 이연승 교수(한밭대)

▣ 축사
김득중(한국세라믹학회 회장)

14:05-15:00 멘토링 특강
"내인생" 뛰어들기 (부제: 세라미스트여, 열어놓고 연결하라)
김경자(KICET)

구두발표

Room 600B

2018년 4월 12일(목)

15:00-16:00	융합시대 차세대 여성과학기술자를 위한 멘토링
16:30-17:30	기기전시 투어 (컨벤션Ⅲ)
17:30-18:00	총회 (301+302)
18:00-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀 Ⅰ+Ⅱ)

구두발표

Room 602

2018년 4월 12일(목)

08:00-17:00 등록

G5. 바이오 세라믹스
(Organizer: 변재철/연세대)

좌장: 이진형(KICET)

G5-1 Comparison on Substitution Limit of Various Divalent Ions in OCPs Synthesized by Slow and Fast Techniques
09:00-09:15 이맘아크발*, 김주성, 이승엽 (*영남대*)

G5-2 Expansion of the Inter-planar Spacing of OCP Synthesized from DCPD with Dicarboxylic Acids
09:15-09:30 이승엽*, 김석영 (*영남대*)

G5-3 Bio-application of Parylene passivation layer coated in situ-synthesized Cadmium Sulfide Nanowires Photosensor
09:30-09:45 김홍래*, 변재철 (*연세대*)

G5-4 Ball Mill Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Improving Enzyme Digestibility; Current Status and Challenges (*invited*)
09:45-10:10 이진형* (*KICET*)

10:10-10:20 Coffee Break

좌장: 황이택(KICET)

G5-5 Stabilized Multi- and Chemo- Enzymatic Systems for Biomimetic Transformation of Carbon Dioxide (*invited*)
10:20-10:45 황이택[1*], 구만복[2] ([1]*KICET*, [2]*고려대*)

G5-6 Comparison of Graphene and Ruthenium Oxide Modified Electrode for Photosynthetic Electron Harvesting
10:45-11:00 홍현욱[1*], 이장미[2], 윤재형[1], 김용재[1], 김선일[1], 황성주[2], 류원형[1] ([1]*연세대*, [2]*이화여대*)

G5-7 Preparation and Characterization of OCP/Gelatin Composite Cross-linked with HRP for Bone Tissue Engineering
11:00-11:15 MERTAMANI RIESSA NANDA*, 김석영 (*영남대*)

G5-8 TiO_2 Nanowire Chip for MALDI-TOF Analysis of Small Biomolecule
11:15-11:30 박종민*, 변재철 (*연세대*)

11:40-12:20 기조강연 (301+302)

좌장: 김형태(KICET)

PL-1 **"Material-genome Perspective towards Robust T/EBC Materials"**
Jingyang Wang(Chinese Academy of Sciences)

12:30-13:30 Lunch

S11. 유전체 세라믹스 소재 응용 및 개발 전략
(Organizer: 권도균/항공대, 조 욱/UNIST, 정대용/인하대)

좌장: 정대용(인하대)

S11-1 전자화, 디지털화에 따른 전자부품의 수요 증가 현황과 MLCC의 현재와 향후 추세 (*invited*)
13:30-14:00 김민기*, 윤중락 (*삼화콘덴서공업(주)*)

S11-2 후막 세라믹 기술의 발전 동향과 압전 및 유전 소재 응용 (*invited*)
14:00-14:30 신효순* (*KICET*)

S11-3 2-dimensional Dielectric Nanosheets for Next-generation Electronicdevices (*invited*)
14:30-15:00 최지원* (*KIST*)

15:00-15:15 Coffee Break

좌장: 조욱(UNIST)

S11-4 Dielectric Ceramics and Related Technologies for Pulse Energy Storage Capacitors (*invited*)
15:15-15:45 권도균* (*한국항공대*)

S11-5 Thermo-Magneto-Electric Generator for Low-grade Thermal Energy (*invited*)
15:45-16:15 송현철[1*], Deepam Maurya[2], Shashank Priya[3] ([1]*KIST*, [2]*Virginia Tech.*, [3]*Penn. State Univ.*)

S11-6 Determination of Electronic and Ionic Conductivity in Dielectric Materials (*invited*)
16:15-16:45 이순일* (*창원대*)

구두발표

Room 602

2018년 4월 12일(목)

16:30-17:30	기기전시 투어 (컨벤션Ⅲ)
17:30-18:00	총회 (301+302)
18:00-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀 Ⅰ+Ⅱ)

구두발표

Room 603

2018년 4월 12일(목)

08:00-17:00 등록

G6. 유리 및 비정질 세라믹스
(Organizer: 신현정/성균관대)

좌장: 최용규(항공대)

G6-1 Ge-Sb-S-Se 유리의 적외선 투과단 및 굴절률 분산 거동
08:30-08:45 이준호[1*], 이우형[1], 김 현[1], 신상열[1], 이지인[1], 최주현[2], 최용규[1] (*[1]항공대, [2]KOPTI*)

G6-2 Al_2O_3슬러리를 이용한 스프레이 공법에 따른 화학강화유리의 제조 및 특성
08:45-09:00 임현태[1,2*], 권민형[1], 김선욱[1], 김진호[1], 배동식[2], 황종희[1,*] (*[1]KICET, [2]창원대*)

G6-3 방사 조건에 따른 석탄폐석을 함유한 AR-glass 섬유의 특성
09:00-09:15 이지선[1,2*], 김진호[2], 임태영[2], 이미재[2], 이영진[2], 전대우[2], 현승균[1] (*[1]인하대, [2]KICET*)

G6-4 Thermal History-driven Glass Structure Variations in Alumino-borosilicate Glass System
09:15-09:30 백지연*, 신승호, 김선효, 조중욱 (*POSTECT*)

G6-5 SiC 첨가 시 CaO-SiO_2-CaF_2계 몰드플럭스의 전단박화능 변화 관찰을 위한 유변학적 및 구조적 분석 연구.
09:30-09:45 정영찬*, 조중욱, 신승호 (*POSTECT*)

09:45-10:00 Coffee Break

G6-6 빛을 이용한 유리 내 양자점 형성 및 포토닉스 응용
10:00-10:15 허 종*, 소병진 (*POSTECT*)

G6-7 고색재현 범위 구현을 위한 Eu^{3+}-Tb^{3+}가 동시 첨가된 Oxyfluoride 유리 UV-LED 색변환 소재
10:15-10:30 이한솔[1*], 최용규[2], Kenji Shinozaki[3], 정운진[1] (*[1]공주대, [2]항공대, [3]National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*)

G6-8 형광체 / 유리 복합체를 적용한 백색 LED 의 색상 조절
10:30-10:45 이승렬*, 허 종 (*POSTECT*)

G6-9 Nd^{3+}가 첨가된 인산염계 유리 프릿을 이용한 고색재현성 백색 LED용 후막형 Phosphor-in-Glass
10:45-11:00 김성현*, 한가람, 정운진 (*공주대*)

G6-10 레이저 조사를 통한 표면 개질 CdSe 양자점 석출
11:00-11:15 이호정*, 허 종 (*POSTECT*)

11:40-12:20 기조강연 (301+302)

좌장: 김형태(KICET)

PL-1 **"Material-genome Perspective towards Robust T/EBC Materials"**
Jingyang Wang(Chinese Academy of Sciences)

12:30-13:30 Lunch

S12. 멤컴퓨팅 소재/소자 심포지엄
(Organizer: 함문호/GIST)

좌장: 함문호(GIST)

S12-1 First-principles Design of Memcapacitors for Neuromorphic Computation (*invited*)
13:30-14:00 이준희* (*UNIST*)

S12-2 격자 인장 된 SrMnO3 박막에서의 다중 정전용량 특성 발현 (*invited*)
14:00-14:30 이상한* (*GIST*)

S12-3 Hafnia Ferroelectric Device for Semiconductor Device Applications (*invited*)
14:30-15:00 전상훈* (*KAIST*)

15:00-15:15 Coffee Break

구두발표

Room 603

2018년 4월 12일(목)

S12-4 Resistive Switching Memories based on Halide Perovskites (*invited*)
15:15-15:45 장호원* (*서울대*)
S12-5 Memcapacitor-based Nonvolatile Memory and Artificial Synaptic Devices (*invited*)
15:45-16:15 윤태식* (*명지대*)
S12-6 Cognate Stateful Memristor Logic Gates (*invited*)
16:15-16:45 김경민* (*KAIST*)

16:30-17:30	기기전시 투어 (컨벤션Ⅲ)
17:30-18:00	총회 (301+302)
18:00-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀 Ⅰ+Ⅱ)

구두발표

Room 604

2018년 4월 12일(목)

08:00-17:00 등록

G4. 나노융합 세라믹스
(Organizer: 이관형/연세대)

좌장: 이관형(연세대)

G4-2 Transparent and Flexible Piezoelectric Nanogenerator with Shape-Modulated ZnO Nanorods on Graphene Electrodes
08:42-08:54 장한별[1*], 손명우[1], 이미소[1], 이웅[2], 함문호[1] ([1]*GIST*, [2]*창원대*)

G4-3 Ion Transport Membrane 제조를 위한 GDC (Gadolinium doped Ceria) 합성 연구
08:54-09:06 진연호*, 정우철, 최진주, 양재교 (*IAE고등기술연구원*)

G4-5 Viscoelasticity Behavior of Various Organo Silane Treated Ceramic Resins and Its Relationship with Mechanical Properties of 3D-printed Objects
09:18-09:30 송세연[1*], 이정우[2], 윤지선[1] ([1]*KICET*, [2]*부산대*)

G4-6 Stable, Non-Close-Packed Gold Nanowires with 6-Fold Rotational Symmetry
09:30-09:42 이선희*, 신현정, 배창득 (*성균관대*)

G4-7 Substrate-induced Doping and Strain Effect of Graphene
09:42-09:54 지은지* (*연세대*)

09:54-10:05 Coffee Break

좌장: 이승용(KIST)

G4-8 A New Paradigm for Graphene Synthesis: *Transfer-Free Large-Scale, High- Quality Graphene on Polyethylene Terephthalate (PET) Substrates* (*invited*)
10:05-10:30 윤순길*, 박병주 (*충남대*)

G4-9 Layer-by-layer Oxidation of MoS_2 using Oxygen Plasma Treatment
10:30-10:42 강소정[1*], Jianwu Shi[2], 정재환[1], 이관형[1] ([1]*연세대*, [2]*Henan Univ.*)

G4-10 Chemisorption-based Charge Transfer and CO_2 Detection in Graphen
10:42-10:54 손명우*, 김기현, 지상수, Francis Malar Auxilia, 함문호 (*GIST*)

G4-11 High Quality Monolayer Graphene Grown Directly at Low temperature via Thermal CVD
10:54-11:06 박병주*, 윤순길 (*충남대*)

G4-12 Photo-response Mechanism of Graphene-on-GaN Schottky Junction Photodiodes
11:06-11:18 이재형*, 박원일 (*한양대*)

G4-13 Atomically-precise Graphene Etch Masks for 3D Integrated Systems from 2D Material Heterostructures
11:18-11:30 권준영[1*], 손장엽[2] ([1]*연세대*, [2]*Univ. of Illinois, Urbana-Champaign*)

11:40-12:20 기조강연 (301+302)

좌장: 김형태(KICET)

PL-1 **"Material-genome Perspective towards Robust T/EBC Materials"**
Jingyang Wang(Chinese Academy of Sciences)

12:30-13:30 Lunch

16:30-17:30 기기전시 투어 (컨벤션Ⅲ)

17:30-18:00 총회 (301+302)

구두발표

Room 604

2018년 4월 12일(목)

S13. 원자층 증착법
(Organizer: 허재영/전남대)

좌장: 허재영(전남대)

S13-1 Block Copolymer-templated Hollow n-ZnO/p-Si nanodiode Arrays using Atomic Layer Deposition (*invited*)
13:30-13:55 권세훈* (*부산대*)

S13-2 Application of ALD to the 2D Materials and Devices (*invited*)
13:55-14:20 안지훈* (*한국해양대*)

S13-3 Energy-efficient and Reliable Multi-bit Resistive Switching in Al_2O_3/Ta_2O_5 Stacked Based Device (*invited*)
14:20-14:45 Jin Joo Ryu, Gun Hwan Kim* (*KRICT*)

14:45-15:00 Coffee Break

좌장: 한정환(서울과기대)

S13-4 Atomic Layer Deposition
: A Few Prospective Applications Aiming Mass-production after Surrent Si-based Semicondictor Process (*invited*)
15:00-15:25 박태주* (*한양대*)

S13-5 층상구조 주석황화물 박막의 원자층 증착법 (*invited*)
15:25-15:50 김성근* (*KIST*)

S13-6 Surface Energy Tuning by Atomic Layer Deposition for Hydrophobic Coating (*invited*)
15:50-16:15 Han-Bo-Ram Lee* (*Incheon Nat'l Univ.*)

16:30-17:30 기기전시 투어 (컨벤션Ⅲ)

17:30-18:00 총회 (301+302)

18:00-20:00 세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀 Ⅰ+Ⅱ)

구두발표

Room 605

2018년 4월 12일(목)

08:00-17:00 등록

S81. 계산과학 기능 소재
(Organizer: 오민욱/한밭대)

좌장: 오민욱(한밭대)

S81-1 Ab initio Study for Native Defects in PbTe (*invited*)
08:30-09:00 박성진[1*], 이민호[2], 류병기[1] ([1]*KERI*, [2]*Leibniz Institute for Solid State and Materials Reserarch Dresden*)

S81-2 First Principles Study on Optical and Electrical Properties of $BaSnO_3$ (*invited*)
09:00-09:30 강영호* (*KIMS*)

S81-3 고망간강 마르텐사이트 변태 시작 온도에 미치는 합금 원소 영향 (*invited*)
09:30-10:00 장재훈* (*KIMS*)

10:00-10:30 Coffee Break

S81-4 *p*-doping in MoS_2: Strain Engineering (*invited*)
10:30-11:00 최민석* (*인하대*)

S81-5 기계학습과 재료과학 (*invited*)
11:00-11:30 김권일* (*(주)c51*)

11:40-12:20 기조강연 (301+302)

좌장: 김형태(KICET)

PL-1 **"Material-genome Perspective towards Robust T/EBC Materials"**
Jingyang Wang(Chinese Academy of Sciences)

12:30-13:30 Lunch

S24. 열전 변환 소재, 모듈 및 시스템
(Organizer: 이순일/창원대, 신원호/KICET)

좌장: 김일호(교통대)

S24-1 전산과학을 통한 고성능 열전소재 및 열전소자 탐색 (*invited*)
13:30-13:50 류병기*, 정재환, 이재기, 박성진, 박종호, 김 현, 장정인, 이지은, 김봉서, 박수동 (*한국전기연구원*)

S24-2 Design of Multiple Defect Structures in Polycrystalline $(Bi,Sb)_2Te_3$ Alloys for Low Thermal Conductivity (*invited*)
13:50-14:10 김상일* (*서울시립대*)

S24-3 Solution-based Synthesis of 2D Heterostructured Nanoplates and their Thermoelectric Properties (*invited*)
14:10-14:30 민유호*, 한병동, 최종진, 안철우, 김종우, 황건태, 윤운하 (*KIMS*)

S24-4 Impurity-free, Mechanical Doping for the Reproducible Fabrication of the Reliable *n*-type Bi_2Te_3-based Thermoelectric Alloys (*invited*)
14:30-14:50 백승협* (*KIST*)

14:50-15:00 Coffee Break

좌장: 이순일(창원대), 신원호(KICET)

S24-5 Research Status of Bi-Te based Thermoelectric Nanocomposites using Carbon Nanomaterials (*invited*)
15:00-15:20 김경태* (*KIMS*)

S24-6 제조 공정변화가 Cu 첨가된 *n*형 Bi_2Te_3 열전박막의 이방성에 미치는 영향 (*invited*)
15:20-15:40 최순목[1*], 배상현[1], 김일호[2], 서원선[3], 신원호[3], 양승호[4], 노윤현[5] ([1]*한기대*, [2]*교통대*, [3]*KICET*, [4]*희성금속*, [5]*(주)블루시스*)

S24-7 급속응고 공정에 의한 고성능 열전소재 제조 (*invited*)
15:40-16:00 이규형[1*], 김성웅[2] ([1]*연세대*, [2]*성균관대*)

S24-8 Effect of Sintering Conditions on the Thermoelectric Properties for *n*-type $(Hf_{0.5}Zr_{0.5})_{0.7}Ti_{0.3}NiSn_{0.998}Sb_{0.002}$ Half-Heusler Compound
16:00-16:15 Nguyen Van Du[1*], Nguyen Van Du[1], Jamil[1], 신원호[1], 서원선[1], 김명호[2], Soonil Lee[2] ([1]*KICET*, [2]*창원대*)

S24-9 Synthesis and Thermoelectric Properties of $SrTiO_3$-RGO Composites
16:15-16:30 Jamil[1*], Woo Hyun Nam[1], Nguyen Van Du[1], Gul Rahman[2], Altaf Ur Rahman[2], Kyu Hyoung Lee[3], Won-Seon Seo[1], Weon Ho Shin[1], Myong Ho Kim[4], Soonil Lee[4] ([1]*KICET*, [2]*Quaid-i-Azam Univ.*, [3]*Yonsei Univ.*, [4]*Changwon Nat'l Univ.*)

구두발표

Room 605

2018년 4월 12일(목)

16:30-17:30	기기전시 투어 (컨벤션Ⅲ)
17:30-18:00	총회 (301+302)
18:00-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀 Ⅰ+Ⅱ)

구두발표

Room 606

2018년 4월 12일(목)

08:00-17:00	등록	
11:40-12:20	기조강연 (301+302)	좌장: 김형태(KICET)
PL-1	**"Material-genome Perspective towards Robust T/EBC Materials"** Jingyang Wang(Chinese Academy of Sciences)	
12:30-13:30	Lunch	
	S42. 2차원소재 및 응용 (Organizer: 김선국/성균관대)	

좌장: 김선국(성균관대)

S42-1 Chiral Atomically Thin Films (*invited*)
13:30-14:00 김철주* (*POSTECT*)

S42-2 Emulation of Synapse Using Vertical Floating Gate Memristor "TRAM" (*invited*)
14:00-14:30 유우종* (*성균관대*)

S42-3 Enhanced Performance of Flexible Transistors with 2D Material (*invited*)
14:30-15:00 권혁준* (*DGIST*)

S42-4 Defects Engineering of Transition Metal Dichalcogenides via Covalent and Non-covalent Approaches (*invited*)
15:00-15:30 박준홍[1*], Andrew C. Kummel[2] ([1]*IBS*, [2]*Univ. California*)

S42-5 Solution Processing of High-Performance and Scalable Metal-Chalcogenide Semiconductors (*invited*)
15:30-16:00 김명길[1*], 박성규[1], Tobin J. Marks[2] ([1]*중앙대*, [2]*Northwestern Univ.*)

16:30-17:30	기기전시 투어 (컨벤션Ⅲ)
17:30-18:00	총회 (301+302)
18:00-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀 Ⅰ+Ⅱ)

구두발표

Room 607

2018년 4월 12일(목)

08:00-17:00 등록

G3. 엔지니어링 세라믹스
(Organizer: 이승용/KIST)

좌장: 한병동(KIMS)

G3-1 투명 이트리아의 소결조제 첨가량의 영향
08:30-08:45 박영조[1*], 주린린, 김하늘, 고재웅, 김해두 (*KIMS*)

G3-2 Fabrication and Characterization of Highly Transparent Y_2O_3 Ceramics by Hybrid Sintering: A Combination of Hot Pressing and a Subsequent HIP Treatment
08:45-09:00 주린린*, 박영조, 김하늘, 고재웅, 김해두, 이재욱 (*KIMS*)

G3-3 투명 이트리아 세라믹스의 소결성 및 광학적 특성에 미치는 출발 원료 분말 특성의 영향
09:00-09:15 오현명[1*], 박영조[2], 김하늘[2], 고재웅[2], 이현권[1] ([1]*금오공과대*, [2]*KIMS*)

G3-4 상업용 분말을 이용한 이트리아-마그네시아 복합체의 소결 특성
09:15-09:30 고신일[1*], 김하늘[2], 최두현[3], 고재웅[2], 권세훈[1], 박영조[2] ([1]*부산대*, [2]*KIMS*, [3]*ADD*)

G3-5 YSZ 에어로젤 합성물을 활용한 열 차폐막
09:30-09:45 윤성원[1*], 김준우[1], 한권덕[1], 최현락[1], 지호일[2], 이종호[2], 심준형[1] ([1]*고려대*, [2]*KIST*)

09:45-10:00 Coffee Break

좌장: 박상환(KIST)

G3-6 탄화규소 기반 다공성 세라믹 분리막의 제조 및 특성평가
10:00-10:15 이수진*, 하장훈, Bukhari Syed Zaighum Abbas, 이종만, 송인혁 (*KIMS*)

G3-8 Damage Evaluation in Proton-irradiated SiC_f / SiC with Sc-nitrate and Al_2O_3-Y_2O_3 Sintering Additives
10:30-10:45 Amit Siddharth Sharma*,Pipit, 윤당혁 (*영남대*)

G3-9 Joining of SiCf/SiC using PCS and PSZ Preceramic Polyemers
10:45-11:00 정동혁*, Pipit,Amit Siddharth Sharma, 윤당혁 (*영남대*)

G3-10 Joining of SiC Monolith using a Thin MAX Phase Tape
11:00-11:15 Pipit*,Amit Siddharth Sharma, 정동혁, Arifin Septiadi, 윤당혁 (*영남대*)

11:40-12:20 기조강연 (301+302)

좌장: 김형태(KICET)

PL-1 **"Material-genome Perspective towards Robust T/EBC Materials"**
Jingyang Wang(Chinese Academy of Sciences)

12:30-13:30 Lunch

SS2. 제2회 첨단세라믹과 박막 국제 심포지엄
(Organizer: 배동식/창원대, 황규홍/경상대)

좌장: 한영환(Wuhan University of Technology)

SS2-1 Microstructural Evolution During the Densification of Polycarbosilane-derived SiC Ceramics without Additives
13:30-14:00 이지환[1], 장병국[2], 한영환[3], 김석영[1*] ([1]*영남대*, [2]*NIMS*, [3]*Wuhan Univ. Technol.*)

SS2-2 Precipitation of Ni Nanoparticles on TiN Powder by Rotary CVD and Its Sintering Behavior by SPS
14:00-14:20 Rong TU[1,*], Song ZHANG[1], Lianmeng ZHANG[1], Takashi GOTO[2] ([1]*Wuhan Univ. Technol., China*, [2]*Tohoku Univ., Japan*)

좌장: 배동식(창원대)

SS2-3 조성 디자인을 통한 $(K,Na)NbO_3$ 계열 재료의 단결정 및 Seed 성장
14:20-14:40 안철우[1*], 조경훈[2], Attaur Rahman[1], 최종진[1], 김종우[1], 민유호[1], 황건태[1], 최준환[1], 한병동[1], 남 산[3] ([1]*KIMS*, [2]*금오공과대*, [3]*고려대*)

SS2-4 Industrial Design and Materials
14:40-15:00 Xin Xu, Young-Hwan Han, Fei Chen, Wansok Jang (*Wuhan Univ. Technol., China*)

구두발표

Room 607

2018년 4월 12일(목)

SS2-5 Synergistic Effect of Mechanical Milling and Acid Treatment on a Specific Surface Area of Halloysite Nanotubes
15:00-15:20 이윤기[1*], 이종성[1], 김글한[1], 장정호[2], 황규홍[1] (*[1]경상대, [2]KICET*)

SS2-6 One Dimensional Nanomaterials for Emerging Energy Storage
15:20-15:40 Liqiang Mai[*] (*Wuhan Univ. Technol., China*)

좌장: 이윤기(경상대)

SS2-7 Synthesis of OCP Obtained from DCPD for Bone Substitutes: Synthesizing Parameters and Mechanisms
15:40-16:00 김주성[*], 김석영, 이승엽 (*영남대*)

SS2-8 Immobilization of One Dimensional Magnetic Particles Chainlike Structures in Polymers
16:00-16:20 Jianguo Guan[*], Huiru Ma, Wei Luo, Jindan Yan, Kai Tang (*Wuhan Univ. Technol., China*)

SS2-9 The Phase Evolution and Mechanical Behavior of (MgCoNiCuZn)O High Entropy Ceramics Fabricated by Field Assisted Sintering Technology (FAST)
16:20-16:40 Weichen Hong[*], 한영환, Xiangyu Lu, Fei Chen, Qiang Shen, Lianmeng Zhang (*Wuhan Univ. Technol., China*)

SS2-10 Phase Transformation on Spark Plasma Sintered Dense Polycarbosilane-derived SiC without Additive
16:40-17:00 한영환[1*], Yoonjoo Lee[2], Ji Hwoan Lee[1], Dong-Geun Shin[2], Toshiyuki Nishimura[3], Byung-Koog Jang[3], Alfian Noviyanto[3], Heyon-Myong Lee[2], 권우택[2], 김영희[2], 김석영[1] (*[1]Wuhan Univ. Technol. ,[2]KICET, [3]NIMS*)

16:30-17:30	기기전시 투어 (컨벤션Ⅲ)
17:30-18:00	총회 (301+302)
18:00-20:00	세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀 Ⅰ+Ⅱ)

구두발표

Room 700A

2018년 4월 12일(목)

08:00-17:00 등록

S41. 나노구조 반도체재료 가스센서
(Organizer: 이종흔/고려대)

좌장: 이종흔(고려대)

S41-1 p-n Heterojunction of Rh_2O_3-decorated WO_3 nanorods for Enhanced Selectivity toward Volatile Organic Compounds
09:00-09:15 송영근[1,2*], 이승엽[1,2], 강종윤[2] (*[1]고려대, [2]한국과학기술연구원*)

S41-2 Hydrogen Gas Detection of Gold Nanoparticles on Self-Activated Graphene Layers
09:15-09:30 김연후*, 장호원(*서울대*)

S41-3 SnS_2-coated SiO_2 Nanorods for Highly Sensitive NO_2 Sensor at Room Temperature with Excellent Recovery
09:30-09:45 서준민[1*], 권기창[1], 최경순[2], 홍승표[1], 이태형[1], 홍구택[1], 송영근[3,4], 심영석[4], 장호원[1]
(*[1]서울대, [2]한국기초과학지원연구원, [3]고려대, [4]한국과학기술연구원*)

S41-4 MOF구조 기반 Co3O4 중공 계층구조를 이용한 초고감도 고선택성 메틸벤젠 가스 센서설계
09:45-10:00 조영무[1*], 김태형[1], 이철순[1], 임겨레[1], 나찬웅[2], 이종흔[1] (*[1]고려대, [2]한국생산기술연구원*)

10:00-10:15 Coffee Break

좌장: 김현우(한양대)

S41-5 Suspended Metal-oxide Nanowire based Gas Sensors Fabricated at a Wafer Level (*invited*)
10:15-10:40 신홍주* (*UNIST*)

S41-6 P-typed Metal Oxide Nanomaterials for ppb-level Formaldehyde Gas Sensors (*invited*)
10:40-11:05 이대식* (*ETRI*)

S41-7 High Performance Metal Oxide Semiconductor Gas Sensors Based on Nanocolumnar Structure (*invited*)
11:05-11:30 강종윤* (*KIST*)

11:40-12:20 기조강연 (301+302)

좌장: 김형태(KICET)

PL-1 **"Material-genome Perspective towards Robust T/EBC Materials"**
Jingyang Wang(Chinese Academy of Sciences)

12:30-13:30 Lunch

좌장: 장호원(서울대)

S41-8 Metal-Organic Framework on Pd Nanowires for Ultra-Fast Responding and Recovering Hydrogen Sensors
13:30-13:45 구원태[1*], Shaopeng Qiao[2], Alana F. Ogata[2], Gaurav Jha[2], 장지수[1], Vivian T. Chen[2], 김일두[1], Reginald M. Penner[2] (*[1]KAIST, [2]Univ. California*)

S41-9 Case Studies for Medical Applications based on Chemical Sensors Array (*invited*)
13:45-14:10 변형기* (*강원대*)

S41-10 팔라듐 기반 고감도 수소센서 제작 (*invited*)
14:10-14:35 정건영* (*GIST*)

S41-11 금속유기구조체 기반 가스센서 (*invited*)
14:35-15:00 김일두* (*KAIST*)

15:00-15:15 Coffee Break

좌장: 이종흔(고려대)

S41-12 Gas Sensing Properties of Metal@MOS (Metal Oxide Semiconductor) Core-shell Structured Nanoparticles (*invited*)
15:15-15:40 유연태* (*전북대*)

S41-13 마이크로웨이브 합성법에 의한 그래핀/금속산화물 나노복합체의 합성과 고성능 가스센싱 특성 (*invited*)
15:40-16:05 김현우*, 최명식, 방재훈, 엄완식 (*한양대*)

S41-14 Gas Sensor Array based on 2-Dimensional Materials (*invited*)
16:05-16:30 장호원* (*서울대*)

16:30-17:30 기기전시 투어 (컨벤션Ⅲ)

17:30-18:00 총회 (301+302)

18:00-20:00 세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀 Ⅰ+Ⅱ)

구두발표

Room 700B

2018년 4월 12일(목)

08:00-17:00 등록

G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스
(Organizer: 이승헌/군산대)

좌장: 이승헌(군산대)

G7-1 Corrosion Behavior of Stabilized-Zirconia by Calcium Fluoride Mold Flux
09:45-10:00 소성민[1*], 김경훈[1], 박주석[1], 김형순[2] ([1]*KICET*, [2]*인하대*)

G7-2 광미와 제련 부산물을 활용한 내화재의 제조 및 평가
10:00-10:15 김영재[*], 박현식, 김민석 (*KIGAM*)

G7-3 순환 유동층상 보일러 석탄회를 이용한 인공 골재 제조 및 평가
10:15-10:30 이웅걸[*], 전세훈, 송명신, 김경남 (*강원대*)

G7-4 시멘트계 재료를 사용한 자기치유 성능 평가를 위한 분석 방법
10:30-10:45 김동현[*], 강국희, 임영진, 이승헌 (*군산대*)

10:45-11:00 Coffee Break

G7-5 시멘트 재료의 Pore Structure 개선을 위한 미생물 유래 Fructan의 효과
11:00-11:15 전세훈[*], 이웅걸, 김경남, 송명신 (*강원대*)

G7-6 신재생에너지연료 혼소로 배출된 플라이 애시 중의 인 특성
11:15-11:30 이승용[1*], 강국희[1], 이원준[2], 이승헌[1] ([1]*군산대*, [2]*군산대 R&D 협동조합*)

11:40-12:20 기조강연 (301+302)

좌장: 김형태

PL-1 **"Material-genome Perspective towards Robust T/EBC Materials"**
Jingyang Wang(Chinese Academy of Sciences)

12:30-13:30 Lunch

S71. 건설산업 환경변화에 따른 포틀랜드 시멘트 산업의 대응전략
(Organizer: 이승헌/군산대)

좌장: 이승헌(군산대)

S71-1 송태웅 교수님을 기리며
13:30-14:00 윤철현[*] (*성신양회*)

S71-2 콘크리트 구조물의 내구수명 확보를 위한 개선방향 제언 (*invited*)
14:00-14:30 박민용[*] (*㈜삼표산업*)

S71-3 콘크리트 내구성에 미치는 포틀랜트 시멘트의 역할과 과제 (*invited*)
14:30-15:00 정연식[*] (*쌍용양회기술연구소*)

15:00-15:10 Coffee Break

좌장: 최현국(성신양회)

S71-4 무기질 혼합재 사용에 대한 시멘트 산업의 역할 (*invited*)
15:10-15:40 송명신[*] (*강원대학교*)

S71-5 ICT(Information and Communication Technology)와 시멘트 콘크리트 (*invited*)
15:40-16:10 김원기[*] (*아세아시멘트*)

S71-6 나노기술에 의한 시멘트-콘크리트의 성능 및 내구성 향상 (*invited*)
15:10-16:40 이승헌[*] (*군산대학교*)

16:30-17:30 기기전시 투어 (컨벤션Ⅲ)

17:30-18:00 총회 (301+302)

18:00-20:00 세라미스트의 밤 및 경품추첨 (컨벤션홀 Ⅰ+Ⅱ)

구두발표

Room 600A

2018년 4월 13일(금)

08:00-17:00 등록

S51. 세라믹 3D 프린팅
(Organizer: 윤희숙/KIMS)

좌장: 윤희숙(KIMS)

S51-1 3D Printing of Permittivity-graded Material using UV-cured-resin/Alumina Composite (*invited*)
08:30-09:00 Muneaki Kurimoto* (*Nagoya Univ.*)

S51-2 Additive Building of Mortar Backbone Structures (*invited*)
09:00-09:20 최한신*, 박진수 (*KITECH*)

S51-3 세라믹 3D 프린팅을 이용한 화학촉매 연구동향 및 전망 (*invited*)
09:20-09:40 곽근재* (*KRICT*)

S51-4 New Trial for Ceramic Additive Manufacturing based on Stereolithography (*invited*)
09:40-10:00 윤희숙* (*KIMS*)

S51-5 바인더 젯팅 방식의 3D 프린터를 이용한 도자기 조형물 제작 (*invited*)
10:00-10:20 김응수[1*], 최정훈[2], 강은태[2], 이진욱[3], 조우석[1] ([1]*KICET*, [2]*경상대*, [3]*고려대*)

S51-6 Advancement of 3D Printing Inorganics at Corning, Incorporated (*invited*)
10:20-10:50 Laura B Cook* (*Corning Inc.*)

S51-7 Multi-material based 3D Printing Technique for Manufacturing Functionally Graded Composite Structure
10:50-11:05 이윤희*, 고영학 (*고려대*)

S51-8 광경화성 세라믹 슬러리 기반 3D 프린팅 기술 및 이에 의해 제조된 3차원 세라믹 구조물
11:05-11:20 이정빈*, 맹우열, 이윤희, 고영학 (*고려대*)

11:20-12:00 기조강연 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

PL-2 **"Hybrid Interface Materials for Future Innovations"**
김광호(부산대)

12:00-12:20 Keynote Lecture-1 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Field Assisted Sintering of Garnet-type $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ Solid Electrolyte for All Solid-State Batteries"
Fei Chen(Wuhan Univ. Technol.)

12:20-12:40 Keynote Lecture-2 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Porous Black Metal for Electrochemical Applications"
유상우(경기대)

12:40-13:30 Lunch

좌장: 윤범진(KETI)

S51-9 Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components with Functional Geometries (*invited*)
14:30-15:00 Soshu Kirihara* (*Osaka Univ.*)

S51-10 성형외과 영역에서 활용되는 3D프린팅 기술과 재료 (*invited*)
15:00-15:20 백정환* (*에이치 성형외과*)

S51-11 치과 보철학적 관점에서 세라믹 3D 프린팅의 의미와 가능성 (*invited*)
15:20-15:40 윤형인* (*서울대*)

S51-12 In Recent Progress of 3D Printing Systems for Designing Ceramic-based Tissue Engineering Scaffolds (*invited*)
15:40-16:00 GeunHyung Kim* (*Sungkyunkwan Univ.*)

S51-13 Porous Bio Ceramic Scaffolds using Three-Dimensional Co-extrusion based on Ceramic/Camphene feed Rod for Bio-mimicking
16:00-16:15 안민경*, 김종우, 고영학 (*고려대*)

구두발표

Room 600A

2018년 4월 13일(금)

S51-14 Photo-curable 3D Plotting Technique for Complex-shaped Architecture with High Shape Retention using a Ceramic Suspension

16:15-16:30 맹우열*, 이정빈, 고영학 (*고려대*)

S51-15 Structural Stability Improvement of 3D Printed Ceramic Scaffolds with the Photo-Polymerization Based Material Extruding System

16:30-16:45 성아람*, 박홍현, 윤희숙 (*재료연구소*)

16:30-17:00 시상 및 경품 추첨, 폐회 (607)

구두발표

Room 600B

2018년 4월 13일(금)

08:00-17:00 등록

S43. 하이브리드 나노소재 및 공정
(Organizer: 이정우/부산대)

좌장: 이정우(부산대)

S43-1 Development of Energy Storage Media using Hybrid Materials based on the Carbon Nanostructures (*invited*)
08:30-08:50 이정우* (*부산대*)

S43-2 Enhanced the Piezoelectric of Polyvinylidene Fluoride (PVDF) Polymer by Combining Flexoelectric Properties of LDHs Nanosheet
08:50-09:10 뉴엔띠민뜨위*, 윤순길 (*충남대*)

S43-4 Ultra-rapid and Etching-free Multiscale Patterning at Room Temperature via Plastic Deformation (*invited*)
09:10-09:30 박운익* (*KICET*)

09:30-09:55 Coffee Break

좌장: 류정호(영남대)

S43-5 Magnetoelectric Composite with Piezoelectric and Magnetostrictive Materials for Magnetic Energy Harvesting (*invited*)
09:55-10:15 류정호[1*], 김광호[2] ([1]*영남대*, [2]*부산대*)

S43-6 High-performance Flexible Lead-free $CH_3NH_3SnI_3$/PVDF Bilayer Piezoelectric Energy Harvester
10:15-10:35 IPPILI SWATHI*, 윤순길 (*충남대*)

S43-7 Piezoelectric $BaTiO_3$ Nanoparticles Vertical-aligned and Phase-transformed by Electric Field (*invited*)
10:35-10:55 윤제문[1*], 신정호[2], 김광호[3] ([1]*GFHIM*, [2]*KAERI*, [3]*부산대*)

S43-8 **셀룰로오스 전환 생산을 위한 이중 기능성 촉매** (*invited*)
10:55-11:15 리오이룬 헬레나* (*부산대*)

11:20-12:00 기조강연 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

PL-2 **"Hybrid Interface Materials for Future Innovations"**
김광호(부산대)

12:00-12:20 Keynote Lecture-1 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Field Assisted Sintering of Garnet-type $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ Solid Electrolyte for All Solid-State Batteries"
Fei Chen(Wuhan Univ. Technol.)

12:20-12:40 Keynote Lecture-2 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Porous Black Metal for Electrochemical Applications"
유상우(경기대)

12:40-13:30 Lunch

좌장: 정연식(KAIST), 임재홍(KIMS)

S43-9 3-dimensional Energy Conversion Nanostructures Fabricated Based on Metal/Polymer Interfacial Engineering (*invited*)
14:30-14:50 정연식* (*KAIST*)

S43-10 **고분자전해질연료전지 응용을 위한 원자층증착기술** (*invited*)
14:50-15:10 권세훈* (*부산대*)

S43-11 Enhanced Output Performance of $MAPbI_3$-PVDF Composite Thin Films based Flexible Piezoelectric Generator
15:10-15:30 Venkatraju Jella*, 윤순길 (*충남대*)

S43-12 Electrochemical Process for Thermoelectric Materials (*invited*)
15:30-15:50 임재홍* (*KIMS*)

S43-13 Effects of Uniformly Dispersed Nanofillers, Particle Size and Interfacial Polarization on Dielectric Properties of Polymer Matrix Flexible Dielectric Nanocomposites
15:50-16:10 진영호[1*], Rosario Gerhardt[2] ([1]*육군사관학교*, [2]*Georgia Tech*)

구두발표

Room 600B

2018년 4월 13일(금)

S43-14 Solution-processed High Energy and High Power Storage Nanotechnology (*invited*)
16:10-16:30 Rajaram Mane*, 김광호 (*부산대*)

16:30-17:00 시상 및 경품 추첨, 폐회 (607)

구두발표

Room 602

2018년 4월 13일(금)

08:00-17:00 등록

G1. 전자 세라믹스 / S11. 특별심포지움-유전체 세라믹스 소재 응용 및 개발 전략
(Organizer: 권도균/항공대)

좌장: 권도균(항공대)

S11-7 Ferroelectric and the Temperature Stability in Dielectric Properties of Lead-free $BiFeO_3-BaTiO_3$ based System
08:30-08:45 AKRAM FAZLI[1*], MALIK RIZWAN AHMED[1], SALMAN ALI KHAN[1], ALI HUSSAIN[2], Soonil Lee[1], Tae-Kwon Song[1], Won-Jeong Kim[1], Myong-Ho Kim[1] (*[1]창원대, [2]Institute of Space Technology*)

S11-8 Effects of B-site Donor Modification on the Crystal Structure, Ferroelectric and Piezoelectric Properties of Lead-free $(0.65BiFeO_3-0.35BaTiO_3)$ Ceramics
08:45-09:00 살만 알리 칸[1*], MALIK RIZWAN AHMED[1], AKRAM FAZLI[1], ALI HUSSAIN[2], 이순일[1], 송태권[1], 김원정[1], 김명호[1] (*[1]창원대, [2]Institute of Space Technology*)

S11-9 Electrical Properties and Conduction Mechanism of Aliovalent Ion doped $BiFeO_3$ Ceramics
09:00-09:15 박철민[1*], 우정욱[1], 김준찬[1], 이순일[1], 백승봉[1], 송태권[1], 성연수[2], 김명호[1] (*[1]창원대, [2]POSTEC*)

S11-10 Large Electric Field Induced Strain in Bismuth Ferrite-based Lead-free Piezoceramics
09:15-09:30 MALIK RIZWAN AHMED*, AKRAM FAZLI, 살만 알리 칸, 송태권, 김원정, 이순일, 김명호 (*창원대*)

S11-11 Magnetoelectric Film Heterostructure of Textured $Pb(Zr,Ti)O_3/Ni$ with Superior Performance
09:30-09:45 Haribabu Palneedi*, 류정호, 황건태 (*KIMS*)

09:45-10:00 Coffee Break

G1-10 Fabrication of MnBi Powder via Inter-diffusion Proces (*invited*)
10:00-10:30 김종우*, 신용호, 안철우, 최종진, 한병동, 황건태, 민유호, 윤운하, 박동수 (*KIMS*)

S11-12 A New Type of Ultra-thin Film Pseudocapacitors Produced Using 2-D Metal Oxide Nanosheets
10:30-10:45 이웅희*, 권상효, 임미르, 남 산 (*고려대*)

S11-13 $(Bi_{1/2}Na_{1/2})TiO_3-SrTiO_3$ 완화형 강유전체 세라믹스의 전기장 유도 상전이 및 전기 열량 효과
10:45-11:00 김대수[1*], 천채일[1], 강형원[2], 이형규[2], 한승호[2], 김정석[1], 김빛찬[1] (*[1]호서대, [2]KETI*)

G1-11 Complex Substitutional Effect on the Microwave Dielectric Properties of $MgTi_{1-x}(B_{1/3}Sb_{2/3})_xO_3$ (B = Mg^{2+}, Zn^{2+}) Ceramics
11:00-11:15 김재민*, 김응수 (*경기대*)

11:20-12:00 기조강연 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

PL-2 **"Hybrid Interface Materials for Future Innovations"**
김광호(부산대)

12:00-12:20 Keynote Lecture-1 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Field Assisted Sintering of Garnet-type $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ Solid Electrolyte for All Solid-State Batteries"
Fei Chen(Wuhan Univ. Technol.)

12:20-12:40 Keynote Lecture-2 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Porous Black Metal for Electrochemical Applications"
유상우(경기대)

12:40-13:30 Lunch

좌장: 이순일(창원대), 김종우(KIMS)

S11-14 CVD 법으로 증착된 장기안정성 $MAPbI_3$ 박막을 이용한 압력-광량 멀티센서 특성 평가
14:30-14:45 엄지호*, 윤순길 (*충남대*)

G1-12 Enhanced Pinning Properties of $REBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ Superconducting Films with RE_2O_3 (RE: Y, Eu, Gd) Addition Fabricated by Pulsed Laser Deposition
14:45-15:00 오원재[1*], 박인성[1], 박유진[1], Kiran Shinde[2], 정국채[2], 유상임[1] (*[1]서울대, [2]재료연구소*)

구두발표

Room 602

2018년 4월 13일(금)

G1-13 The Growth Processes of $GdBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ Superconducting Film based on the Stability Phase Diagram
15:00-15:15 박인성[1*], 오원재[1], 이재훈[2], 문승현[2], 유상임[1] (*[1]서울대, [2](주)서남*)

G1-14 Effects of Ni Content on Electrical Properties of Copper–nickel Manganite Thin Films
15:15-15:30 최용호*, 전창준, 정영훈, 윤지선, 백종후, 홍연우, 조정호 (*KICET*)

G1-16 High Temperature Equilibrium Point Defect Structure of γ–Na_xCoO_2
15:45-16:00 주원효*, 류한일, 주영창 (*서울대*)

G1-17 **고온 안정성이 우수한 자동차 LED용 Red $CaAlSiN_3:Eu^{2+}$ 형광체/Glass 세라믹 복합체 개발**
16:00-16:15 이정우*, 차재민, 심승언, 김성혁, 오택호, 윤창번 (*산기대*)

G1-18 Enhancement of ME Coupling Performance by Optimization of Interfacial Adhesion Layer
16:15-16:30 황건태[1*], Haribabu Palneedi[1], 민유호[1], 김종우[1], 안철우[1], 최종진[1], 한병동[1], 류정호[2] (*[1]KIMS, [2]영남대*)

16:30-17:00 **시상 및 경품 추첨, 폐회 (607)**

구두발표

Room 604

2018년 4월 13일(금)

08:00-17:00 등록

S22. 유무기 하이브리드 태양전지용 세라믹스
(Organizer: 김진영/서울대)

좌장: 김진영(서울대), 노준홍(고려대)

S22-1 NiO-based Inorganic Hole-extraction Layers for Perovskite Solar Cells (*invited*)
09:10-09:35 김진영* (*서울대*)

S22-2 Oxide-Halide Heterojunction Engineering for Perovskite Solar Cells (*invited*)
09:35-10:00 노준홍* (*고려대*)

S22-3 Low-temperature Synthesis of Inorganic Electron-extraction Layers for Perovskite Solar Cells (*invited*)
10:00-10:25 고민재* (*한양대*)

S22-4 Recent Progress and Challenges of Pb-free Perovskite : Materials to Device Structure (*invited*)
10:25-10:50 송명관* (*KIMS*)

S22-5 Operando Observation of Oxygen Migration in a n-i-p Type Organometal Halide Perovskite Solar Cell under In-Situ Electrical Biasing (*invited*)
10:50-11:15 신병하* (*KAIST*)

11:20-12:00 기조강연 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

PL-2 **"Hybrid Interface Materials for Future Innovations"**
김광호(부산대)

12:00-12:20 Keynote Lecture-1 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Field Assisted Sintering of Garnet-type $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ Solid Electrolyte for All Solid-State Batteries"
Fei Chen(Wuhan Univ. Technol.)

12:20-12:40 Keynote Lecture-2 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Porous Black Metal for Electrochemical Applications"
유상우(경기대)

12:40-13:30 Lunch

16:30-17:00 시상 및 경품 추첨, 폐회 (607)

구두발표

Room 605

2018년 4월 13일(금)

08:00-17:00 등록

S23. 2차 전지용 세라믹스
(Organizer: 김동완/고려대)

좌장: 김동완(고려대)

S23-1 Hierarchical Nanostructured Transition Metal Oxides for Secondary Lithium-Ion Batteries (*invited*)
09:30-10:00 서정길* (*명지대*)

S23-2 Synthesis and Electrochemical Properties of Niobium Oxide Based Cluster Microspheres as Lithium Storage Materials (*invited*)
10:00-10:30 김재헌*, 김경배 (*국민대*)

S23-3 **중공 나노 복합구조체 합성 및 이차전지 음극소재 적용 (*invited*)**
10:30-11:00 조중상* (*충북대*)

S23-4 Different Aspects of Poor Initial Coulombic Efficiency of SiO for High Energy Lithium Ion Battery (*invited*)
11:00-11:30 강병우* (*포항공대*)

11:20-12:00 기조강연 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

PL-2 **"Hybrid Interface Materials for Future Innovations"**
김광호(부산대)

12:00-12:20 Keynote Lecture-1 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Field Assisted Sintering of Garnet-type $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ Solid Electrolyte for All Solid-State Batteries"
Fei Chen(Wuhan Univ. Technol.)

12:20-12:40 Keynote Lecture-2 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Porous Black Metal for Electrochemical Applications"
유상우(경기대)

12:40-13:30 Lunch

16:30-17:00 시상 및 경품 추첨, 폐회 (607)

구두발표

Room 606

2018년 4월 13일(금)

08:00-17:00	등록

G8. 전산재료과학 및 재료분석
(Organizer: 이동화/POSTECH)

좌장: 권용우(홍익대)

G8-1 제일원리를 이용한 $(CH_3NH_3)PbI_3$ 의 결함성질 분석 (*invited*)
09:00-09:30 이동화*, 김성훈 (*POSTECH*)

G8-2 Hydrogen Bonding as the Primary cause of Structural Stabilization and Rashba Splitting in Hybrid Halide Perovskites
09:00-09:45 이준호*, 이동화, 장현명 (*POSTECH*)

G8-3 DFT-guided Defect Engineering on Solar Energy Conversion Materials for High Efficiency of TiO_2
09:45-10:10 최희채* (*(주)버추얼랩*)

10:10-10:20	Coffee Break

G8-4 액상소결 세라믹스 치밀화 과정에 대한 몬테카를로 시뮬레이션
10:20-10:35 이재욱* (*KIMS*)

G8-5 유한요소법을 이용한 저항 메모리의 정전기적 거동에 대한 시뮬레이션
10:35-10:50 민경환*, 권용우 (*홍익대*)

G8-6 상변화메모리(Phase-change memory)의 아날로그 특성 향상을 위한 전산모사 연구
10:50-11:05 신민규*, 권용우 (*홍익대*)

11:20-12:00	기조강연 (301+302)
	좌장: 신현정(성균관대)
PL-2	**"Hybrid Interface Materials for Future Innovations"**
	김광호(부산대)

12:00-12:20	Keynote Lecture-1 (301+302)
	좌장: 신현정(성균관대)
	"Field Assisted Sintering of Garnet-type $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ Solid Electrolyte for All Solid-State Batteries"
	Fei Chen(Wuhan Univ. Technol.)

12:20-12:40	Keynote Lecture-2 (301+302)
	좌장: 신현정(성균관대)
	"Porous Black Metal for Electrochemical Applications"
	유상우(경기대)

12:40-13:30	Lunch
16:30-17:00	시상 및 경품 추첨, 폐회 (607)

구두발표

Room 607

2018년 4월 13일(금)

08:00-17:00 등록

G3. 엔지니어링 세라믹스
(Organizer: 이승용/KIST)

좌장: 이승용(KIST)

G3-11 The Effect of the Pore Structure on the Permeability of Porous Alumina Based Ceramics
09:00-09:15 김 재[1*], 하장훈[2], 이종만[2], 송인혁[2] (*[1]UST, [2]KIMS*)

G3-12 **상온 세라믹 분사공정을 통한 저열용량 저열전도도 고내구성 다공질 단열 코팅기술 개발**
09:15-09:30 윤세중[1*], 한병동[2], 윤운하[2], 안철우[2], 김종우[2], 최종진[2] (*[1]UST, [2]KIMS*)

G3-13 Microstructure Development and Liquid Phase Formation during Sintering of Aluminum Oxynitride
09:30-09:45 민지훈*, 이지환, 김명동, 윤당혁, 이재형 (*영남대*)

G3-14 Reactive Air Brazing of GDC-LSM Ceramic with Different Metallic Partners for Oxygen Transport Membrane Applications
09:45-10:00 김명동*, Wahid Muhamad FR, Amit Siddharth Sharma, 윤당혁 (*영남대*)

G3-15 Improved Dispersibility of Fe_3O_4 Nanoparticles with Polar Electrical Properties in Aqueous Solvent
10:00-10:15 차지현[1*], 허재욱[1], 채동호[1], 안계석[2], 최성철[1] (*[1]한양대, [2]KICET*)

G3-16 Morphology and Dispersion Behavior of Carboxylic Functionalized Fe3O4 Nanoparticle
10:15-10:30 오아현[1*], 한진순[1], 신재록[1], 안계석[2], 최성철[1] (*[1]한양대, [2]KICET*)

G3-7 **방전플라즈마소결법을 이용한 Ni-Ti-Al/TiC 복합체의 제조 및 기계적 특성**
10:30-10:45 이동진[1*], 임영훈[1], 황기하[1], 박재하[2], 강명창[1] (*[1]부산대, [2](주)이레테크*)

11:20-12:00 기조강연 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

PL-2 **"Hybrid Interface Materials for Future Innovations"**
김광호(부산대)

12:00-12:20 Keynote Lecture-1 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Field Assisted Sintering of Garnet-type $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ Solid Electrolyte for All Solid-State Batteries"
Fei Chen(Wuhan Univ. Technol.)

12:20-12:40 Keynote Lecture-2 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Porous Black Metal for Electrochemical Applications"
유상우(경기대)

12:40-13:30 Lunch

16:30-17:00 시상 및 경품추첨, 폐회 (607)

구두발표

Room 700A

2018년 4월 13일(금)

08:00-17:00 등록

S31. 열환경차폐 코팅 소재, 모듈 및 시스템
(Organizer: 오윤석/KICET, 이성훈/KIMS)

좌장: 오윤석(KICET)

S31-1 단결정 모재기반 저열전도성 열차폐 코팅재의 열내구성 평가(*invited*)
08:30-09:00 이기성[1*], 최소담[1], 문흥수[2], 오윤석[3] (*[1]국민대, [2](주)세원하드페이싱, [3]KICET*)

S31-2 열차폐 코팅의 재료 설계 및 평가 (*invited*)
09:00-09:30 정연길[*] (*창원대*)

S31-3 Thermo-Corrosive and Mechanical Properties of ZrO_2 based Thermal Barrier Coatings (*invited*)
09:30-10:00 Byung-Koog Jang[1*], Seongwon Kim[2], Yoon-Suk Oh[2], Hyung-Tae Kim[2], Kee-Sung Lee[3]
(*[1]Kyushu Univ., Japan, [2]KICET, Korea, [3]Kookmin Univ., Korea*)

좌장: 이성훈(KIMS)

S31-4 가스터빈 설계에서의 열차단 코팅 특성에 대한 이해 (*invited*)
10:00-10:30 정길진[*](*두산중공업(주)*)

S31-5 EB-PVD YSZ 코팅의 열싸이클 손상에 대한 본드코트 영향 (*invited*)
10:30-11:00 이성훈[*], 박영진, 유연우, 박훈관, 변응선 (*KIMS*)

S31-6 용액공정으로 제조된 열변색 스마트윈도우용 VO_2 박막 접착특성
11:00-11:15 윤지원[1*], 이석재[2], 김광석[1], 김대업[1] (*[1]KITECH, [2]전북대*)

11:20-12:00 기조강연 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

PL-2 **"Hybrid Interface Materials for Future Innovations"**
김광호(부산대)

12:00-12:20 Keynote Lecture-1 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Field Assisted Sintering of Garnet-type $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ Solid Electrolyte for All Solid-State Batteries"
Fei Chen(Wuhan Univ. Technol.)

12:20-12:40 Keynote Lecture-2 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Porous Black Metal for Electrochemical Applications"
유상우(경기대)

12:40-13:30 Lunch

좌장: 한병동(KIMS)

S31-7 서스펜션 진공 플라즈마 스프레이 공정을 통한 YSZ 코팅의 형성
14:30-14:45 유연우[*], 남욱희, 변응선 (*KIMS*)

S31-8 Y_2O_3 용사 분말 특성이 용사 코팅층에 미치는 영향 (*invited*)
14:45-15:15 문흥수[*], 신평우, 이훈철, 김민식 (*(주)세원하드페이싱*)

S31-9 Thermal Insulation Coatings for Internal Combustion Automobile Engines (*invited*)
15:15-15:45 한병동[1*], 윤세중[2], 최종진[1], 안철우[1], 민유호[1], 오윤석[3] (*[1]KIMS, [2]UST, [3]KICET*)

16:30-17:00 시상 및 경품추첨, 폐회 (607)

구두발표

Room 700B

2018년 4월 13일(금)

08:00-17:00 등록

S32. 극한환경용 세라믹스
(Organizer: 이세훈/KIMS)

좌장: 이세훈(KIMS)

S32-1 초고온 세라믹 재료의 삭마 특성 (*invited*)
08:30-09:00 이세훈[1*], 김준섭[1], Nguyen Van Quyet[1], 홍성민[2] ([1]*KIMS*, [2]*전북대*)

S32-2 고순도 Hafnium Carbide 나노분말의 합성 및 특성평가 (*invited*)
09:00-09:30 김준섭*, 이세훈 (*KIMS*)

S32-3 SiC 기반 디젤 매연저감장치(DPF)용 접합재의 pH 극성 변화에 따른 물성 변화
09:30-09:50 김진원*, 홍동민, 한성진 (*(주)아이비머티리얼즈*)

09:50-10:15 Coffee Break

좌장: 김대종(KAERI)

S32-4 Fabrication of Ceramic beads by Emulsification of ZrO_2 Slurry in a Taylor Reactor
10:15-10:35 손유아[1*], 남 산[2], 류병환[1], 최영민[1], 진항교[1], 정선호[1], 이수연[1], 정성묵[1] ([1]*KRICT*, [2]*고려대*)

S32-5 HfC-SiC 복합소재의 초고온 산화/삭마 거동 연구
10:35-10:55 성영훈[1*], 백창연[2], 김주형[2], 공정훈[2], 김동석[3], 이세훈[4], 김도경[2] ([1]*KIER*, [2]*KAIST*, [3]*KAERI*, [4]*KIMS*)

11:20-12:00 기조강연 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

PL-2 **"Hybrid Interface Materials for Future Innovations"**
김광호(부산대)

12:00-12:20 Keynote Lecture-1 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Field Assisted Sintering of Garnet-type $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ Solid Electrolyte for All Solid-State Batteries"
Fei Chen(Wuhan Univ. Technol.)

12:20-12:40 Keynote Lecture-2 (301+302)

좌장: 신현정(성균관대)

"Porous Black Metal for Electrochemical Applications"
유상우(경기대)

12:40-13:30 Lunch

좌장: 성영훈(KIER)

S32-6 Chemical Vapor Deposition of UHTC Carbides (*invited*)
14:30-15:00 김대종[1*], 한장원[2], 이현근[1], 박지연[1], 김원주[1] ([1]*KAERI*, [2]*서울대*)

S32-7 CVI-PIP공정으로 C/SiC 복합체 제조 및 평가
15:00-15:20 김경미[1*], 최 균[1], 이종흔[2] ([1]*KICET*, [2]*고려대*)

S32-8 서스펜션 진공 플라즈마 스프레이를 통한 탄소 복합재료 상 HfC 코팅 형성
15:20-15:40 유연우[1*], 남욱희[1], 변응선[1], 이형익[2], 박종규[2] ([1]*KIMS*, [2]*ADD*)

15:40-16:00 Coffee Break

좌장: 김준섭(KIMS)

S32-9 SiC filler의 함량이 전구체 함침법으로 제조된 SiC_f/SiC 세라믹 섬유강화 복합재료에 미치는 영향
16:00-16:20 이세훈*, 김준섭, Gu Jian, 이희정 (*KIMS*)

S32-10 탄소/탄소 복합체에 화학기상증착법을 이용한 TaC/SiC 코팅 층의 제조
16:20-16:40 김현미[1,2*], 심광보[1], 최 균[2] ([1]*한양대*, [2]*KICET*)

16:30-17:00 시상 및 경품추첨, 폐회 (607)

포스터발표

Poster-I

2018년 4월 12일(목) 11:00-18:00

G1. 전자 세라믹스

P1-G1-1 Study on Al-Si-C-O Insulation Coating of Soft Magnetic Metal Powders
오혜령*, 양형우, 이우성 (*KETI*)

P1-G1-2 Effect of Complex Substitution on Microwave Dielectric Properties of $Mg_2Ti_{1-x}(Ni_{1/3}Sb_{2/3})_xO_4$ ($0.05 \leq x \leq 0.3$) Ceramics
박윤식*, 김응수 (*경기대*)

P1-G1-3 Microwave Dielectric Properties of $Mg_4Ta_2O_9$-based Ceramics with Substitution of $(Li_{3/4}Ta_{1/4})^{2+}$ for Mg^{2+} sites
조현우*, 김응수 (*경기대*)

P1-G1-4 Structural Characteristics and Microwave Dielectric Properties of $Mg_4(Nb_{x/8}Ta_{y/8}Sb_{z/8})_2O_9$ Ceramics
김재민*, 김응수 (*경기대*)

P1-G1-5 전도 패턴이 결합된 광경화성 유무기 복합소재
윤재영[1*], 양현승[2], 박성대[2], 이우성[2] ([1]*경기대*, [2]*KETI*)

P1-G1-6 전기방사법에 의한 층상구조를 갖는 Mn5O8나노와이어 합성 및 전기화학적 특성 평가
한진주[1*], 송찬근[1], 원종한[2], 윤종원[1] ([1]*단국대*, [2]*한국기초과학지원연구원*)

P1-G1-7 Influence of *A*-site Cations Ordering on the Electric Properties of BNT Lead-free Piezoceramics
이주현[1*], 홍창효[1], 안창원[2], 조 욱[1] ([1]*UNIST*, [2]*울산대*)

P1-G1-8 Corrosion Behavior of Cu-Fe Alloy Flake Coated with Complex Solution Consisted of Ferrous and Nonferrous Metallic Corrosion Inhibitor
박수영[1*], 전명표[1], 배동식[2] ([1]*KICET*, [2]*창원대*)

P1-G1-9 Influence of the Water Quenching Process on the Electrical Properties of Sm-modified Bismuth Ferrite based Ceramics
무하마드 하비브*, 이명환, 김다정, 최해인, 송태권, 김명호, 김원정 (*창원대*)

P1-G1-10 Cu MLCA용 압전 세라믹 조성
최정식[1*], 신효순[1], 이창현[2], 여동훈[1], 이준형[3] ([1]*KICET*, [2]*고려대*, [3]*경북대*)

P1-G1-11 Hybrid Flexible Nanocomposite Energy Harvester based on Perovskite Nanostructures-employed Piezopolymer
박귀일[1*], 정창규[2], 현동열[1], 박현빈[1] ([1]*경남과기대*, [2]*전북대*)

P1-G1-12 Improved Bending Fracture Behavior of Graphene-Intervened Flexible Oxide Thin Films
최홍제*, 김다빈, 조용수 (*연세대*)

P1-G1-13 Plasmonic-Enhanced Luminescence Using an ZnO Nanorod-Array for White Light-Emitting Diodes
권오현*, 장진우, 정예슬, 조용수 (*연세대*)

P1-G1-14 ITO 소결체 내 Sn의 불균일한 분포와 상관계
오성욱[1*], 김도겸[1], 유춘석[2], 허용혁[2], 김영기[3], 허영우[1], 김정주[1], 이준형[1] ([1]*경북대*, [2]*희성금속(주)*, [3]*UNIST*)

G1-15 첨가제의 조성이 알루미나 소결체의 밀도 및 저항에 미치는 영향
유창민[1*], 이창현[2], 신효순[1], 여동훈[1], 김성훈[3] ([1]*KICET*, [2]*고려대*, [3]*신라대*)

S13. 원자층 증착법

P1-S13-1 Al- and Ga-doped HfO_x Thin Film Deposition for Resistive Switching Memory
류성연[1*], 오승익[1], 남효원[1], 박우영[2], 김수길[2], 최병준[1] ([1]*서울과기대*, [2]*SK하이닉스*)

P1-S13-2 Low Operating Voltage, Electroforming-free, and Self-rectifying Characteristics of Pt/HfO_2/Ti Crossbar Array Device
김용*, 정원희, 윤희주, 한정환, 최병준 (*서울과기대*)

G2. 에너지환경 세라믹스

P1-G2-1 고체산화물 연료전지 공기극으로 사용되는 Layered Perovskite에 Ca 치환에 따른 결정구조, 전기 전도도 및 면적비 저항 특성 분석
김정현[1*], 우성훈[1], 추슬기[1], 신태호[2] ([1]*한밭대*, [2]*KICET*)

P1-G2-2 $AA'B_2O_{5+d}$ Layered Perovskite구조에 Pr 및 Sm 치환에 따른 상합성 및 전기화학 특성
김정현[1*], 우성훈[1], 추슬기[1], 신태호[2] ([1]*한밭대*, [2]*KICET*)

P1-G2-3 Highly Efficient Electrochemical Synthesis of Ni Nanoparticles-dispersed Ceria Nanostructures for High-temperature Electrocatalyst
김진욱*, 최윤석, 정우철 (*KAIST*)

포스터발표

Poster-I

2018년 4월 12일(목) 11:00-18:00

P1-G2-4 High-temperature Methane Oxidation of Pt@SiO_2 Core-shell Catalyst with Long-term Stability
김승현*, 이시원, 정우철 (*KAIST*)

P1-G2-5 **가역운전 고체산화물연료전지의 수소극 장기성능 향상 및 기술 개발**
신재화*, 이민진, 황해진 (*인하대*)

P1-G2-6 **바텀애쉬를 이용한 친환경 건축자재 개발 및 특성 분석**
이유진*, 양현경 (*부경대*)

P1-G2-7 **고분자 수지를 혼합한 광산 차수재의 특성연구**
조용광[1*], 남성영[1], 김춘식[1], 조성현[1], 이형우[1], 안지환[2] ([1]*한일시멘트*, [2]*KIGAM*)

P1-G2-8 **쿼츠튜브 내면코팅용 세라믹 슬러리용액의 물성특성과 표면개질 실험**
정경채*, 오석진, 박정용 (*KAERI*)

P1-G2-9 **CO_2고정화된 CFBC석탄재를 활용한 광산 채움재의 물성평가**
조용광[1*], 남성영[1], 김춘식[1], 조성현[1], 이형우[1], 안지환[2] ([1]*한일시멘트*, [2]*KIGAM*)

P1-G2-10 **Er-TiO_2 나노튜브 제조 및 광분해 특성**
이득용[1*], 이혜란[1], 김도현[1], 허현서[1], 김배연[2], 이명현[3] ([1]*대림대*, [2]*인천대*, [3]*KICET*)

P1-G2-11 **질소 도핑된 다공성 탄소나노섬유의 우수한 리튬 저장 특성 평가**
박성우[1*], 김동완[1], 김재찬[1], 김인하[1], 심현우[2] ([1]*고려대*, [2]*아주대*)

P1-G2-12 **재활용 원료를 활용한 카본 현탁액의 유동 특성 최적화**
김영훈*, 김우형, 이석근 (*한국내화(주)*)

P1-G2-13 **수소가스 주입 속도에 따른 MnO-Al2O3가 첨가된 이산화우라늄 결정립 크기에 끼치는 영향**
정태식*, 임광영, 김정범, 나연수, 이승재 (*한전원자력연료*)

P1-G2-14 Controlled Electronic Structures of MnO_2 QDs on TiO_2 Nanorods for Enhancing CO_2 to CH_3OH Conversion Selectivity
김현*, 김동윤, 양비룡 (*금오공대*)

P1-G2-15 MnO_2 QDs/$CaFe_2O_4$/TiO_2/RGO/FTO Photo-cathode for CO_2 to CH_3OH Conversion
김현*, 김동윤, 양비룡 (*금오공대*)

P1-G2-16 TiO_2 Nanotube Arrays Supported RuO_{2-x} as Efficient Gas Evolving Catalysts
허성은*, 조덕기 (*서울대*)

P1-G2-17 Morphology and Composition of Cu2ZnSn(S,Se)4 Fabricated with Pulse Reverse Electrodeposition
천기범*, 서세원 (*서울대*)

P1-G2-18 Fabrication of TiO_2/InP/FTO Photo-electrode for CO_2 Reduction
김동윤*, 김 현, 양비룡 (*금오공대*)

P1-G2-19 Fabrication and Characterization of Pd@Cu-CeO_2 Nanopowders by Hydrothermal Process for Reduction Activity
Yeon bin Choi, Jeong hun Son, Dong Sik Bae* (*Changwon Nat'l Univ.*)

S21. 수퍼스타 SOFC 시즌3: 희망을 연구하라

P1-S21-1 Exploring High Performance and Reliable Air Electrodes for Proton Conducting Reversible Solid Oxide Cells
Saqib Muhammad*, 이전인, 박준영 (*세종대*)

P1-S21-2 Sulfur Poisoning of Solid Oxide Fuel Cell Based on Ni/Fe Cermet Anode
이호성*, 이현미, 임형태 (*창원대*)

P1-S21-3 The Gradient Structure SOFC Anode for the Prevention of Anode/Electrolyte Delamination
손민지*, 임형태 (*창원대*)

P1-S21-4 Experimental Study of In-plane Performance Variation on Anode Supported Solid Oxide Fuel Cells
김민우*, 김정명, 박희성, 임형태 (*창원대*)

P1-S21-5 SOFC용 고내구성 $La_xSr_{1-x}Ti_yNi_{1-y}O_{3-\delta}$ 연료극 개발
이민진*, 신재화, 정재훈, 황해진 (*인하대*)

P1-S21-6 Design Evaluation of Tubular Solid Oxide Fuel Cells based on Multiphysics Computational Fluid Dynamics Analysis
유재영*, 강주현, 배중면 (*KAIST*)

포스터발표

Poster-I

2018년 4월 12일(목) 11:00-18:00

P1-S21-7 Manipulation of Nanoscale Intergranular Phases for High Proton Conduction and Decomposition Tolerance in $BaCeO_3$ Polycrystals
김혜성*, 배형빈, 정성윤 (*KAIST*)

P1-S21-8 Microstructural Stability of SSC Fibrous Cathode with Embedded SDC Particles for Solid Oxide Fuel Cells Operating on Hydrogen
이세욱*, 최진이, 박상호, 신동욱 (*한양대*)

P1-S21-9 Stability of 3, 6, 8 mol% yttria Stabilized Zirconia in Molten Flux Using Solid Oxide Membrane Process
황국진[1*], 신태호[1], 신미영[1], 이희수[2] ([1]*KICET*, [2]*부산대*)

P1-S21-10 Application of Atomic Layer Deposition to Solid Oxide Fuel Cells Based on High-k Oxide Materials
오지원[1*], 황진하[1], 배승묵[2], 김재환[1] ([1]*홍익대*, [2]*군산대*)

S24. 열전 변환 소재, 모듈 및 시스템

P2-S24-1 산화물 환원과 가압소결에 의해 제조된 Cu_2Se 소결체의 전기적 특성
신지은*, 임영수, 이길근 (*부경대*)

P2-S24-2 Cl-doping이 Cu_2Se의 열전수송특성에 미치는 효과에 대한 연구
김민지[1*], 임영수[1], 이길근[1], 김우철[2], 김교민[2], 탁장렬[3], 신원호[4], 서원선[4], 조형균[3] ([1]*부경대*, [2]*연세대*, [3]*성균관대*, [4]*KICET*)

P2-S24-3 Sb 도핑이 $SnSe_2$의 열전수송특성에 대한 미치는 효과에 대한 연구
최진식[1*], 김민지[1], 임영수[1], 이길근[1], 심지훈[2], 이창훈[2], 신원호[3], 서원선[3] ([1]*부경대*, [2]*포항공대*, [3]*KICET*)

P2-S24-4 Effects of Zn-doping on Thermoelectric Transport Properties of Cu_2Se
진승현[1*], 김민지[1], 임영수[1], 이길근[1], 김우철[2], 김교민[2], 탁장렬[3], 신원호[4], 서원선[4], 조형균[3] ([1]*부경대*, [2]*연세대*, [3]*성균관대*, [4]*KICET*)

P2-S24-5 $Bi_{0.3}Sb_{1.7}Te_3$-graphene oxide 복합체의 열전수송특성 연구
황의경[1*], 임영수[1], 이길근[1], 김우철[2], 김교민[2], 남우현[3], 신원호[4], 서원선[4] ([1]*부경대*, [2]*연세대*, [3]*KAIST*, [4]*KICET*)

P2-S24-6 Melt-spinning 법으로 제작된 *p*-type 다결정 Si의 열전특성 연구
선주형*, 임영수, 이길근, 김성규 (*부경대*)

P2-S24-7 Study of Thermal and Mechanical Properties of Porous Cu_2SnSe_3 Thermoelectrics
SIYAR MUHAMMAD*, Jun-Young Cho, Chan Park (*Seoul Nat'l Univ.*)

P2-S24-8 Thermoelectric Properties of High Temperature Phase of SnSe
조준영[1*], SIYAR MUHAMMAD[1], 류종훈[1], 진우찬[1], 김성우[1], Rita Galvez[1], 배성환[2], 박 찬[1] ([1]*서울대*, [2]*경남대*)

P2-S24-9 Electronic and Thermal Properties of Si-doped InSe Layered Chalcogenides
유준연*, 김지일, 조현준, 추성실, 김상일 (*서울시립대*)

P2-S24-10 Effect of Dislocation Arrays at Grain Boundaries on Electronic Transport Properties of Bismuth Antimony Telluride
황재열[1*], 김정원[1], 김현식[2], 김상일[3], 이규형[4], 김성웅[1] ([1]*성균관대*, [2]*삼성종합기술원*, [3]*서울시립대*, [4]*연세대*)

P2-S24-11 Thermoelectric Properties of n-type (Bi,Sb)2Te3 Alloys
문현아[1*], 이규형[2], 김성웅[1] ([1]*성균관대*, [2]*연세대*)

P2-S24-12 용매열 합성법을 이용한 $CoSb_3$ 나노분말 합성
안종필*, 김민숙, 박주석, 김세훈 (*KICET*)

G3. 엔지니어링 세라믹스

P1-G3-1 Rapid Consolidation of Nanostructured ZrB_2 and its Mechanical Properties
손인진*, 조우진, 김성은 (*전북대*)

P1-G3-2 Sintering and Characterization of Oxygen-stabilized Transparent Y_2O_3 Ceramics
정욱기*, 마호진, 김도경 (*KAIST*)

P1-G3-3 Joining of Liquid-phase Sintered SiC Monoliths using a Preceramic Polymer, MAX Phase or SiC Tape
박소정*, 윤당혁 (*영남대*)

P1-G3-4 Properties and Rapid Consolidation of Nanostructured ZrO_2 and 3YSZ
손인진*, 박근오 (*전북대*)

포스터발표

Poster-I

2018년 4월 12일(목) 11:00-18:00

P1-G3-5 Mechanical Properties and Rapid Sintering of Nanostructured Nb_2C-Al_2O_3 Composite
손인진*, 김신호 (*전북대*)

P1-G3-6 Rapid Sintering and Synthesis of Nanostructured Al-TaC Composite
손인진*, 정해철 (*전북대*)

P1-G3-7 Characterization of Thermal Conductivity and Mechanical Property of Pressureless Sintered Silicon Nitride Ceramics
공정훈*, 정욱기, 마호진, 김도경 (*KAIST*)

P1-G3-8 고연소시 핵연료 외부에 형성되는 rim 구조 억제를 위한 이중결정립 조직 UO_2 핵연료 제조기술
김정범*, 임광영, 나연수, 정태식, 이승재 (*한전원자력연료*)

P1-G3-9 고에너지 분쇄 매체 지르코니아 비드의 미세구조 및 기계적 특성에 따른 마모율 분석
김정환[1*], 윤세중[2], 한병동[1], 윤운하[1], 최종진[1] (*[1]KIMS, [2]UST*)

P1-G3-10 에너지 하베스팅이 적용된 건물일체형 태양광 시스템 PDLC 스마트 윈도우 제작
강성찬[1*], 오정표[1], 김은미[2], 강지연[2], 허기석[2] (*[1]전남대, [2]KITECH*)

G4. 나노융합 세라믹스

P1-G4-1 Warm White Emission of $Sr_8MgY(PO_4)_7:Eu^{2+}$, Mn^{2+}, Ce^{3+} Phosphors for High Color Rendering White LEDs
홍우태*, 박진영, 정종원, 양현경, 문병기 (*부경대*)

P1-G4-2 Copper Doped TiO_2 Nanoparticles with Different pH Values for Improving Photocatalytic Degradation of Dyes
박성준*, 윤영우, 정종원, 양현경, 문병기 (*부경대*)

P1-G4-3 The Role of Sintering Temperatures in the Luminescent Properties of Eu^{3+} doped $Gd_2(MoO_4)_3$ Red Phosphors
이성제*, 서영조, 박진영, 양현경 (*부경대*)

P1-G4-4 $La_2Ti_2O_7:Eu^{3+}$ 적색 형광체의 응용을 위한 형광특성 연구
박진영[1*], 정종원[1], 박성준[1], 제재용[2], 양현경[1] (*[1]부경대, [2]동의과학대*)

P1-G4-5 Functionalized Up-conversion Nanoparticles Luminescence Properties and Bio-imaging Application
정종원[1*], 박진영[1], 홍우태[1], 제재용[2], 양현경[1] (*[1]부경대, [2]동의과학대*)

P1-G4-6 ZnS:Cu 와 PDLC를 결합하여 자체발광 기능이 있는 스마트 윈도우 제작 및 특성 분석
오정표[1*], 김은미[2], 강성찬[1], 강지연[2], 허기석[2], 우정주[1] (*[1]전남대, [2]KITECH*)

P1-G4-7 스크린 프린팅 방법으로 발광 영역을 패터닝한 스마트 윈도우 제작 및 특성 분석
강지연[1*], 김은미[1], 오정표[2], 강성찬[2], 허기석[1] (*[1]KITECH, [2]전남대*)

P1-G4-8 서로 다른 활성제가 도핑된 $BiTaO_4$ 형광체의 합성과 구조 및 발광 특성
김현수*, 조신호 (*신라대*)

P1-G4-9 $NaTaO_3$:RE^{3+} (RE=Dy Eu, Sm, Tb) 형광체 분말의 발광 특성
박종빈*, 조신호 (*신라대*)

P1-G4-10 $NaNbO_3:RE^{3+}$ (RE=Dy, Eu, Dy/Eu) 백색광 형광체 분말의 광학 특성
이원웅*, 조신호 (*신라대*)

P1-G4-11 서로 다른 Eu^{3+} 이온의 농도로 합성한 $GdVO_4:Dy^{3+},Eu^{3+}$ 형광체의 특성
박기원*, 조선욱 (*신라대*)

P1-G4-12 양극산화 TiO_2 나노튜브 어레이의 미세구조 변화에 따른 광결정 특성
김완태*, 이창규, 나경한, 박상우, 최원열 (*강릉원주대*)

P1-G4-13 전기방사법으로 제조된 페라이트 나노섬유의 미세구조 및 자기 특성
나경한[1*], 김완태[1], 이창규[1], 박동철[2], 송태협[3], 이세현[3], 신현규[4], 최원열[1] (*[1]강릉원주대, [2](주) 위드엠텍, [3]KICT, [4]KTL*)

P1-G4-14 전기방사법을 이용한 TiO_2 나노 섬유 제조 및 미세구조 제어
이창규*, 김완태, 나경한, 조 현, 최원열 (*강릉원주대*)

P1-G4-15 3D 프린팅 기반 세라믹 중자의 성형밀도 증가를 통한 기계적 특성 향상
박혜영*, 김수찬, 최현희, 김봉구, 조근호, 김은희, 정연길 (*창원대*)

P1-G4-16 무기 바인더 흡습성 개선을 위한 이중코팅 공정
최현희*, 김봉구, 박혜영, 이혜주, 조근호, 김은희, 정연길 (*창원대*)

포스터발표

Poster-I

2018년 4월 12일(목) 11:00-18:00

P1-G4-17 나노다공성 양극산화알루미늄의 친환경 및 고수율 제작 및 응용성 연구
홍영기[1*], 정석환[1], 김선국[1], 박동혁[2] ([1]*성균관대*, [2]*인하대*)

P1-G4-18 잉크젯 프린팅용 고화도 세라믹 잉크의 합성과 프린팅 특성 연구
이지현[1*], 한규성[2], 황해진[1], 권종우[2], 김진호[2], 황광택[2], 조우석[2] ([1]*인하대*, [2]*KICET*)

P1-G4-19 3D Porous Structures Prepared by Pattern Transfer Printing
전창준[*], 최용호, 정영훈, 윤지선, 백종후, 홍연우, 조정호 (*KICET*)

P1-G4-20 High-throughput Roll-to-roll Fabrication of Flexible Thermochromic Coatings for Smart Windows with VO_2 Nanoparticles
김영광[*], 유상배, 박재성, 윤다섭 (*POSTECH*)

G4-4 Highly Concentrated Single-Chain Atomic Crystal LiMo3Se3 Solution Using Ion Exchange Chromatography
채수동[1*], 오승배[1], Akhtar Jahan Siddiqa[1], 김지훈[1], 이원규[1], 장우성[1], 이주송[2], Linlin Chi[1], 허준석[1], 최경환[1], 장지민[1], 김수민[2], 최재영[1]
([1]*성균관대*, [2]*KIST*)

S41. 나노구조 반도체 재료 가스센서

P1-S41-1 TiO2 및 SnO2 코팅에 의한 Co3O4 센서의 메틸벤젠 선택성 조절
임겨레[1*], 정현묵[1], 정성용[1], 김재혁[1], 김보영[1], 김준식[1], 장호원[2], 이종흔[1] ([1]*고려대*, [2]*서울대*)

P1-S41-2 Improved NO_2 Sensing Performance by P-N Heterostructure based on WO_3 Decorated NiO Nanobeads
이승엽[1*], 송영근[2, 3], 강종윤[3] ([1]*KU-KIST*, [2]*고려대*, [3]*KIST*)

P1-S41-3 Highly Sensitive and Selective rGO/SnS_2 bsed Chemoresistive Gas Sensors
박서연[*], 김연후, 김태훈, 장호원 (*서울대*)

P1-S41-4 Gas Sensing Properties of Au-doped Tungsten Oxide prepared from $(NH_4)_2WS_4$ precursor
김태훈[1*], Amirhossein Hasani[2], 김연후[1], 박서연[1], 김수영[2], 장호원[1] ([1]*서울대*, [2]*중앙대*)

P1-S41-5 유연 기판 위에 코팅된 rGO-In_2O_3 나노복합체를 이용한 고성능 이산화질소 가스 센서
이건호[1*], 나찬웅[2], 김재혁[1], 김효중[1], 우형식[1], Arunava Gupta[3], 김한기[4], 이종흔[1] ([1]*고려대*, [2]*KITECH*, [3]*Univ. Alabama*, [4]*경희대*)

P1-S41-6 가시광선조사에 의한 균일하게 배열된 CdS 나노조각 이산화질소 센서의 가스감응특성향상
문영국[*], Hua-Yao Li, 윤지원, 이철순, 임겨레, 윤지욱, 이종흔 (*고려대*)

P1-S41-7 NiO/$NiWO_4$ 복합체 난황구조를 이용한 고감도, 고선택적 자일렌 센서 설계
김태형[*], 곽창훈, 이종흔 (*고려대*)

P1-S41-8 Knittable and Wearable Gas Sensors using Reduced Graphene Oxide Covered Carbon Fabrics Decorated with Metal Catalysts for Enhanced Selectivity
이충원[*] (*서울대*)

P1-S41-9 브랜치 및 금속촉매에 의한 반도체식 가스센서의 센싱 특성 향상
김현우[*], 최명식, 방재훈, 엄완식 (*한양대*)

P1-S41-10 Low-power-consumption Gas Sensor based on Suspended Carbon Nano-heater
임영진[*], 김태중, 권영민, 백정민, 이윤식, 신홍주 (*UNIST*)

P1-S41-11 Gas-phase Substitution Synthesis of Mn_3O_4-decorated ZnO Nanobelts, ZnO-$ZnMn_2O_4$ Nanocables, and Mn_3O_4 Nanowires from ZnO Nanobelts and their Gas
나찬웅[1*], 나찬웅[1], 권정현[1], 정재호[2], 이종흔[2] ([1]*KITECH*, [2]*고려대*)

P1-S41-12 Synthesis and Gas Sensing Properties of Au/In_2O_3 by Thermal Decomposition
황진아[1*], 전명표[2], 주병권[1] ([1]*고려대*, [2]*KICET*)

P1-S41-13 2D Layered Semiconductor MoS2 and its Application as an Ultra-sensitive No_2 Gas Detector
임혜린[*] (*성균관대*)

P1-S41-14 Pt Nanoparticles Functionalized Tungsten Oxynitride Hybrid Chemiresistor: Low-Temperature NO_2 Sensing
김동하[1*], 정지원[1], 최선진[2], 장지수[1], 구원태[1], 김일두[1] ([1]*KAIST*, [2]*MIT*)

P1-S41-15 Synthesis and Gas Sensing Properties of Ag Nanostructure Decorated Reduced Graphene Oxide Films
정영규[*], 권용중 (*KITECH*)

포스터발표

Poster-I

2018년 4월 12일(목) 11:00-18:00

P1-S41-16 Ag Nanowires Embedded Glass-fabric/Siloxane Hybrid Heater Substrate: Flexible Sensing Platform for Catalyst-decorated Metal Oxide Nanosheet
장지수*, 김동하, 구원태, 김일두 (*KAIST*)

P1-S41-18 Ultrasmall Pt Catalyst Loaded Mesoporous SnO_2 Nanofibers via Chitosan-Metal Complex Templating Route: Toward Superior Acetone Sensor
정용진*, 구원태, 장지수, 김동하, 조희진, 김일두 (*KAIST*)

P1-S41-19 Dual Sensitization of Pt-ZnO Nanoparticles in Hierarchical Reduced Graphene Oxide for NO_2 Chemiresistors
강준영*, 구원태, 장지수, 조희진, 김동하, 김일두 (*KAIST*)

S42. 2차원 소재 및 응용

P1-S42-1 템플릿을 통해 형성된 그래핀의 미세구조 분석
정재훈*, 최경곤, 예종필 (*인하대*)

P1-S42-2 Encapsulation-Free, Air-Stable Monolayer WS_2 Using Graphene Substrate
김세양* (*UNIST*)

P1-S42-3 Highly Conductive and Environmentally Stable Graphene-Based Organic Transparent Conducting Film Using Lamination Process
이도희*, 주재환, 이도희, 조준현, 김성엽, 유정우, 권순용 (*UNIST*)

P1-S42-4 All-Carbon Composite Electrodes with Uniform Carbon Nanotube Networks for Durable and Transparent Conducting Electrode
윤형덕*, 곽진성 (*UNIST*)

P1-S42-5 3D Graphene-Ni Foam Heterostructures for Highly-efficient and Durable Bipolar Plates in a Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell
심여선[1*], 곽진성[1], 김세양[1], 조용수[1], 김승현[1], 김성엽[1], 김지현[1], 이치승[2], 조장호[2], 권순용[1] ([1]*UNIST*, [2]*현대자동차*)

P1-S42-6 Ambient Air Oxidation Behavior of Intrinsic Graphene Defects for Different Origins on Copper
조용수*, 곽진성, 박순동, 김나연, 김세양, 이종훈, 김성엽, 권순용 (*UNIST*)

P1-S42-7 Crumpled Reduced Graphene Oxide for Highly Efficient Supercapacitor
명 윤[1*], 최재원[2], Ramesh Raliya[3], Pratim Biswas[3], Parag Banerjee[3] ([1]*세종대*, [2]*KIST*, [3]*Washington Univ. St.Louis*)

P1-S42-8 Highly Durable Cu-Based Electrodes from a Printable Nanoparticle Mixture Ink: Flash-Light-Sintered, Kinetically-Controlled Microstructure
박혜진[1*], 조예진[1], 조민경[2], 정영우[2], 이수연[1], 최영민[1], 정선호[1] ([1]*KRICT*, [2]*KIST*)

P1-S42-9 Negative Photoresponse of WS_2 Film Decorated with Au Nanoparticles
김봉호*, 권순형, 한진희, 윤영준 (*KICET*)

P1-S42-10 The Origin of High Photoresponsivity in APCVD-grown $MoSe_2$ Phototransisot
홍성인[1*], 한규철[2], 홍영기[1], 윤영기[2], 김선국[1] ([1]*성균관대*, [2]*Univ. Waterloo*)

P1-S42-11 Growth of High-Crystalline Bulk $MoSe_2$ through Controlling the Gas Flow
김정훈*, 추수호, 임혜린, Liu Na, 김선국 (*성균관대*)

P1-S42-12 Morphology and Thickness-dependent Photoelectrochemical Water Splitting on WO_3 Nanostructures.
조아영*, 이준봉, 윤철민, 이상우, 이호진, 최택집 (*세종대*)

P1-S42-13 Large-Area Synthesis of Superconductor NbSe2 Grown by Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition
Kwan-Woo Kim*, Sang-Hoon Lee, Bum-Jun Kim, Hyung-Kyu Lim, Nasir Tuqeer, Ik-Jun Choi, Byeong-Ju Jeong, Min-Ki Son and Jae-Young Choi (*Sungkyunkwan Univ.*)

P1-S42-14 Low-Temperature Synthesis of Double Layerless Graphene Growth via MOCVD
KIM BUM JUN*, JEONG BYEONG JU, LEE SANG HOON, NASIR TUQEER, HYUNG KYU LIM, Kwan-Woo Kim, CHOI IK JUN, SON MIN KI, Jae-Young Choi (*Sungkyunkwan Univ.*)

P1-S42-15 Piezoelectric Effect Depends on the Direction of Monolayer MoS2 for Piezoelectric Energy Nanogenerator
김보성*, 김성균, 김상우 (*성균관대*)

포스터발표

Poster-I

2018년 4월 12일(목) 11:00-18:00

P1-S42-16 Epitaxial Growth of Large-Area Monolayer Single-crystalline Graphene by CVD
Hyung-Kyu Lim*, Sang-Hoon Lee, Bum-Jun Kim, Kwan-Woo Kim, Nasir Tuqeer, Ik-Jun Choi, Byeong-Ju Jeong, Min-Ki Son and Jae-Young Choi (*Sungkyunkwan Univ.*)

P1-S42-17 Defect-free Graphene Transfer by Plasticized-polystyrene
NASIR TUQEER*, KIM BUM JUN, LEE SANG HOON, Kwan-Woo Kim, HYUNG KYU LIM, Jae-Young Choi (*Sungkyunkwan Univ.*)

P1-S42-18 Properties of Hybrid Materials by Graphene and Carbon nanotube Coated Aluminum
황진욱[1*], 김우식[2], 도환수[2], 김혜영[2], 남상용[1] ([1]*경상대*, [2]*KICET*)

P1-S42-19 Indium Gallium Zinc Oxide(IGZO) Thin-film Transistor Operation based on Polarization Effect of Liquid Crystals from a Remote Gate
김명언*, 이준형, 김정주, 허영우, 이상욱 (*경북대*)

P1-S42-20 Wafer-Scale Homogeneous Growth of Monolayer Tungsten Dichalcogenides Using Metal-Organic Chemical Vapor Depostion
강희성* (*고려대*)

G5. 바이오 세라믹스

P1-G5-1 나노 TCP 분말 및 마이크로 TCP 분말의 인산칼슘골시멘트의 경화강도에 미치는 영향
장명철[1*], 김병기[1], 김영모[2], 이청천[3] ([1]*군산대*, [2]*셀바이오*, [3]*(주)지에스엠트*)

P1-G5-2 Characterizations of Bio-ceramic Coatings Fabricated by Aerosol Deposition for Dental Brace Brackets
조명연[1*], 김익수[1], 김원중[1], 이동원[2], 오종민[1] ([1]*광운대*, [2]*KTL*)

P1-G5-3 치과용 고밀도 지르코니아 소결체 제작 및 기계적 특성 평가
차재민*, 이정우, 김성혁, 심승언, 오택호, 윤창번 (*산기대*)

P1-G5-4 Preparation of Pigment Materials for a Chemical Indicator used in Steam Sterilization
김태희*, 박경봉 (*안동대*)

P1-G5-5 Mechanical Properties and in vitro Test of Bioactive Glass Fabrics
박제원[1*], 나혜인[1], 최성철[2], 김형준[1] ([1]*KICET*, [2]*한양대*)

P1-G5-6 Lamellar Structure of Polymer Infiltrated Ceramic Networks Prepared by Freeze Casting
김동규*, 정욱기, 김도경 (*KAIST*)

P1-G5-7 Development of Immunoaffinity Biosensors based on Microelectrodes
이가연*, 박준희, 송지천, 변재철 (*연세대*)

P1-G5-8 Development of Capacitive Biosensor based on Vertically Paired Interdigitated Electrode (IDE)
박준희*, 이가연, 송지천, 변재철 (*연세대*)

P1-G5-9 고체함량이 지르코니아 주입성형 및 소결 물성에 미치는 영향
김대성*, 이종국, 김새열, 김정준 (*조선대*)

P1-G5-10 약물전달용 실리카 나노로드의 제조
박성범[1*], Md Shahjahan kabir[2], 박용일[2] ([1]*동국대*, [2]*금오공대*)

P1-G5-11 A General Strategy for Depositing Nanoparticles onto Paper Substrates with Exceptional Redispersibility, Stability, and Functionality
조희훈* (*성균관대*)

P1-G5-12 Aesthetic Coloring of Ni-Ti by Oxidation Treatment for Orthodontic Wires
배재섭*, 김석영 (*영남대*)

P1-G5-13 상온분사코팅을 이용한 지르코니아 기판의 표면 조도 향상
김형진*, 이종국 (*조선대*)

P1-G5-14 Comparative Study on the Characteristics of OCP Synthesized with Various Calcium Salts
허지안*, 김석영 (*영남대*)

P1-G5-15 Preparation of Calcium Phosphate (BCP) via Wet Chemical Preparation from the Different Ca/P Precursor Ratios
이병우*, 홍일곡 (*해양대*)

포스터발표

Poster-I

2018년 4월 12일(목) 11:00-18:00

P1-G5-16 **결합력과 심미성을 증진시킨 치과용 glaze 개발**
손시원*, 김준형, 김예나, 김성민, 임형봉 (*(주)하스*)

P1-G5-17 **치과용 지르코니아와 도재의 결합강도를 증진 시키기 위한 이장재 개발.**
김예나*, 임형봉, 김준형, 김성민, 손시원 (*(주)하스*)

P1-G5-18 **마스터배치 적용을 위한 버미큘라이트의 입도제어**
조선복[1*], 장정호[2], 황해진[1] ([1]*인하대*, [2]*KICET*)

P1-G5-19 Effects of Water Contents on Ball-mill Pretreatment and Enzymatic Digestibility of Corn Stover
구양모*, 이진형 (*KICET*)

P1-G5-20 Preparation and Characterization of Polymer-infiltrated Leucite Ceramics for Dental Restorations
이득용[1*], 신지연[1], 노정원[1], 이성은[1], 김배연[2] ([1]*대림대*, [2]*인천대*)

P1-G5-21 **과립 및 페이스트 제작 조건이 Brushite Bone Cement의 주사 배출 특성에 끼치는 영향**
오경식*, 조현호 (*안동대*)

P1-G5-22 Synthesis and Characterization of Iron Substituted Beta-tricalcium Phospahte
유경현*, 김용준, 김현진, 장영근, 윤석영 (*부산대*)

P1-G5-23 Synthesis and Biocompatibility of Synthetic Bond Graft for Dental Restorations
신지연*, 김도연, 이득용 (*대림대*)

G6. 유리 및 비정질 세라믹스

P1-G6-1 **국제표준화기구(ISO) 건물용유리(TC160), 건축물 환경에서의 열성능 및 에너지 사용 분야(TC163) 활동 분석**
이양수[1*], 권순동[2], 이승률[2] ([1]*성균관대*, [2]*기계융복합기술연구조합*)

P1-G6-2 **ta-C 코팅층 두께에 따른 물성들의 상관관계에 대한 연구**
김효준[1*], 최다현[1], 이희신[2], 장규범[2], 이선영[1] ([1]*한양대*, [2]*(주)네오티스*)

P1-G6-3 Study on Luminscent Properties of Phosphor-in-glass(PiG) for Various Phosphor Contents
이우철*, 류지승, 정홍채, 양현경 (*부경대*)

P1-G6-4 The Study of Dy_2O_3 doped Glass System for Laser Sealing of Dye-Sensitized Solar Cell Module
김소영[1*], 최주현[1], 박준[1], 김선훈[1], 김진혁[2] ([1]*KOPTI*, [2]*전남대*)

P1-G6-5 Plasma Resistance of $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ (CAS) glass under Fluorocarbon Plasma with Ar^+
나혜인[1*], 박제원[1], 최성철[2], 김형준[1] ([1]*KICET*, [2]*한양대*)

P1-G6-6 **다중 파장 발광을 위한 Cd-S-Se 양자점 함유 유리의 조성 제어 및 백색 LED 제조**
한가람[1*], 허 종[2], 정운진[1] ([1]*공주대*, [2]*포항공대*)

P1-G6-7 **UV 여기광에 의한 CuO, In_2O_3 및 ZnS가 첨가 된 규산염 유리의 발광 특성**
박경대*, 한가람, 정운진 (*공주대*)

P1-G6-8 **중굴절 유리알용 규산염계 유리 소재의 조성 변화가 굴절률 및 경도에 미치는 영향**
김인건*, 이한솔, 정운진 (*공주대*)

P1-G6-9 **스프레이 공법을 이용한 화학강화 유리 제조에 필요한 Metal-Oxide-KNO_3-슬러리 제조**
권민형*, 임현태, 김선욱, 김진호, 황종희 (*KICET*)

P1-G6-10 **인산의 양이 란각으로 제조된 인산칼슘 유리의 결정상에 미치는 영향**
강태성*, 이상진 (*목포대*)

P1-G6-11 **유리 및 자기 법랑에 관한 내화학성 측정 방법의 표준화**
박현욱*, 임태영, 이영진, 김진호, 전대우, 김선욱, 이미재 (*KICET*)

P1-G6-12 **$Mg(PO_3)_2$ / $Al(PO_3)_3$ 를 포함하는 불소인산염 유리의 구조 및 광학적 특성 연구**
박찬휘[1*], 박상호[1], 윤인상[1], 최주현[2], 신동욱[1] ([1]*한양대*, [2]*KOPTI*)

P1-G6-13 Amorphous $CaCu_3Ti_4O_{12}$ Thin Films on a Flexible Polymer Substrate
한찬수*, 최홍제, 오효찬, 조용수 (*연세대*)

P1-G6-14 Chemical Effects of Organo-silanized SiO_2 Nanofillers on Epoxy Adhesives
이진웅* (*성균관대*)

포스터발표

Poster-I

2018년 4월 12일(목) 11:00-18:00

P1-G6-15 다가이온을 첨가한 MgO의 전기적 특성변화거동에 관한 연구
최진삼*, 공영민 (*울산대*)

G7. 내화물 및 시멘트 세라믹스

P1-G7-1 변형 베이어 공정을 이용한 고순도 알루미나 제조
최현빈[1*], 박상춘[1], 김대웅[2], 신광희[2] ([1]*한국알루미나(주)*, [2]*케이씨주식회사*)

P1-G7-2 No cement MgO 캐스타블 개발과 실로 적용
이민구*, 박영증, 김원갑, 이석근 (*한국내화(주)*)

P1-G7-3 콜로이달 실리카 결합 Al_2O_3-SiC-C 캐스타블 개발
이재훈*, 김태완, 고진석, 이석근 (*한국내화(주)*)

P1-G7-4 무기 및 유기계 자기치유 혼화재를 사용하여 균열폭에 따른 투수시험에 관한 실험적 연구
김진웅*, 황지순, 민관홍 (*(주)인트켐*)

P1-G7-5 핵연료 피복관의 내산화 표면층 생성을 위한 저온분사 공정 적용 및 기계적 특성 평가
박동준*, 김현길, 정양일, 박정환, 이영호, 최병권, 양재호 (*KAERI*)

P1-G7-6 블랙코어링 현상이 인공경량 골재 소성 온도에 미치는 영향
권정규*, 위영민, 이기강 (*경기대*)

P1-G7-7 정수슬러지를 재활용한 인공경량골재의 제조
우희수*, 이기강 (*경기대*)

P1-G7-8 인공 경량 골재의 소수성 코팅을 통한 흡수율 저감 연구
이지언*, 이기강 (*경기대*)

P1-G7-9 세라믹 사출 공정을 이용한 주조용 복잡형상의 실리카 기반 세라믹 코어의 제조
여정구*, 박정수, 이진석 (*KIER*)

P1-G7-10 주조용 복잡형상의 실리카 세라믹 중자의 광중합 방식의 제조 연구
여정구*, 박정수, 양승철 (*KIER*)

P1-G7-11 폐광산 채움재 골재로서 석회석 광산 부산물의 활용성능 연구
문기연[1*], 조진상[1], 최문관[1], 조계홍[1], 안지환[2] ([1]*한국석회석신소재연구소*, [2]*KIGAM*)

SS2. 제2회 첨단세라믹과 박막 국제 심포지엄

P1-SS2-1 Separation of Quartz and Halloysite Nano Tubes (HNTs) by Homogenization of Sancheong Kaolins
황규홍[1*], 이윤기[1], 이종국[2], 박관식[3], 전병세[3] ([1]*경상대*, [2]*조선대*, [3]*풍산광업*)

P1-SS2-2 Dy와 Eu가 동시 도핑된 YBO_3 박막의 특성
하순종*, 신종언 (*신라대*)

P1-SS2-3 증착 온도에 따른 Bi_2MoO_6:Eu 적색 형광체 박막의 특성
이승민*, 조신호 (*신라대*)

P1-SS2-4 급속 열처리 온도가 Eu 이온이 도핑된 Bi_2MoO_6 박막에 미치는 영향
박수진*, 조신호 (*신라대*)

P1-SS2-5 Effect of Electric Fields during Flash Sintering of 3mol% Yttria-stabilized ZrO_2
황창훈[1*], 웨이친[2], H. 마지디[2], 윤존도[1], 클라우스 반벤템[2] ([1]*경남대*, [2]*미국 유씨데이비스*)

포스터발표

Poster-II

2018년 4월 13일(금) 09:00-16:30

G1. 전자 세라믹스

P2-G1-1 Doped-$(K,Na)NbO_3$ 단결정의 압전 특성 및 미세 구조
조경훈[1*], 유일열[1], 곽도우[1], 안철우[2], 한병동[2], 최종진[2] ([1]*금오공대*, [2]*KIMS*)

P2-G1-2 15-모드 압전 복합체로 구성되는 자기전기 적층 소자의 구조 제어 연구
조경훈[1*], 이용우[1], 유일열[1], 곽도우[1], 안철우[2] ([1]*금오공대*, [2]*KIMS*)

P2-G1-3 Systematic Tuning of Hydrogen-induced Phase Transition in VO_2 Epitaxial Thin Film
윤효진[1*], 최민석[2], 박재성[1], 임태원[3], 임규욱[4], 최시영[1], 손준우[1] ([1]*POSTECH*, [2]*인하대*, [3]*KIMS*, [4]*포항가속기연구소*)

P2-G1-4 Effect of Crystallographic Orientation on the Energy Storage Characteristics of PZT Thin Films
임경원[*] (*KIMS*)

P2-G1-5 내열 세라믹 용기의 인덕션 가열을 위한 전자기유도용 도전소재 제조 및 특성평가
이상헌[1*], 이동원[1], 조명연[2], 김용남[1], 이종섭[3], 오종민[2] ([1]*KTL*, [2]*광운대*, [3]*카멜*)

P2-G1-6 메모리반도체 프로브 카드용 세라믹 기판의 제조 및 특성
이동원[1*], 이상헌[1], 김용남[1], 류두형[2], 조명연[3], 오종민[3] ([1]*KTL*, [2]*(주)우진*, [3]*광운대*)

P2-G1-7 Highly Stretchable, Photo-curable Polymer Composite Enabled by Systematic Urethane Linkage Control
정과정[*], 양현승, 박성대, 이우성 (*KETI*)

P2-G1-8 PLD법으로 증착한 ZnO:(Ga,Sb) 박막의 산소 분압에 따른 특성 변화
이지원[*], 이정아, 허영우, 이준형, 김정주 (*경북대*)

P2-G1-9 Influence of *A*-site Deficiencies on the Electrical Properties of BNT-BKT Lead-free Piezoceramics
이건주[1*], 김태은[1], 김용주[1], 조재현[1], 홍창효[1], 안창원[2], 조 욱[1] ([1]*UNIST*, [2]*울산대*)

P2-G1-10 La, Y가 동시 첨가된 Ceria의 이온 전도 기구 분석
이지원[*], 이호창, 이정아, 이준형, 허영우, 김정주 (*경북대*)

P2-G1-11 Energy Storage and Discharging Characteristics of $0.65Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$-$0.35PbTiO_3$ Thick Ffilms by Aerosol-Deposition
김가연[1*], Haribabu Palneedi[1], 황건태[1], 임경원[1], Mahesh Peddigari[1], 이정우[2], 류정호[1] ([1]*KIMS*, [2]*부산대*),

P2-G1-12 Cu 내부전극을 사용한 PZT 압전 액츄에이터의 동시소성
김재혁[1*], 여동훈[2], 신효순[2], 남 산[1] ([1]*고려대*, [2]*KICET*)

P2-G1-13 코디어라이트/W 전극의 동시소성에서 바인더 함량이 시트 휨 현상에 미치는 영향
임진현[1*], 김시연[2], 여동훈[3], 신효순[3], 정대용[1] ([1]*인하대*, [2]*고려대*, [3]*KICET*)

P2-G1-14 나노초 펄스레이저를 이용한 미세 홀 가공에서 세라믹의 열적, 기계적 물성이 테이퍼 현상에 미치는 영향
임진현[1*], 김시연[2], 여동훈[3], 신효순[3], 정대용[1] ([1]*인하대*, [2]*고려대*, [3]*KICET*)

P2-G1-15 무기필러 복합화에 따른 열전도성 몰딩소재의 물성 연구
정혜진[*], 박성대, 양현승 (*KETI*)

P2-G1-16 Quantum Dots Decorated-TiO_2 Nanostructures for Efficient Solar Seawater-splitting
이상우[*], 윤철민, 이준봉, 이호진, 조아영, 최택집 (*세종대*)

P2-G1-17 Inducing Multiferroic Properties in Psudo-cubic Nickel Ferrite Through a Forced Oxygen Deficiency
조재현[1*], Haribabu Palneedi[2], 류정호[3], 조 욱[1] ([1]*UNIST*, [2]*KIMS*, [3]*영남대*)

P2-G1-18 Fast Growth of GdBCO Superconducting Film Prepared by Fluorine-Free MOD Process.
채수진[*], 유상임, 박인성 (*서울대*)

P2-G1-19 Nitrification and Sintering Condition Effect on High Temperature Electrical Conductivity of Y_2O_3- and TiO_2 -Doped AlN Ceramics
이은실[1*], 김종영[2], 심우영[1] ([1]*연세대*, [2]*KICET*)

P2-G1-20 Effect of $BaHfO_3$ Dopant on the Superconducting Properties of $EuBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ Films Fabricated by Pulsed Laser Deposition
박유진[*], 오원재, 유상임 (*서울대*)

P2-G1-21 Effects of Sintering Conditions on the Electrical Conductivity of Y_2O_3 and MgO Doped AlN Ceramics
유동수[1*], 김종영[1], 이은실[2] ([1]*KICET*, [2]*연세대*)

P2-G1-22 Growth of $0.96(K_{0.48}Na_{0.52})(Nb_{0.95}Sb_{0.05})O_3$-$0.04Bi_{0.5}(Na_{0.82}K_{0.18})_{0.5}ZrO_3$ Lead-Free Piezoelectric Single Crystal by Solid State Single Crystal Growth
M.Meng, T.L.Pham, J.S.Lee and J.G.Fisher[*] (*Chonnam Nat'l Univ, Korea*)

포스터발표

Poster-II

2018년 4월 13일(금) 09:00-16:30

P2-G1-23 Y_2O_3 세라믹스의 도펀트 첨가 및 분위기에 따른 소결 거동
이지원*, 김창훈, 이정아, 이준형, 허영우, 김정주 (*경북대*)

P2-G1-24 Rapid Sintering 공정으로 제조한 $Bi_2Se_xTe_{(3-x)}$ n-type 열전소재의 Se 함유량에 따른 열전특성
이창현[1*], 신효순[2], 여동훈[2], 남 산[1] ([1]*고려대*, [2]*KICET*)

P2-G1-25 RF-magnetron sputtering법으로 증착한 ZnO:Al,P 박막의 전기적 및 구조적 특성
신승학*, 이정아, 이준형, 허영우, 김정주, 이상욱 (*경북대*)

P2-G1-26 Magnetic Properties in Cu-Ni-Zn Ferrite Thin Films by Spin-Spray Deposition
양형우*, 이우성 (*KETI*)

P2-G1-27 Effects of Frit Composition and Amount on the Characteristics of NTC Thermistors for Low Temperature Sintering
구본급* (*한밭대*)

S11. 유전체 세라믹스 소재 응용 및 개발 전략

P2-S11-1 Investigation of Dielectric Properties of 2D Single Layer Dielectric Nanosheet
임해나[1*], 류소연[1,2], 성영은[3], 최지원[1] ([1]*KIST*, [2]*고려대*, [3]*서울대*)

P2-S11-2 Energy Storage Properties of $Bi_{1.5}Zn_{1.0}Nb_{1.5}O_7$ Thick Films Prepared on Flexible Metal Foil by Aerosol Deposition Method
김진우[1*], 임지호[1], 김승현[2], 구창영[3], 류정호[4], 정대용[1] ([1]*인하대*, [2]*Brown Univ.*, [3]*퀀테스*, [4]*영남대*)

P2-S11-3 Characteristics of $KCa_{2(1-x)}A_{2x}B_{n-3}Nb_nO_{13}$ Nanosheets by Soft Chemical Method
류소연[1,2], 남 산[2], 최지원[1] ([1]*KIST*, [2]*고려대*)

P2-S11-4 Growth of Pore-less BaTiO3 Single Crystal by Solid State Reaction
이승희*, 정대용, 임지호, 박춘길 (*인하대*)

P2-S11-5 The Properties of M-doped SnO_2/Ag/ M-doped SnO_2 Multilayer Structure Deposited on PET Substrate for Flexible Display
장주희*, 최지원 (*KIST*)

P2-S11-6 마이크로웨이브 고상합성법을 이용한 저온에서의 $BaTiO_3$ 나노분말 합성.
윤병규*, 장내형, 윤한솔, 조남희 (*인하대*)

P2-S11-7 Enhancement of Piezoelectric Properties by the Growth of 0.8 ($Na_{1/2}Bi_{1/2}$) TiO_3 -0.2 ($Sr_{0.7}Ca_{0.3}$) TiO_3 Single Crystal by the Solid State Crystal Growth technique
LE GIA PHAN* (*Chonnam Nat'l Univ.*)

P2-S11-8 Effect of 2-d Mica Nanosheets on the Formation of Polar Phase in Poly(vinylidene fluoride)
고유민*, 신회섭, 조현승, 배현정, 권도균 (*한국항공대*)

P2-S11-9 BNT-ST-BF 무연 압전 세라믹스의 저온소성 연구
이재신*, 이창헌, 김성현, 한형수 (*울산대*)

P2-S11-10 Effects of *A/B*-site Modification on the Electrical Properties and Conduction Mechanism of Nonstoichiometric $BiFeO_3$ Ceramics
김준찬*, 박철민, 우정욱, 백승봉, 이순일, 송태권, 김원정, 김명호 (*창원대*)

P2-S11-11 고속 분말 분사 공정으로 제작한 고성능 $BaTiO_3$ 감습막의 물리적 모델 연구
김익수*, 조명연, 김원중, Jun-Ge Liang, 김은성, 김남영, 오종민 (*광운대*)

G2. 에너지 환경 세라믹스

P2-G2-1 Stable Li Ion Batteries Anode by Inducing the Covalent Bond between the Active Materials and Binder by Esterification Reaction
정철호*, 홍성현 (*서울대*)

P2-G2-2 리튬-공기 전지용 다공성 $ZnCo_2O_4$ 나노섬유 전기 촉매소재 개발
김재찬*, 이광희, 오승익, 김동완 (*고려대*)

P2-G2-3 Synthesis of $LiMn_2O_4$ Nanowires by Hydrothermal Process followed by Solid State Reaction
김태중*, 김학연, 양재형, 김용선 (*인하대*)

포스터발표

Poster-II

2018년 4월 13일(금) 09:00-16:30

P2-G2-4 Photocatalytic Properties of Surface Treatment of Low Temperature Synthesized 1Dimensional Titanium Dioxide Nanofibers.
송찬근[1,2*], 윤종원[1], 윤형중[2], 원종한[2] (*[1]단국대, [2]KBSI*)

P2-G2-5 Ag Nanoparticles Functionalized $ZnCo_2O_4$ Hollow Spheres Derived from Metal-Organic Framework for a High-Rate and Long Cycle Lithium Ion Battery Anode
구원태[*], 장혜연, 김찬훈, 정지원, 정준영, 김일두 (*KAIST*)

P2-G2-6 고온내부식용 세라믹코팅에 대한 다각적 분석
방정원[1*], Nguyen Minh Dat[2], 안수빈[1], 김영희[1], 권우택[1] (*[1]KICET, [2]Gyeongsang Nat'l Univ.*)

P2-G2-7 리튬 이온 배터리의 전기화학적 특석 향상을 위한 금속-실리콘 복합체 음극재의 합성
권성우[*] (*서울대*)

P2-G2-8 탄소 섬유 표면에 실리카 졸을 이용하여 코팅한 탄화규소 결정막의 성장 거동
안수빈[*], 방정원, 권우택 (*KICET*)

P2-G2-9 Graphene Oxide for Hydrogen Fuel Cells
Shahjahan[1*], 박성범[2], 박용일[1] (*[1]금오공대, [2]동국대*)

P2-G2-10 Sol-gel법을 이용한 Garnet형 $Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$고체전해질의 제조 및 전기화학적 특성
이은정[*], 정현아, 임제홍, 황해진 (*인하대*)

P2-G2-11 저융점 비정질 산화물 고체전해질 개발
박찬휘[*], 이상수, 윤인상, 신동욱 (*한양대*)

P2-G2-12 Effects of Phosphates on Flame-retardant Coatings for Electrical PVC Cables
이병우[*], 홍일곡 (*한국해양대*)

P2-G2-13 Characterization of Yttrium Stabilized Zirconia Colloidal Dispersion by Precursor Concentration for Optical Organic-inorganic Hydrid Coating Application
이희선[*], 임형미 (*KICET*)

P2-G2-14 Photocatalytic Activity of Al-TiO_2 Nanomaterials for the Degradation of Methylene Blue Dye
이득용[*], 이혜란 (*대림대*)

P2-G2-15 슈퍼커패시터 용 N, F 공동 도핑 된 활성탄
김주연[*], 노광철 (*KICET*)

P2-G2-16 CO_2 고정화 기술 적용 순환유동층 발전회의 다양한 환경에서의 중금속 거동 연구
남성영[1*], 김춘식[1], 조용광[1], 조성현[1], 이형우[1], 안지환[2] (*[1]한일시멘트, [2]KIGAM*)

P2-G2-17 Highly Efficient Si-based Water Splitting Photoanode by Facile Pulsed Electrodeposition of Nickel Particles
이솔아[*], 이미경, 이태형, 장호원 (*서울대*)

P2-G2-18 미활용 목질계 바이오매스를 이용한 슈퍼커패시터용 활성탄 제조
임건해[*], 한조아 (*KICET*)

P2-G2-19 이온성액체를 co-salt로 사용한 고전압용 슈퍼커패시터 전해액
이정한[*], 권하나, 노광철 (*KICET*)

P2-G2-20 Piezoelectric Nanoparticle-Based Composite Nanofibers for Energy-Harvesting
김지호[*], 김승원, 최홍제, 한찬수, 김다빈, 조용수 (*연세대*)

S22. 유무기 하이브리드 태양전지용 세라믹스

P2-S22-1 Observation of Thermal Degradation with Foramidinium-based Perovskite Materials
지수근[*] (*서울대*)

P2-S22-2 Fabrication of $CH_3NH_3PbI_3$ Layer from Electrodeposited PbO_2 Layer for p-i-n Type Planar Perovskite Solar Cells
이동석[*], 박익재 (*서울대*)

P2-S22-3 Li-O2 배터리에 효과적인 CuGeO3 / graphene 복합체 전기촉매
이광희[*], 김동완 (*고려대*)

P2-S22-4 Enhancement of Electrical Properties of Perovskite Solar Cells Through Li-doped Nickel Oxide Hole Extraction Layer
박민아[*], 박재현, 장주희, 홍인화, 김진영 (*서울대*)

포스터발표

Poster-II

2018년 4월 13일(금) 09:00-16:30

P2-S22-5 Enhancement Resistive Switching Property by Composite of $RbPbI_3$ and $MAPbI_3$
이상명*, 전재범, 이동건, 정현석 (*성균관대*)

P2-S22-6 Humidity Stbility Improvement of Organic-Inorganic Hybrid Perovskite Solar Cells Using Amino Acid Additives
윤성철* (*연세대*)

P2-S22-7 $CuCrO_2$ Particulate Films as Hole Transporting Layer for $CH_3NH_3PbI_3$ Perovskite Solar Cells
정성화*, 서성록, 신현정 (*성균관대*)

P2-S22-8 Semitransparent Perovskite Solar Module using AAO Template as a Scaffold
권혁찬*, 마선일, 김경미, 윤성철, 장규민, 양현하, 문주호 (*연세대*)

P2-S22-9 Long-term (~ 500 hours) Stable Perovskite Solar Cells at 85 ˚C under 1-sun Illumination in Ambient Air with Inorganic Electron and Hole Transport Layers Exhibiting
서성록*, 정성화, 배창득, 박남규, 신현정 (*성균관대*)

P2-S22-10 Orange-emitting $CsPbCl_3$:Mn Perovskite Film for Illumination Application
김원빈*, 송영현, 이재명, 방기주, 정현석 (*성균관대*)

P2-S22-11 All-Solution-Processed Cu@Ni Nanowire based Composite Electrode for Bottom Electrode of Hybrid Perovskite Solar Cells
김경미* (*연세대*)

S23. 2차 전지용 세라믹스

P2-S23-1 Fabrication and Electrochemical Properties of Aligned Red Phosphorus-Carbon Nanowires as an Anode Material for Na-ion Batteries
김주형[1*], 이현욱[2], 윤종혁[1], 김도경[1] ([1]*KAIST*, [2]*UNIST*)

P2-S23-2 Carbon Nanocomposite with P-rich Nickel Phosphide as a Negative Electrode for Na-ion Battery
이종원*, 홍성현 (*서울대*)

P2-S23-3 Low-temperature Annealed Flexible Thin Film Batteries for Power Source of Smart Lens
이현석[1*], PARMAR NARENDRA SINGH[1], 김지완[2], 김광범[3], 최지원[1] ([1]*KIST*, [2]*경기대*, [3]*연세대*)

P2-S23-4 Superior Electrochemical Sodium Storage of V_4P_7 Nanoparticles as an Anode for Rechargeable Sodium-Ion Batteries
김경호*, 홍성현 (*서울대*)

P2-S23-5 Performance Test of All-solid-state Lithium Batteries Using Three Electrode System
최한울*, 임형태 (*창원대*)

P2-S23-6 Bifunctional Double Perovskite Oxide-based Materials for Energy Storage and Conversion Systems
박준영*, 최성렬 (*세종대*)

P2-S23-7 NASICON 기반 산화물의 전고체전지용 복합 양극내 리튬 이온 전도체로의 적용 연구
유원규[1*], 정규남[2], 김한성[1] ([1]*연세대*, [2]*KIER*)

P2-S23-8 Sodium Iron Pyrophosphate Nanocomposites: Nano- and Composition-Engineering for High-Performance Sodium-Ion Batteries
송희조*, 김재찬, 주보배, 윤현석, 김동완 (*고려대*)

P2-S23-9 카본이 코팅된 이황화니켈 나노입자의 합성과 나트륨 이온 전지 음극으로써의 전기화학적 특성 평가
김형호*, 홍성현 (*서울대*)

P2-S23-10 Electrostatically Assembled Silicon-Carbon Composites Employing Amine-Functionalized Carbon Intra-Interconnections for Li-Ion Battery Anodes
채창주*, 최웅희, 최영민, 김도엽, 정선호 (*KRICT*)

P2-S23-11 All-solid-state Lithium Battery based on Li_2S-C Composite Electrode
장기환*, 최한울, 임형태 (*창원대*)

P2-S23-12 Synthesis of Spherical Multicomponent Metal Oxide Particles Containing Tens of Nanovoids and their Lithium Storage Properties
박진성*, 강윤찬 (*고려대*)

포스터발표

Poster-II

2018년 4월 13일(금) 09:00-16:30

P2-S23-13 중공 구조의 SnO_2 nanoplate로 구성된 마이크론 사이즈의 구형 응집체 분말 제조 및 전기 화학적 특성
박기대*, 강윤찬 (*고려대*)

P2-S23-14 분무 열분해 공정 및 커켄달 효과에 의한 다공성 구조의 NiO 나노 입자 제조 및 전기 화학적 특성
홍정후*, 박기대, 강윤찬 (*고려대*)

P2-S23-15 금속-유기 골격체를 기반으로 한 Fe_2O_3 및 $FeSe_2$/흑연계탄소의 합성 및 전기화학 특성
김진구*, 박승근, 강윤찬 (*고려대*)

P2-S23-16 분무 열분해 공정을 통한 중공구조의 탄소 나노 구조체 합성과 이를 적용한 Li-O_2 배터리에서의 전기화학적 특성
오연종* (*고려대*)

P2-S23-17 CNT로 연결된 중공 구조 $CoSe_2$ 복합재료 합성 및 나트륨 이온 저장 특성 평가
양수현*, 박승근, 강윤찬 (*고려대*)

P2-S23-18 Fe_2O_3/Se 중공 나노 입자로 구성된 흑연화된 탄소 마이크로 스피어합성과 전기화학적 특성
유용주*, 강윤찬 (*고려대*)

P2-S23-19 Capacitive Effect of Carbon Dots made by Alkali Activation
장수진[1*], 노광철[2] ([1]*고려대*, [2]*KICET*)

P2-S23-20 Effect of C-coated/N-doped Activated Carbon for Supercapacitor with Conducting Agent Free Type Electrode
박주연[1*], 장수진[2], 노광철[1] ([1]*KICET*, [2]*고려대*)

G3. 엔지니어링 세라믹스

P2-G3-1 알루미나 소결에 미치는 과립 특성의 영향
문이남*, 김태경, 이현권 (*금오공대*)

P2-G3-2 Evaluation of High Temperature Stability of Ceramics via Oxy-acetylene Torch Test
마호진[1*], 공정훈[1], 정욱기[1], 김동규[1], 허은석[1], 박진우[2], 김도경[1] ([1]*KAIST*, [2]*ADD*)

P2-G3-3 볼밀 소음분석을 통한 최대 분쇄효율 결정
김재홍*, 박의근, 이현권 (*금오공대*)

P2-G3-4 비-수계 tape casting법으로 제조한 AlN 시트의 열전도도 특성
김시연[1*], 여동훈[2], 신효순[2], 윤호규[1] ([1]*고려대*, [2]*KICET*)

P2-G3-5 SiC_f/SiC복합체의 능동-수동 산화 거동
박지연[1*], 이호욱[1], 이승호[1], 신정호[1], 김대종[1], 이현근[1], 김원주[1], 윤순길[2] ([1]*KAERI*, [2]*충남대*)

P2-G3-6 Properties of Oxygen Transport Membrane Ceramic-metal Alloys Joints by Reactive Air Brazing
김명동*, Wahid Muhamad FR, Amit Siddharth Sharma, 윤당혁 (*영남대*)

P2-G3-7 Fabrication of Y_2O_3-MgO Nanocomposite by Carbon Contamination Free Spark Plasma Sintering with Tungsten punch
김홍래*, 홍성현 (*서울대*)

P2-G3-8 Effects of Ion Irradiation on Joining of SiC_f/SiC with MAX Phase
Pipit*, Amit Siddharth Sharma, 정동혁, 윤당혁 (*Yeungnam Univ.*)

P2-G3-9 Comparison of SiC and SiC_f/SiC Joints Obtained by PCS and PSZ Preceramic Polymers
정동혁*, Amit Siddharth Sharma, Pipit, 윤당혁 (*영남대*)

P2-G3-10 Effect of Initial Porosity Condition on Mechanical Properties of Ceramic-resin Hybrid Block
조용현[1*], 박주석[1], 이성갑[2], 김경훈[1] ([1]*KICET*, [2]*경상대*)

P2-G3-11 열간가압 소결법으로 제조된 B_4C-SiC 복합체의 기계적 특성
소성민[1*], 김경훈[1], 박주석[1], 최우혁[2], 임연수[2] ([1]*KICET*, [2]*명지대*)

P2-G3-12 함침기술을 이용한 탄화규소 기반 다공성 세라믹스의 제조
이계욱*,윤은섭 (*성균관대*)

P2-G3-13 판상형 몰리브데늄 금속입자가 배열된 UO_2 소결체의 열물성 평가
김동석*, 김동주, 오장수, 전상채, 김건식, 김종헌, 양재호 (*KAERI*)

P2-G3-14 Bimodal 입도분포를 갖는 이트리아 분말의 슬립캐스팅을 통한 치밀한 소결체 제조에 대한 연구
양영균*, 이상진 (*목포대*)

포스터발표

Poster-II

2018년 4월 13일(금) 09:00-16:30

P2-G3-15 스폰지 기공 사이즈가 폴리우레탄-지오폴리머 복합체의 물성에 미치는 영향
CHEN ZHILEI*, 이상진 (*목포대*)

P2-G3-16 Graphite 첨가에 따른 Al2O3-Y2O3-SiO2계 액상소결 탄화규소 다공체의 기계적 특성의 변화
윤성일[1*], 박상환[1], 남 산[2], 염미래[1] ([1]*KIST*, [2]*고려대*)

P2-G3-17 Effect of Carbon Source on the Properties of Silicon Carbide Porous Material Prepared by Direct Reaction of Silicon and Carbon
염미래[1*], 윤성일[2], 박상환[2], 최성철[1] ([1]*한양대*, [2]*KIST*)

P2-G3-18 SiC/C 혼합재를 이용한 상압소결 탄화규소의 접합
성현우* (*성균관대*)

P2-G3-19 SiC-ZrC 복합 코팅층의 제조 및 부식 특성 평가
이현근*, 김대종, 박지연, 김원주 (*KAERI*)

P2-G3-20 사고저항성 핵연료 금속 미소셀 UO_2 소결체 개발
김동주*, 김동석, 김건식, 전상채, 오장수, 김종헌, 양재호 (*KAERI*)

P1-G3-11 고에너지 방전플라즈마소결을 통한 Ni-Ti-Al/TiC 복합체의 방향성에 따른 기계적특성 평가
이동진*, 반신혜, 임영훈, 박성환, 강명창 (*부산대*)

S31. 열환경차폐 코팅 소재, 공정 및 적용기술

P2-S31-1 Fabrication of Environmental Barrier Coating for High Efficiency Gas Turbines
김지유[1*], 문흥수[1], 이기성[2] ([1]*(주)세원하드페이싱*, [2]*국민대*)

P2-S31-2 코팅 방법에 따른 열차폐코팅의 열적 특성평가
최소담*, 이기성, 김태우, 이동헌 (*국민대*)

P2-S31-3 코팅 층 조건에 따른 내환경 코팅층의 열충격에 의한 균열밀도 분석.
서형일*, 이기성 (*국민대*)

P2-S31-4 열차폐 코팅에서 기능성 치유재로서 희토류(La, Ce) 황산염의 적용성
김봉구[1*], 송도원[2], 송태섭[2], 박현명[1], 전수혁[1], 김준성[1], 정연길[1] ([1]*창원대*, [2]*한양대*)

P2-S31-5 열차폐 코팅의 평가방법에 따른 열적 안정성과 내구성 평가—출발분말의 순도 및 결정상에 따른 영향
박현명[1*], 전수혁[1], Lyu Guanlin[1], 박태현[1], 정연길[1], 양병일[2], 박광용[2], 김인수[2] ([1]*창원대*, [2]*두산중공업*)

P2-S31-6 Cracks Generation and Lifetime Performance of Yb-Gd-Y-based Thermal Barrier Coatings with Buffer Layer in Thermally Graded Mechanical Fatigue Environments
Lyu Guanlin[1*], 정성훈[1], 전수혁[1], 박현명[1], 정연길[1], Jing Zhang[2] ([1]*창원대*, [2]*Indiana Univ.-Purdue Univ.*)

P2-S31-7 서스펜션 플라즈마 용사법을 이용한 8YSZ/SiO2 단열 코팅의 조성 변화에 의한 열 전도도 변화
전학범[1*], 최선아[2], 오윤석[2] ([1]*고려대*, [2]*KICET*)

P2-S31-8 서스펜션 플라즈마 스프레이 용사로 제조된 Ytterbium Disllicate 코팅의 플라즈마 열량 변화에 따른 상형성 및 미세구조 거동 연구
류호림*, 오윤석, 이성민, 한윤수, 최균(*KICET*)

P2-S31-9 공침법으로 합성한 란타늄 이트리아 지르코네이트의 특성
남정식*, 이미재, 김진호, 이영진 (*KICET*)

S32. 극한환경용 세라믹스

P2-S32-1 Lication of Fluidized Ceramic Membrane Reactor Using Granular Activated Carbon for Treatment of Metal-Plating Wastewater
장수민* (*인하대*)

P2-S32-2 Effect of Carbon Content Changes on the Microstructure of HfC Film Fabricated by Using $HfCl_4$-C_3H_6-H_2 LPCVD Systems
한장원[1*], 김대종[2], 이현근[2], 박찬[1], 김원주[2] ([1]*서울대*, [2]*KAERI*)

P2-S32-3 CVD SiC 세라믹의 전기화학적 부식 거동
신정호*, 김대종, 이현근, 박지연, 김원주 (*KAERI*)

포스터발표

Poster-II

2018년 4월 13일(금) 09:00-16:30

P2-S32-4 내플라즈마성 YAS계 코팅층 미세조직 제어 및 특성평가
박의근*, 이현권 (*금오공대*)

P2-S32-5 진공 플라즈마 용사장비를 이용한 TiC 코팅기술 개발
김호석*, 강보람, 홍성민 (*전북대*)

P2-S32-6 Improvement of Crystallinity by Heat Treatment of CVD SiC with Low Crystallinity
이승호*, 이현근, 박지연, 김원주, 김대종 (*KAERI*)

P2-S32-7 SiC_f/SiC 복합체 내에서 nanowire성장이 기계적 특성에 미치는 영향
이호욱[1*], 김대종[1], 이현근[1], 김원주[1], 윤순길[2], 박지연[1] ([1]*KAERI*, [2]*충남대*)

P2-S32-8 Yttrium oxyfluoride 분말합성 및 서스펜션 플라즈마 스프레이 코팅막의 특성분석
김민숙[1*], 김경훈[1], 박주석[1], 김경자[1], 김형순[2] ([1]*KICET*, [2]*인하대*)

P2-S32-9 Application of Fluidized Ceramic Membrane Reactor Using Granular Activated Carbon for Treatment of Metal-Plating Wastewater
장수민*, 장수민, 권대은, 김정환 (*인하대*)

P2-S32-10 Fabrication and Morphological Study of Converged SiC-TiC Fiber Mats by Elctrospinning
주영준[1*], 장석훈[1], 김철진[2], 조광연[1] ([1]*KICET*, [2]*경상대*)

P2-S32-11 Heating Characteristics and Polymerization of Doped Polycarbosilane with Initiator under Microwave Irradiation
주영준[1*], 장석훈[1], 김철진[2], 조광연[1] ([1]*KICET*, [2]*경상대*)

P2-S32-12 유기금속 화합물을 이용한 TaC 나노 분말 제조 및 탄소 함량이 결정 성장에 미치는 영향
이윤주[1*], 배성군[1], 강필재[2], 정수용[2], 최문근[2], 신동근[1] ([1]*KICET*, [2]*연세대*)

G4. 나노 융합 세라믹스

P2-G4-1 Flexible QLEDs 제작을 위한 AgNW-PI 복합체 전극 제작
이형인*, 김지완, 김재민 (*경기대*)

P2-G4-2 OMO구조를 이용한 QLED 발광특성 연구
이형인*, 김지완, 김재민 (*경기대*)

P2-G4-3 양자점과 금속 나노입자의 공진효과로 인한 양자점 발광다이오드의 광전자 특성 향상
김재민*, 김지완 (*경기대*)

P2-G4-4 Fabrication of Mesoporous SnO_2 by Emulsion Synthesis and Application to Lithium Ion Battery
김지훈*, 채수동, 오승배, 장지민, 최경환, Manik Eknath Bhosale, Chi Linlin, 최재영 (*성균관대*)

P2-G4-5 Synthesis of the Vanadium Selenide(V2Se9) , One of the Single-chain Atomic Crystal, using CVD.
Sang-Hoon Lee*, Hyung-Kyu Lim, Bum-Jun Kim, Kwan-Woo Kim, Nasir Tuqeer, Ik-Jun Choi, Byeong-Ju Jeong, Min-Ki Son, Jae-Young Choi (*Sungkyunkwan Univ.*)

P2-G4-6 Synthesis of the Spherical Mesoporous Silica Using Emulsion Method
장지민*, 채수동, 오승배, 김지훈, 최경환, Linlin chi, Manik Eknath Bhosale, 최재영 (*성균관대*)

P2-G4-7 Synthesis and Properties of Single-Chain Atomic Crystal V_2Se_9 and Nb_2Se_9
오승배*, 채수동, Akhtar Jahan Siddiqa, 최경환, 장지민, 김지훈, Linlin Chi, 최재영 (*성균관대*)

P2-G4-8 기상법으로 합성한 Indium Oxide 분말의 치밀화 특성
오경식*, 정태주, 박경난 (*안동대*)

P2-G4-9 Synthesis of Single Chain Atomic Crystal $Mo_6S_3I_6$ and $Mo_6S_{4.5}I_{4.5}$
최경환*, 오승배, 채수동, 장지민, 김지훈, Linlin Chi, Akhtar Jahan Siddiqa, 최재영 (*성균관대*)

P2-G4-10 고효율발광 비카드뮴 Ag-(Ga,In)-S 퀀텀닷 합성 및 백색 LED 제작 응용
김종훈*, 장은표, 양희선 (*홍익대*)

P2-G4-11 InP 퀀텀닷의 실리카 패시베이션 및 이를 통한 고안정특성 풀컬러 백색 발광 다이오드 제작
장은표*, 김종훈, 양희선 (*홍익대*)

P2-G4-12 Structure and Luminescence Properties of Mg-Substituted $Ca_{2-x}Mg_xSiO_4$:Ce ($0 \le x \le 1$) Phosphor for NUV-LEDs
김동현[1*], 안성일[2], 김창해[3], 박중철[2], 김승주[1] ([1]*아주대*, [2]*신라대*, [3]*KRICT*)

포스터발표

Poster-II

2018년 4월 13일(금) 09:00-16:30

P2-G4-13 (3-aminopropyl)trimethoxysilane(APTMS)로 표면 개질한 다공성실리카에 의한 크로뮴 제거
이진형[1,2*], 최근수[3], 최재우[1], 이승용[1] ([1]*KIST*, [2]*고려대*, [3]*UNIST*)

P2-G4-14 공업용 원료 및 시약을 이용한 실리카 에어로겔 분말 합성 및 특성
허소연[1*], 안영수[1], 이진석[1], 홍창국[2], 이상은[3], 고혜인[2] ([1]*KIER*, [2]*전남대*, [3]*KIRCT*)

P2-G4-15 $GaNbO_4$:RE^{3+} (RE=Tb, Eu, Dy, Sm) 형광체의 제조
조신호[1*], 함지영[2] ([1]*신라대*, [2]*부산동여고*)

P2-G4-16 Systematic Study of Interdependent Relation Ship on Gold Nanorod Synthesis Assisted by Electron Microscopy Image Analysis
윤석영[*] (*성균관대*)

S43. 하이브리드 나노소재 및 공정

P2-S43-1 Synthesis and Optical Property of ZnTe/ZnSe (core/shell) Type-II Quantum Dots
김미성[*], 방지원, 구은회 (*KICET*)

P2-S43-2 Fabrication of Polyaniline-carbon Nano Composite for Application in Sensitive Flexible Base Sensor
김도훈[*] (*KETI*)

P2-S43-3 수용액 상에서 안정성이 확보된 고분자-페로브스카이트 나노캡슐.
이시맥[1*], 이윤기[2], 방지원[1] ([1]*KICET*, [2]*경상대*)

P2-S43-4 고상 반응법으로 제작한 자체 발광 가능한 고분자 분산액정(PDLC) 스마트 윈도우용 ZnS계 무기 형광체 합성 및 분석
김은미[1*], 오정표[2], 강성찬[2], 강지연[1], 허기석[1] ([1]*KITECH*, [2]*전남대*)

P2-S43-5 CuO Immobilized Silica Nanoparticles for Tungsten Oxidation via a Heterogeneous Fenton-like Reaction
SungWook Cho[*], Kijung Kim, Taeseup Song (*Hanyang Univ.*)

P2-S43-6 Influence of BN Precursor Solution on Electro-spun BN Nanofiber
이종혁[1*], 전명표[1], 정영근[2] ([1]*KICET*, [2]*부산대*)

P2-S43-7 3D-printed Origami Electronics using Percolative Conductors
조예진[*], 정두원, 이정오, 최영민, 정선호 (*KRICT*)

P2-S43-8 노즐 프린팅이 가능한 고전도성 연신전극용 프린터블 복합소재 개발
이회성[*] (*KRICT*)

P2-S43-9 Stretchable and Adhesion-Force-Adjustable Reverse-Micelle-Induced Films for Epidermal Mouse Patch Devices
황유진[*], 김준형, 이수연, 정선호, 최영민, 정성묵 (*KRICT*)

P2-S43-10 Elastomer for Epidermal Electronics with Adjustable Adhesion Force and Stretchability by Reverse-Micelle-Induced Process
김준형[*], 정선호, 이수연, 최영민, 정성묵, 황유진 (*KRICT*)

P2-S43-11 Preparation of Mesoporous Silica Submicron Particles by Metal Cation Template in Acid-free Condition
박중규[*], 이한슬, 조선복, 이혜선, 장정호 (*KICET*)

P2-S43-12 Mass Production of Mesoporous Silica in Acid-free Condition
박중규[*], 조선복, 이혜선, 장정호 (*KICET*)

P2-S43-13 Solution Processed Flexible and Transparent Conducting Electrode with Embedded Copper Mesh
한설희[1*], 김주영[1], 류병환[1], 정선호[1], 최지훈[2], 최영민[1], 이수연[1] ([1]*KRICT*, [2]*충남대*)

P2-S43-14 냉동고 결로방지를 위한 glass door 제작
최창식[1*], 김진호[1], 현승균[2] ([1]*KICET*, [2]*인하대*)

P2-S43-15 Sticky PDMS Controlled of Crosslinking Density by Vinylated Silica
신은애[*], 이상봉, 김형진, 이창기 (*KITECH*)

P2-S43-16 Silica-CNF 유 · 무기 하이브리드 복합재료의 특성
이준성[*] (*네오플램*)

포스터발표

Poster-II

2018년 4월 13일(금) 09:00-16:30

P2-S43-17 주방용품용 SiO_2-PDMS 하이브리드 코팅막 제조 및 특성 연구
김민희* (*네오플램*)

P2-S43-18 Multi-functional Polymer Nanocomposites Reinforced by 3D Continuous Ceramic Nanofillers
안창의*, 현가예, 조동휘, 함영진, 전석우 (*KAIST*)

P2-S43-19 Flexible Resistive Switching Device Enabled by Ag2Te Nanowire Film and Au Electrode through Monolayer Assembly
서호준*, 문건대 (*한국생산기술연구원*)

S43-3 Arsenic Removal by Synthesis of PS@+rGO@GO@Fe_3O_4 Hybrid Composite
백병민[1*], 임병석[2], 강봉균[2], 양우석[1], 윤대호[2] ([1]*KETI*, [2]*성균관대*)

S51. 세라믹 3D 프린팅

P2-S51-1 광경화성 3d printing을 위한 세라믹복합소재 합성 및 특성평가
이진욱[1*], 남 산[1], 황광택[2], 김응수[2], 김진호[2], 한규성[2] ([1]*고려대*, [2]*KICET*)

P2-S51-2 Coextrusion-based 3D Plotting Technique for Fabricating Porous Calcium Phosphate Ceramic Scaffolds
조인환*, 맹우열, 이정빈, 고영학 (*고려대*)

P2-S51-3 Ceramic/Camphene based Three-dimensional Co-extrusion for Biomimetic Structure
김종우*, 고영학 (*고려대*)

P2-S51-4 Characterization of 3D Printed Scaffold using OCP-Alginate System
이승엽*, 김석영 (*영남대*)

P2-S51-5 광중합성 Al_2O_3 서스팬션의 합성 및 특성 연구
류국현[1*], 김응수[2], 조우석[2], 이종흔[1] ([1]*고려대*, [2]*KICET*)

P2-S51-6 Fabrication of a-TCP/Cellulose 3D Fibrous Scaffold and Cellular Activities for Bone Tissue Regeneration
김민성*, 김묘진, 이재윤, 김원진, 이지운, 김근형 (*성균관대*)

P2-S51-7 Fabrication of Biomimetic 3D Model Composed of Gelatin and Bioceramic Using Multi Nozzle 3D Printing System for Bone Tissue Regeneration
이지운*, 김원진, 김민성, 여미지, 구영원, 김근형 (*성균관대*)

G8. 전산재료과학 및 재료분석

P2-G8-1 고속 포장기계용 나이프 재질의 열적 거동 및 칼날 각도에 따른 나이프 응력 분포 해석
김민호[1*], 서영진[2], 김정웅[1], 신재오[3], 유관영[3] ([1]*(재)한국화학융합시험연구원*, [2]*금오공대*, [3]*나이프코리아(주)*)

P2-G8-2 알루미늄 기판 위의 중성 무전해 도금된 니켈합금 층에 대한 연구
이연승*, 나사균 (*한밭대*)

P2-G8-3 First Principles Study on Electronic Properties of CdSe Quantum Dots
송도형*, 이재찬 (*성균관대*)

P2-G8-4 Thickness-Dependent Dielectric Properties and Stability of $BaTiO_3$ Slabs: First-Principles Calculations
변상균*, 이재찬 (*성균관대*)

P2-G8-5 Systematic Use of GKA Rules to Study Parallel Spin Interaction of Heavy Fermions
Rahman MD Mokhlesur*, 이재찬 (*성균관대*)

P2-G8-6 Piezoelectric Transition Metal Dichalcogenides Heterogeneous Bilayer: *Ab-initio* Study
정봉욱*, 박재영, 이재찬 (*성균관대*)

P2-G8-7 Evaluation of Dynamic Young"s Modulus and Poisson"s Ratio Measurements by Impact Method
서대석* (*선문대*)

P2-G8-8 $AgBi_2I_7$ 결정구조 분석 및 엔트로피 안정성에 대한 연구
도경연*, 김성훈, 이동화 (*포항공대*)

포스터발표

Poster-II

2018년 4월 13일(금) 09:00-16:30

G9. 생활 및 전통 세라믹스

P2-G9-1 저온에서의 indium hydroxide에서 indium oxide로의 상전이

최은경[1*], 이원준[2], 심광보[1], 김응수[2], 조우석[2] (*[1]한양대, [2]KICET*)

구두 발표

PL-1 Material-genome Perspective Towards Robust T/EBC Materials

Jingyang Wang. *High-performance Ceramics Division, Shenyang National Laboratory for Materials Science, Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, Shenyang, China.*

SiC_f/SiC ceramic matrix composites (CMCs) are the key high temperature structural materials in next generation gas turbines. Robust T/EBC is critically requested to protect CMC-components from severe high temperature oxidation and corrosion in extreme combustion environments. Rare earth silicates, typically referring RE_2SiO_5 orthosilicates and $RE_2Si_2O_7$ pyrosilicates, are new T/EBC materials due to their low thermal conductivity and excellent stability in extreme environments. There are crucial challenges for the optimal choices of RE-silicate T/EBC candidates due to their complex and tunable crystal chemistry and performances. High-throughput screening of advanced T/EBC materials would be promoted based on material informatics of candidates. Strategic material-genome initiative would also prevail to disclose mechanisms of property diversity and to further adopt novel concepts on the design of robust T/EBC for advanced SiC_f/SiC CMCs.

PL-2 Hybrid Interface Materials for Future Innovations

김광호. *부산대학교 재료공학부 교수*
글로벌프런티어-하이브리드인터페이스 기반 미래소재 연구단」 단장

혁신소재-고성능부품-1등 제품으로 이어지는 기술연결고리에서 가장 원천적으로 중요한 요소는 혁신소재의 개발이다. 독일, 일본과 같은 강한 제조업국가의 탄생은 소재기술의 혁신을 통해서 이루어져 왔다.

소재의 개발을 위하여 Materials System 설정과 집중적 연구가 필요하다. 「하이브리드 인터페이스 소재」는 하나의 중요한 소재연구시스템이며, 이를 통하여 미래신기능 소재, 고성능 나노소재 등의 개발이 가능하다. 다양한 복합소재에서 이종소재 (다른 조성-스케일 등, 세라믹/금속, 세라믹/고분자, 세라믹/세라믹 등) 의 인터페이스에 연구초점을 맞출 필요성이 있다. 그들 인터페이스에서는 서로 다른 bulk grain 물질 (A, B)의 최소 두 원자층이 연결되었으며 (즉, A/B 결합상태, 경우에 따라서는 ~1 nm 두께층에서 서로 영향을 주고 받음) 전자분포 및 전자밀도 등이 bulk상태와는 다르게 되기 때문에 특이한 성질을 갖는다. 마크로, 마이크로미터 스케일의 복합체에서는 surface to volume ratio 가 작기 때문에 뚜렷하게 나타나지 않아서 bulk 성질에 묻히고 무시되지만, 나노스케일로 들어오면, surface to volume ratio가 커지기 때문에 특이한 계면특성이 증폭되어 나타나게 된다. 이러한 특성들은 최근에 DFT 와 같은 전산소재기법으로 예측이 가능하다. 본 발표에서는 구조용 나노복합체에서 하이브리드 인터페이스 효과 때문에 초고경도가 발현되는 연구결과들을 위시하여, 구조체용 하이브리드 접합에서의 인터페이스 연구, 기존 비철합금에 기계적 강도 향상을 위해 첨가되는 세라믹상의 인터페이스에너지 변화 유도로 인한 미세구조의 변화 등 여러 가지 인터페이스 주제의 연구내용이 소개된다.

KL-1 Field Assisted Sintering of Garnet-type $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ Solid Electrolyte for All Solid-State Batteries

Fei Chen[†*], Junyang Li[†], Dunjie Yang[†], Yanhua Zhang[†], Qiang Shen[†], Lianmeng Zhang[†]. [†]*State Key Laboratory of Advanced Technology for Materials Synthesis and Processing, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China*

Recently, all solid-state batteries receive abroad concern in solving safety issues existed in lithium ion batteries with liquid electrolytes and promoting the development of next generation, high energy density lithium batteries. As the key component of all solid state batteries, ceramic solid electrolytes are capable of preventing dendritic lithium growth and enabling the use of new electrode materials with high capacity. Among various candidates, $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ with cubic garnet-type structure exhibits high room temperature ionic conductivity (~1×10^{-4} S/cm), wide electrochemical windows to Li (> 5.5 V) and good stability in contact with lithium metal and most cathode materials as well as in the air. However, cubic LLZO is not a room temperature stable phase and is difficult to synthesize as a result of lithium evaporation during long time and high temperature sintering. Here in this study, field assisted sintering technology (FAST) has been applied to prepare LLZO. The effect of sintering parameters on microstructure and ionic conductivity has been investigated. The results suggest that dense (relative density > 99.8%), cubic LLZO with ionic conductivity as high as 5.7×10^{-4} S/cm could be obtained at 1150°C with an axial pressure of 10 MPa. Besides, the influence of two main factors which are lithium concentration and framework structure on ionic conductivity has been studied. Results shows that the optimal range of lithium concentration and lattice constant for cubic garnets with high ionic conductivity are 6.35±0.1 mol and 12.94~12.96 Å, respectively. By regulating both two factors, the ionic conductivity of Ta-doped LLZO as high as 0.98~1.01 $\times10^{-3}$ S/cm could be obtained. Beyond that, all solid-state batteries consisting of Ta-doped LLZO and PEO/$LiCoO_2$ composite cathode are assembled. The initial charge and discharge capacity are 138 $mAhg^{-1}$ and 136 $mAhg^{-1}$, respectively, with a coulombic efficiency of about 99% and a theoretical discharge capacity of 98%.

KL-2 Nanoporous Black Metals for Electrochemical Applications
나노 스케일 다공성 블랙 메탈의 전기화학적 응용

유상우[*]. *경기대학교*

Fabrication of highly porous structures with functionality is one of unending demands throughout conventional catalysts to recently emerging energy conversion and storage. Here we introduce a physical vapor deposition-based technique for the formation of high purity nanoporous structures of various metal catalysts. Typical evaporation process under high vacuum results in compact and dense thin films of the parent sources. However, increasing the working pressure of the background inert gas up to a few torr can induce fractal-like black nanoporous structures of metals with the porosity exceeding 99% that absorb almost all visible light spectrum. It utilizes homogenous nucleation of evaporated atoms due to multiple collisions during the traverse in the vacuum chamber and diffusion-limited-aggregation (DLA) of nanoclusters on the substrate. The morphology and porosity can be controlled by adjusting process parameters such as background gas pressure, substrate temperature, and evaporation rate, etc. The electrochemical applications of black metals will be introduced in this presentation; black Sn shows the enhanced retention and cyclability as it is applied to Li-ion battery anode; black Cu demonstrates pronounced stability of CO_2 reduction to C_2H_4; black Au provides a better performance for surface-enhanced

Raman spectroscopy (SERS) compared to commercial SERS substrates.

G1-1 Effect of Bi-contents on the Piezoelectric and Electrical Properties of Lead-free $BiFeO_3$-$BaTiO_3$ Ceramics

비스무스 첨가량에 따른 비납계 비스무스 페라이트-티탄산바륨 고용체의 압전 및 전기적 특성

이명환*, 김다정, 최해인, Muhammad Habib, 송태권, 김명호, 김원정. *창원대학교*

The $BiFeO_3$-$BaTiO_3$ (BF-BT) solid solution system have shown potential as a promising alternative material for environment-friendly and high-temperature piezoelectric applications.

In this study, lead-free $0.67Bi_{(1-x)}FeO_3$-$0.33BaTiO_3$ (x = 0.95, 1.00, 1.03, 1.05, and 1.10) (BF-BT) ceramic were prepared via a typical solid-state reaction followed by water quenching process. The physical properties were very sensitive to process temperatures in BF33BT ceramics. The piezoelectric and electrical properties were changed in a narrow Bi contents range and its effects were investigated. The largest remnant polarization ($2P_r$ = 80 μC/cm^2) and the lowest strain hysteresis (20%) were observed by the sample with x = 1.03, and its Curie temperature was 483°C. This ceramic shows good piezoelectric properties with large grain; the piezoelectric charge sensor coefficient (d_{33}) was 368 pC/N and piezoelectric actuator coefficients (d_{33}*) was 352 pm/V. Detailed physical properties of BF-BT ceramics will be presented concern with piezoelectric application.

G1-2 Piezoelectric and Ferroelectric Properties of the Bulk Ceramics and Thick Film in $BiFeO_3$-$BaTiO_3$ System

$BiFeO_3$-$BaTiO_3$ 계 후막의 압전 및 강유전 특성

김다정*, 이명환, 송태권, 김명호. *창원대학교*

Piezoceramics have been interesting for potential applications, such as actuator, sensors and other electronic devices. However, the lead-free based ceramics have not yet been developed with the properties to replace PZT: d_{33} > 300 pC/N, T_c > 300°C. $BiFeO_3$-$BaTiO_3$ (BF-BT) solid solution systems are presented as potential lead-free piezoelectric system.

Tape casting process is the most efficient and reliable method to produce the thick films that are necessary for real application in commercial piezoceramics. Specially, the $BiFeO_3$-$BaTiO_3$ (BF-BT) systems have low sintering less than 1000°C, which provides the production price and saving energy as internal simple metal electrode materials such as economical Pd-(Ag, Ni. Cu. etc.,) alloy electrode for multilayer thick film electroceramics.

G1-3 Low Temperature Sintering of Soft/Hard-based PZT-PZNN Piezoelectric Ceramics and their Application to Piezoelectric Energy Harvester

Soft/hard계 PZT-PZNN 압전 세라믹의 저온 소결 및 압전 에너지 하베스터 적용

조소라[1*], 김대수[2], 조유리[3], 손신중[3], 강형원[3], 남산[1], 한승호[3]. *[1]고려대학교, [2]호서대학교, [3]전자부품연구원*

최근 다양한 에너지를 활용하는 에너지 하베스팅에 대한 관심이 높아지고 있다. 다양한 에너지원 중에서 기계적 에너지를 전기에너지로 전환할 수 있는 압전 에너지 하베스팅은 wireless sensor node와 같은 작은 전자제품의 전원을 충분히 제공할 수 있어 많은 주목을 받고 있다. 압전 세라믹은 압전 에너지 하베스터 구현을 위한 중요한 구성요소로써 resonant devices에서는 높은 기계적 품질계수(Q_m)와 기계적 결합계수(k_p)를 가지는 물질이 에너지 하베스터의 높은 출력 밀도를 나타낸다고 보고되어왔다. 대표적인 압전 물질인 PZT 계열의 물질들은 높은 압전 특성을 나타내는 것으로 많이 알려져 있으며 그중 PZT-PZNN물질은 정방정계구조와 능면체구조가 동시에 존재하는 MPB영역에서 높은 d_{33}와 $\varepsilon^T_{33}/\varepsilon_0$을 가지며 많은 관심을 나타내고 있다. 하지만, PZT-PZNN물질은 1000°C 이상의 높은 소결 온도를 필요로 하며 이를 적층형 소자로 사용하게 될 경우 고가의 Ag/Pd 전극을 사용해야 한다는 문제가 있다. 따라서, 본 연구에서는 soft계 PZT-PZNN 계열 세라믹에 CuO 소결조제를 첨가하여 900°C 이하의 저온 소결을 유도하였고, $MnCO_3$를 첨가하여 hardening 효과를 보고자 하였다. 각각의 소자를 이용하여 단판형 및 적층형 캔틸리버 타입 에너지 하베스터를 제작하여 에너지 하베스터의 성능을 비교 분석하였다.

G1-4 Enhanced Piezoelectric Properties of $(Na_{0.5}K_{0.5})(Nb_{1-x}Sb_x)$-$CaZrO_3$ Pb-free Piezoelectric Ceramics with Polymorphic Phase Boundary

polymorphic phase boundary 구조를 갖는 $(Na_{0.5}K_{0.5})(Nb_{1-x}Sb_x)$-$CaZrO_3$ 무연 압전세라믹스의 향상된 압전특성 연구

이규탁*, 남산, 김대현. *고려대학교*

The 1.0 mol% CuO-added $0.96(Na_{0.5}K_{0.5})(Nb_{1-x}Sb_x)$-$0.03CaZrO_3$ ceramics (x = 0.0 ~ 11 mol %) were sintered at 1060°C for 6 h. The crystal structure of the specimen with x = 0.0 is orthorhombic and the orthorhombic and tetragonal phase boundary temperature ($T_{O\text{-}T}$) decreased with the increase of Sb_2O_5. The decrease in T_C was considerable compared to that in $T_{O\text{-}T}$, and thus the tetragonal phase disappeared when x exceeded 0.065. The polymorphic phase boundary (PPB) structure containing orthorhombic and pseudocubic structures was formed for the specimens with $0.065 \leq x \leq 0.095$. The structural analysis of these specimens will be discussed using the results of the Rietvelt analysis. In addition, the maximum d_{33} (518 pC/N) values which have PPB structure containing orthorhombic and pseudocubic structures were obtained from the specimen with x = 0.09 and the enhanced piezoelectric properties of these specimens were explained in term of crystal structure and dielectric constant.

G1-5 Structural and Electric Properties of a Lead-free Piezoelectric Thin Film Deposited by Electrophoresis Using Inorganic Nanosheets

무기물 나노시트를 이용하여 전기영동법에 의해 증착된 무연계 압전 박막의 구조 및 전기적 특성

임미르*, 권상효, 이웅희, 남산. *고려대학교*

Demands for piezoelectric thin films have been sustainably increased since they aresuitable for various devices such as actuators, sensors, and energy harvesters. Unfortunately, $Pb(Zr,Ti)O_3$ (PZT)-based thin films, which possess excellent piezoelectric properties, canraise the environmental problem because it contains more than 60 wt% of PbO.Candidates forlead-free ceramics like $BaTiO_3$, bismuth layered compound and $(Na,K)NbO_3$ also have limitation because of the insufficient performanceandthe high growth temperatures. New type of lead-free piezoelectric superlattice thin films, which consist of the two different paraelectric oxide nanosheets, have been fabricated using Langmuir-Blodgett (LB) method and these piezoelectric superlattice thin films showed the promising piezoelectric properties.

However, LB deposition method is difficult to be utilized in industrial area. In this research, a new type of the lead-free piezoelectric thin film consisting of $Sr_2NaNb_4O_{13}$ and $TiNbO_5$ oxide nanosheets were fabricated at room temperature using the electrophoretic method. Moreover, the structural and piezoelectric properties of this lead-free piezoelectric thin film were investigated. This piezoelectric film showed the promising ferroelectric and piezoelectric properties of Pr = 7.3 μC/cm$_2$ and d_{33} = 126 pm/V with the low dielectric low (< 0.05) and the leakage current density (<1.0×10^{-6} A/cm^2 at 0.3 MV/cm). Moreover, the electrophoretic deposition method is very simple and thus it can be easily used in the industrial area. In this work, the detailed growth processes and their effects on the electrical properties of the lead-free piezoelectric thin film will be presented.

G1-6 Thickness-dependent Properties of Undoped and Mn-doped PMN-PT Single Crystals

두께 변화에 의한 압전 PMN-PT 단결정의 유전 및 압전 특성 변화

이호용[1*], 오현택[2], 김문찬[2], 주현재[2]. [1]*선문대학교*, [2]*(주)세라콤*

세 종류의 71PMN-29PT [71Pb($Mg_{1/3}Nb_{2/3}$)O_3-29$PbTiO_3$] 압전 단결정들((1) 고밀도 단결정 [PMNT-HD; 상대밀도 99.5%], (2) 저밀도 단결정 [PMNT-LD; 상대밀도 95%]과 (3) Mn 첨가된 고밀도 단결정 [PMNT-Mn; 상대밀도 99.5%])을 고상 단결정 성장법으로 제조하여, 단결정의 두께 변화에 따른 압전 단결정의 유전 및 압전 특성의 변화를 조사하였다. 단결정 두께가 0.5 mm에서 0.05 mm로 연속적으로 감소하는 경우, 유전 상수, 압전 상수 (d_{33}와 g_{33})와 두께모드 전기기계결합계수 등이 감소하였으나, 유전 손실은 증가하였다. 그리고 이러한 두께에 따른 특성 변화는 Mn 첨가 없는 고밀도 단결정에서 가장 컸고, Mn 첨가된 고밀도 단결정에서는 변화가 거의 없었다.

Mn이 첨가된 PMN-PT 단결정에서 내부 전기장(Internal Electric Bias Field [E_I])의 유도와 항전계(Coercive Electric Field [E_C])의 증가를 관찰하였다. 그리고 Mn이 첨가되지 않은 단결정들에서 관찰되는 국부적인 디폴링(depoling) 현상이 일어나지 않아서, 0.1 mm 이하의 두께에서도 낮은 유전손실과 높은 압전 전압 상수 (g_{33}), 두께모드 전기기계결합계수(k_t)와 압전 에너지 하베스팅 효율을 보였다. 최근에 개발되고 있는 고주파수 압전 복합체, 고주파수 의료용 초음파 진단기용 프로브, 고주파수 산업용 비파괴 검사용 초음파 프로브와 플렉서블 디바이스 (액추에이터, 센서, 스피커, 에너지하베스터 등) 등에서는 두께가 0.1 mm 이하인 압전 단결정들이 적용되고 있다. 이러한 고주파수 압전 복합체 및 단결정 응용 부품에서는 높은 압전 특성을 가지면서 동시에 안정적인 특성을 보이는 Mn 첨가된 PMN-PT 단결정이 가장 적합함을 보였다.

G1-7 Effect of the Degree of Alignment in the Flexible Lead-free Piezoelectric Nanofibers on the Piezoelectric Characteristics

유연한 무연 압전 나노섬유의 정렬 정도가 압전 특성에 미치는 영향

지상현[1*], 조용수[2], 윤지선[1]. [1]*한국세라믹기술원*, [2]*연세대학교*

The piezoelectric properties of flexible lead-free piezoelectric nanofibers were investigated according to the degree of alignment. The lead-free piezoelectric nanofibers of 0.78$Bi_{0.5}Na_{0.5}TiO_2$-0.22$SrTiO_3$ (BNT-ST) piezoelectric ceramics and poly(vinylidene fluoride-trifluoroethylene) (PVDF-TrFE) copolymers were prepared by an electrospinning method, and the degree of alignment of the piezoelectric nanofibers was controlled by the rotation speed of the collector. Field emission scanning electron microscope (FE-SEM) images and fast Fourier transform (FFT) images showed that as the rotation speed of the collector increased, the tendency to alignment of the BNT-ST nanofibers in one direction became stronger. The well-aligned BNT-ST nanofibers with a rotation speed of 1500 rpm had higher piezoelectric properties in piezoresponse force microscopy (PFM) results and polarization-electric (P-E) field hysteresis results, and the higher output voltage values were observed in the vibration frequency test and bending test.

G1-8 Properties of Magnetoelectric Energy Harvester Fabricated by Laminating Piezoelectric and Magnetostrictive Materials

압전소재와 자왜소재를 적층하여 제작한 자기전기에너지 하베스터의 특성

조유리*, 강형원, 한승호, 김대수, 손신중. *전자부품연구원*

모바일 기기나 무선센서 네트워크 시스템의 전력 공급을 위해서는 배터리의 사용이 필수적이다. 무선 기술의 발달로 인해 요구 전력량이 늘어나면서 배터리 수명이 단축되고 있으며, 특히 배터리를 교체하거나 교체가 불가능할 경우에 시스템을 교체하면서 발생하는 경제적인 문제나 이들을 교체하는 과정에서 발생하는 환경적인 문제들을 해결하고자 많은 노력이 진행되고 있다. 그 중 자가발전을 통해 영구적인 전력 공급이 가능한 친환경 에너지 하베스팅 기술에 대한 연구가 주목 받고 있다. 자기전기에너지 하베스팅은 자왜/압전 복합 소자의 자왜 효과(Magnetostriction Effect)와 압전 효과(Piezoelectric Effect) 사이의 자기에너지-기계에너지-전기에너지 변환을 이용한다. 자왜재료가 자기장내에 위치될 경우 자기장 방향에 따라 기계적인 자기 변형이 발생되며, 이렇게 발생된 기계적인 변형은 압전재료에 전달되어 전기에너지를 발생시킨다.

본 연구팀에서는 송전선 주변에 버려지는 자기에너지를 이용하여 송전선로 감시 시스템의 전원으로 사용되는 CT(Current Trans)를 대체 할 수 있는 자기전기에너지 하베스터에 대한 연구를 진행하였다. 이번 연구에서는 테이프 캐스팅으로 제조된 압전시트와 자왜시트를 이종 적층한 후 동시소성(Co-firing)하여 자기전기소자를 제작하였다. 제작된 소자를 이용하여 외팔보(cantilever) 구조의 자기전기에너지 하베스터를 설계하였으며 자기전기 특성 및 임피던스 매칭을 통한 최대 전력 특성을 평가하였다.

G1-9 Piezoelectric Energy Harvesting Module Designed to Operate at Various Resonant Frequencies

다양한 공진주파수에서 작동 가능하도록 설계된 압전 에너지 하베스팅 모듈

손신중*, 강형원, 한승호, 김대수. *전자부품연구원*

현대 과학의 발달에 따라 무선 설비의 적용 범위가 넓어지면서 무선 설비를 작동시키기 위한 배터리의 중요성이 높아지고 있다. 이를 위해 배터리의 수명과 질을 높이기 위한 연구가 많이 진행 되었지만 여전히 배터리의 주기적인 교체 및 공해에 대한 근본적인 문제들이 남아있는 실정이다. 에너지 하베스팅 기술은 주변 환경에서 발생되거나 버려지는 열, 빛, 진동, 압력 같은 에너지들을 수확하여 재사용하는 친환경 기술로, 영구적으로 전력을 공급할 수 있어 배터리를 대체하는 기술로 주목받고 있다. 이 중 압전효과를 활용한 압전 에너지 하베스팅 기술은 기계적인 진동에너지를 전기적인 에너지로 변환시킬 수 있으며 소형화가 가능하고 높은 에너지 변환 효율을 갖고 있는 장점이 있다. 한편, 압전 에너지 하베스터의 출력 전력은 공진 주파수에서 최대의 에너지를 발생시키며 공진 주파수에서 멀어지면 효율이 급격하게 감소하므로 외부 진동 주파수와 압전 하베스터의 고유 진동 주파수를 일치시켜야

한다. 그러나 외부 진동원의 주파수는 환경마다 모두 다르기 때문에 압전 에너지 하베스터의 고유 진동 주파수를 적용할 진동원에 맞추어야 할 필요가 있다. 본 연구에서는 외부 진동 에너지가 압전체에 극대화되어 전달되도록 디자인되도록 모듈을 디자인하였다. 그리고 이 모듈의 압전소자 개수 및 질량을 조절하여 공진주파수를 제어하였으며, 이들 간의 상관관계를 조사하였다.

G1-10 Fabrication of MnBi Powder via Inter-diffusion Proces

김종우*, 신용호, 안철우, 최종진, 한병동, 황건태, 민유호, 윤운하, 박동수. *재료연구소*

Among the rare-earth free permanent magnets MnBi magnets have attracted features, i.e. strong magneticcrystalline anisotropy, high energy product and positive temperature coefficient of coercivity. MnBi magnets have been fabricated via so-called top-down process, i.e. starting from ingot casting or arc-melting to micro-sized crushed powder with long-period preparation processes. In this study, a novel Bottom-up fabrication method for MnBi has been used. With this bottom-up inter-diffusion process, the low-temperature-phase (LTP) was obtained notably, therefore an enhanced properties of MnBi was observed. The maximum energy product, (BH)max of MnBi synthesized via bottom-up process was about 7.9 MGOe, which is reasonable value for permanent magnet applications. A detailed optimization process of bottom-up process will be discussed in detail.

G1-11 Complex Substitutional Effect on the Microwave Dielectric Properties of $MgTi_{1-x}(B_{1/3}Sb_{2/3})_xO_3$ ($B = Mg^{2+}, Zn^{2+}$) Ceramics

$MgTi_{1-x}(B_{1/3}Sb_{2/3})_xO_3$ ($B = Mg^{2+}, Zn^{2+}$) 세라믹스의 마이크로파 유전특성에 대한 복합 치환 효과

김재민*, 김응수. *경기대학교*

Microwave dielectric properties of $MgTi_{1-x}(B_{1/3}Sb_{2/3})_xO_3$ ($B = Mg^{2+}$, Zn^{2+}, $0 \le x \le 0.125$) ceramics were investigated. For the specimens sintered at 1450°C for 4h, single phase of ilmenite structure was observed through the entire range of compositions. With increasing the substitution of $(B_{1/3}Sb_{2/3})^{4+}$ ions for Ti-site, the *Qf* values of the specimens were increased up to $x = 0.025$ mole and then decreased. These results could be attributed to the change of electronegativity difference between Ti-site ions and O^{2-} ion. Even though the dielectric polarizability of $(Mg_{1/3}Sb_{2/3})^{4+}$ (3.287 Å) and $(Zn_{1/3}Sb_{2/3})^{4+}$ (3.527 Å) were higher than that of Ti^{4+} (2.93 Å), the dielectric constant of the specimens decreased due to the larger ionic size of $(Mg_{1/3}Sb_{2/3})^{4+}$ (0.64 Å) and $(Zn_{1/3}Sb_{2/3})^{4+}$ (0.647 Å) larger than that of Ti^{4+} (0.605 Å). Also, structural characteristics of the specimens were quantitatively evaluated by the Rietveld refinement method of the X-ray diffraction data. The highest *Qf* value (295,000 GHz) of the specimens was observed for $MgTi_{0.975}(Mg_{1/3}Sb_{2/3})_{0.025}O_3$.

G1-12 Enhanced Pinning Properties of $REBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ Superconducting Films with RE_2O_3 (RE: Y, Eu, Gd) Addition Fabricated by Pulsed Laser Deposition

PLD법으로 증착한 RE_2O_3 (RE: Y, Eu, Gd)가 첨가된 $REBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ 초전도 박막의 향상된 pinning 특성

오원재[1]*, 박인성[1], 박유진[1], Kiran Shinde[2], 정국채[2], 유상임[1]. *[1]서울대학교, [2]재료연구소*

We report the superconducting properties of $REBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (REBCO) thin films fabricated by pulsed laser deposition (PLD). According to previous studies, many authors reported the enhanced pinning properties of $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (YBCO) and REBCO films by introducing the 1-D defects such as $BaMO_3$ (BMO, M=Zr, Sn, Hf, etc) nanorods and 3-D defects such as Y_2O_3 and Gd_2O_3 nanoparticles into superconducting matrix. The Eu_2O_3-doped EuBCO and Gd_2O_3-doped GdBCO films show the enhanced pinning properties at relatively low temperature (< 40 K) while the Y_2O_3-doped YBCO films have the improved critical current density (J_c) at relatively high temperature (77 K). So, we tried to investigate the effect of the Y_2O_3 nanoparticles on the pinning properties in the REBCO (RE: Eu, Gd) matrix. The both undoped and RE_2O_3-doped REBCO films were fabricated by PLD using KrF (λ = 248 nm) laser on CeO_2-buffered MgO (100) single crystal substrates. The RE_2O_3-doped REBCO films were deposited by varying the area of RE_2O_3 sector which was attached on the top of REBCO target. The Y_2O_3-doped REBCO films show a slight $T_{c,zero}$ drop compared with the Eu_2O_3-doped EuBCO films and Gd_2O_3-doped GdBCO films, which might be responsible for a solid solution. Further details will be presented for a discussion.

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20131010501800). And Part of this study has been performed using facilities at IBS Center for Correlated Electron Systems, Seoul National University.

G1-13 The Growth Processes of $GdBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ Superconducting Film based on the Stability Phase Diagram

상안정도 기반의 GdBCO 초전도 박막 성장 프로세스

박인성[1]*, 오원재[1], 이재훈[2], 문승현[2], 유상임[1]. *[1]서울대학교, [2](주)서남*

Based on the stability phase diagram of $GdBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (GdBCO) for the nominal composition of Gd : Ba : Cu = 1 : 1 : 2.5, which has been employed for the fabrication GdBCO coated conductors via the reactive co-evaporation deposition and reaction (RCE-DR) process, GdBCO phase is formed by reaction of $Gd_2O_3 + L_1 \rightarrow Gd_2CuO_4 + L_2 \rightarrow GdBCO + Gd_2CuO_4 + Cu_2O$. Though there have been many efforts to enhance the pinning properties, however, a weak pinning property has been the most serious problem for GdBCO coated conductors via RCE-DR. For this study, to improve the pinning properties, we investigated the effect of size-refined Gd_2O_3 particles which are trapped in the superconducting matrix via the process condition of maximized nucleation rate and minimized growth rate based on the stability phase diagram of GdBCO for the nominal composition of Gd : Ba : Cu = 1 : 1 : 2.5. 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).

G1-14 Effects of Ni Content on Electrical Properties of Copper-nickel Manganite Thin Films

구리-니켈 망가나이트 박막의 전기적 특성에 미치는 니켈 함량의 영향

최용호*, 전창준, 정영훈, 윤지선, 백종후, 홍연우, 조정호. *한국세라믹기술원*

$[(Ni_xMn_{1-x})_{0.84}Cu_{0.16}]_3O_4$ ($0.2 \leq x \leq 0.4$) thin films were fabricated by metal-organic decomposition to develop new thermal imaging materials applicable to microbolometer. The effects of Ni content on the mocrostructure and electrical properties of the annealed films were studied. The thin films annealed at 380°C for 5 h in air showed a thickness below 100 nm. The microstructure of the annealed films was remarkably affected by the Ni content. A single phase of cubic spinel structure was confirmed in all of the annealed films. The resistivity of the annealed films decreased with increasing Ni content due to the improved surface morphology. The hopping mechanism between Mn^{3+} and Mn^{4+} was also discussed from cation distribution obtained by XPS analysis. Finally, the relationship between Ni content and temperature coefficient of resistance (TCR) was investigated in relation to thermal stability of the thin films.

G1-15 The Effects of Additive Coposition on the Density and Resistivity of Sintered Alumina

첨가제의 조성이 알루미나 소결체의 밀도 및 저항에 미치는 영향

유창민[1*], 이창현[2], 신효순[1], 여동훈[1], 김성훈[3]. *[1]한국세라믹기술원, [2]고려대학교, [3]신라대학교*

알루미나는 구조적 특성이 우수할 뿐 아니라 유전특성 또한 뛰어나 안정적인 전자기 및 구조용 소재로 적용분야를 넓혀가고 있다. 반도체나 디스플레이 공정에 사용되는 정전척은 내화학성과 내마모성이 우수할 뿐 아니라 유전특성 또한 우수하다. 그러나 최근 전압 인가에 따른 chucking 특성 향상을 위하여 더 높은 저항 특성이 요구되고 있지만 전극과의 접착력 확보 및 소결성 확보 등을 동시에 만족해야 하므로 알루미나 소재의 소결 첨가제 선정에 한계를 가지고 있다. 최근 업계의 요규를 수용하기 위한 고저항 특성에 대한 필요성은 증가하고 있지만 이들에 대한 소결성과 신뢰성을 동시에 고려한 조성 개발에 대한 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 1600°C 이하에서 소결이 가능하고 높은 밀도를 확보할 수 있으며, 저항 소재와 접착력이 확보될 수 있는 조건에 한정하여 높은 저항을 갖는 알루미나 기반 첨가제 조성을 설계하고자 하였다. 실험에 사용된 첨가제는 SiO_2, MgO, Y_2O_3 그리고 CaO를 선정하였으며, 이들 첨가제는 균일한 미세구조 확보, 소결 온도 감소 및 계면 저항 변화 등에 영향을 주는 것으로 문헌 및 선행 연구 결과를 통하여 알려진 것이다. 조성 설계는 주 원료인 알루미나 90% 이상의 혼합 조건에서 첨가제들의 혼합 비율을 조정하는 방법으로 진행하였고 이들 조성에 따른 밀도 및 저항을 관찰하고자 하였으며, 이때 내부전극과의 동시소성을 고려하여 환원분위기에서 소결한 결과를 제시하고자 한다.

G1-16 High Temperature Equilibrium Point Defect Structure of γ-Na_xCoO_2

γ-Na_xCoO_2의 고온결함구조

주원효*,류한일, 주영창. *서울대학교*

Oxygen nonstoichiometry and electrical conductivity were measured on the system of γ-Na_xCoO_2, one of the best p-type thermoelectric oxide, against oxygen activity across its widest ever range below O_2 atmosphere for a fixed Na-content x = 0.706 at 773-973 K, and at a fixed temperature 973 K for x = 0.664, 0.706, 0.731. Meanwhile, combining reported information of γ-Na_xCoO_2 and defect chemistry principles, ideal defect model was established, and oxygen nonstoichiometry and electrical conductivity arising therefrom were compared to the experimental results. It has been deduced that as oxygen activity decreases from O_2 atmosphere, the majority disorder type shifts from $[V_{Na}'] = p$ to either $[V_{Na}'] = 2[Co_{Na}^{\cdot\cdot}]$ or $[V_{Na}'] = 3[Co_i^{\cdot\cdot\cdot}]$, exhibiting a positive deviation from the ideal defect behavior which is ascribed by degeneracy of hole. By taking into account of proper approximation of Fermi-Dirac integral of order 1/2, the nonstoichiometry and electrical conductivity have been precisely and consistently depicted to evaluate the defect-chemical parameters including the effective mass and mobility of holes and the redox equilibrium constant.

G1-17 Development of Red $CaAlSiN_3:Eu^{2+}$ Phosphor in Glass Ceramic Composite for Automobile LED with High Temperature Stability

고온 안정성이 우수한 자동차 LED용 Red $CaAlSiN_3:Eu^{2+}$ 형광체/Glass 세라믹 복합체 개발

이정우*, 차재민, 심승언, 김성혁, 오택호, 윤창번. *한국산업기술대학교*

고온 열특성 및 신뢰성 특성이 우수한 620 nm $CaAlSiN_3:Eu^{2+}$계 형광체를 Glass 봉지재에 실링한 Red full conversion 형광체/Glass 복합체 세라믹 플레이트를 제작하였다. 저온 소결용 고투과율 무연 실리케이트 Glass 파우더 60~80 wt%와 상용 620 nm 파장의 $CaAlSiN_3:Eu^{2+}$형광체 20~40 wt%를 혼합하여 Phophosr in Glass (PiG)를 제작하였다. 일반적인 파우더 프레싱 방법을 압착된 파우더를 CIP를 통해 치밀화하였고, 550도에서 열처리하여 PIG를 제작하였다. 제작된 형광막은 30% 형광체/70% 유리 조건에서 고밀도를 가진 소결체를 구현하였고, Full Conversion 되는 형광막 조건을 확보하고자 두께를 변경하면서 전장용 Blue LED에 실장하여 광학 특성을 평가하였다. 광학 Spectrum과 색좌표 거동을 측정한 결과 약 180 um에서 99% 이상의 색순도를 가진 620 nm Red LED가 제작된 것을 확인하였다. 열적 안정성을 평가 하기 위해서 상온에서 150도까지 승온하면서 Thermal Quenching 특성을 평가한 결과 기존의 AlGaInP계 Red Chip을 사용한 PKG 대비 약 30% 이상 우수한 온도 특성을 보이고 있다. 이러한 Full Conversion PIG는 Cutting과 전사 공정을 통해 Micro-LED에 적용한다면 광변환 소재로 매우 적합할 것으로 보인다.

G1-18 Enhancement of ME Coupling Performance by Optimization of Interfacial Adhesion Layer

접착층 최적화를 통한 자기-전기 복합체의 성능 극대화

황건태[1*], Haribabu Palneedi[1], 민유호[1], 김종우[1], 안철우[1], 최종진[1], 한병동[1], 류정호[2]. *[1]재료연구소, [2]영남대학교*

The magnetoelectric (ME) composites formed by combining of magnetostrictive and piezoelectric materials, are increasingly investigated due to their potential for energy harvesters, magnetic field sensors, transducers, and gyrators. When magnetic field is applied on the ME composite, the mechanical deformation from the magnetostictive material is transferred to the piezoelectric part, thus resulting in inducing of polarization due to the piezoelectric effect. Accordingly, strong interfacial coupling between the two materials is essential to acquire the maximum ME output. For this reason, optimization of the epoxy adhesive responsible to the coupling between the two phases have to be studied for reinforcement of the conversion efficiency of ME effect. This work reports the effect of bonding adhesive on the ME composite. We tested several types of epoxy adhesion and modified the curing condition of coupling layer.

S11-1 The Increasing Demand for Electronic Components due to Electronification and Digitalization of All Devices & the Current and Trends of MLCC

전자화, 디지털화에 따른 전자부품의 수요 증가 현황과 MLCC의 현재와 향후 추세

김민기*, 윤중락. *삼화콘덴서공업(주)*

전자 회로의 주요 수동부품의 하나인 세라믹 콘덴서는 2010년대 중반까지 성장과 성숙 시기를 거치며, 시장 및 기술의 포화 현상을 보였다. 이러한 기조는 2010년대 후반기에 접어들면서 시장 수요가 크게 증가하는 양상을 보이고 있다. 이는 친환경 자동차 및 자율주행 자동차를 중심으로 장치의 전자화, 디지털화와 복합 기능 스마트 장치와 IoT를 중심으로 수동 전자부품을 포함한 전반적인 전자부품의 수요 증가에 기인한 것이다.

적층형 세라믹 콘덴서(MLCC)는 스마트폰을 중심으로 주요 부품인 IC, 카메라의 고사양화 및 다양한 센서의 채택과 신기능이 추가되는 추세에 있기 때문에 부품의 크기는 작고 용량은 대용량을 갖는 고온, 고압에서의 특성이 중요하다. 소재 및 공정 기술의 발전 및 개발을 통해 고신뢰성 및 고온 특성과 고압/고전류 특성이 요구되는 자동차용 부품에 있어서도 응용 분야가 증가하고 있다. 이는 친환경 자동차 및 자율주행 자동차 분야에서 다양한 센서의 적용과 부품의 고성능화, 복잡화에 따른 소형 ECU의 적용 수량이 증가함에 따라 부품의 소형, 대용량, 고전력 소모 내구성과 고온, 고압 특성을 충족하는 부품의 개발 및 채택이 증가하고 있기 때문이다.

자동차에 적용되는 전장 부품은 고온 특성 및 각종 열악한 환경에서의 신뢰성이 확보되어야만 한다. 다양한 소재의 조합 기술과 공정 기술을 확보하는 한편 고신뢰성 소재 공급을 위한 원천소재 개발이 장기적인 목표를 가지고 집중한다면, 세라믹 기반 소재를 중심으로 한 부품 기술로 미래 산업의 중심이 되는 자동차 시장에서 경쟁력을 가질 것으로 기대한다.

S11-2 The Current Trends of the Thick Film Technology and the Applications of the Piezoelectric and the Dielectric Ceramic Materials

후막 세라믹 기술의 발전 동향과 압전 및 유전 소재 응용

신효순*. *한국세라믹기술원*

후막 세라믹 기술은 MLCC(Multi layer ceramic capacitor)와 LTCC(Low temperature co-fired ceramic)로 대표되는 세라믹 수동소자와 통신부품을 중심으로 발전하여 왔다. 이들은 세계적으로 대표 기업을 중심으로 소형화와 고성능화 경쟁이 이루어지고 있으며 그 수요 또한 전자산업의 발전에 따라 꾸준히 증가하고 있다. 최근, 이러한 후막 세라믹 기술은 다양한 응용분야로 그 적용의 폭을 넓히는 추세에 있다. 압전 적층형 엑추에이터, probe card용 space transformer, 반도체 공정용 ESC 등 특별한 용도에 후막 세라믹 기술이 적용되고 있으며 산업화로 이어지고 있다. 그리고 다양한 분야에서 융복합 소재의 활용 분야가 증가함에 따라 유무기 복합 소재의 성형 공정으로 후막 공정기술이 적용되는 사례 또한 매우 증가하고 있다. 이 결과 후막 세라믹 기술은 세라믹 또는 융복합 소재 부품 제조 공정의 핵심으로 자리 잡고 있다. 따라서 본 발표에서는 이러한 후막 세라믹 기술의 발전 동향에 대한 review와 함께 다양한 업계의 동향을 소개하고 이들 중 하나인 Cu 내부전극을 활용한 PZT계 적층형 압전 엑추에이터 개발을 위한 저온 소결용 압전 조성개발 및 차세대 ESC 적용을 위한 고저항 동시소성 유전체 소재 개발에 관한 결과 등 최근 개발 사례를 중심으로 소개하고자 한다.

S11-3 2-dimensional Dielectric Nanosheets for Next-generation Electronicdevices

차세대 전자 소자용 2차원 유전체 나노시트

최지원*. *한국과학기술연구원*

High-dielectric-constant (high-k) materials have been required for various electronic devices such as multilayer ceramic capacitors, thin film transistors, and gate insulators. The direction of improvement in these devices generally has been going toward the miniaturization with higher dielectric constant and lower dielectric loss, but there is a limitation for downsizing. As the next generation high-k materials, the technology of two-dimensional (2D) nanosheets have been attracted a lot of interest due to its special properties such as great electrical properties, single crystal nature, and its thin thickness.

Particularly, the Dion-Jacobson phase 2D perovskites has been received attention because not only bulk ceramics show colossal permittivity but also exfoliated nanosheets thin films show high-k dielectric permittivity even for thickness down to 20 nm. Besides, 2D nanosheets thin films are undisturbed for the thickness and don't require annealing process because of its crystalline nature. Several 2D dielectric materials have been reported, but the dielectric permittivity is still far below than bulk value. Therefore, we have been studying on searching new composition Dion-Jacobson phases based on niobate by A-site mofidication to enhance their dielectric properties. In this presentation, I will discuss not only the properties of A-site modified $Sr_2Nb_3O_{10}$ nanosheets thin films but also the properties of its starting materials. 2D dielectric thin films showed great dielectric properties with low leakage current density. Therefore, these 2D nanosheets are expected for using in future dielectric applications and also used as a functional materials for ferromagnetics, redox-active materials, and photochromics.

S11-4 Dielectric Ceramics and Related Technologies for Pulse Energy Storage Capacitors

펄스에너지저장 캐패시터용 유전체 세라믹스 소재 및 관련 기술

권도균*. *한국항공대학교*

The present trends of enhanced mobility, connectivity, and reliability in consumer, industrial, and military electronics will continue to drive future innovations in ceramic capacitor technology. Especially, power electronics applications are an emerging market in which ceramic capacitors will play an increasing role through improved breakdown strength, enhanced dielectric stability in harsh environments, and innovative packaging. The government lead investments to develop next generation weaponry system such as railguns will also contribute to the advancement of dielectric materials technology for pulse and power electronic capacitors. The dielectric materials are capable of storing the electric energy due to its polarization in the presence of external electric field, causing positive charge to store on one electrode and negative charge on the other. With this manner, the dielectric energy-storing devices enable faster delivery of energy (i.e. shorter charge or discharge time), and thus can be found promising applications on hybrid electric vehicles and pulse power devices. To design a proper dielectric material for the energy storage application, three requirements have to be satisfied at the same time: large saturated polarization, small remnant polarization, and high electrical breakdown strength. In addition to that, cutting-edge technology in

automotive industries also requires high-temperature capacitors operable at high temperatures >200°C. Wide variety of dielectric materials systems including ferroelectric copolymers/blends, glass, high-k ceramics, and their composites have been intensively investigated. Approaching methodology, materials synthesis and characterizations in the research activities on this subject are being extensively introduced and discussed with special emphasis on the improved dielectric stability of the newly designed 2-dimensional ceramic nanosheets based nanocomposites.

S11-5 Thermo-Magneto-Electric Generator for Low-grade Thermal Energy

저온도 구배 열 에너지를 위한 열-자기-전기 발전기

송현철[1*], Deepam Maurya[2], Shashank Priya[3]. [1]*한국과학기술연구원,* [2]*Virginia Tech.,* [3]*Penn. State University*

New mechanisms for converting thermal energy into electricity are highly desired. Thermoelectric devices that convert thermal energy directly into electrical energy have been widely investigated. However, thermoelectric energy harvesters typically show low output power and efficiency at low temperature gradients. Further, there is increasing difficulty in enhancing the magnitude of figure of merit (ZT) in the bulk materials. To overcome these limitations, we present the concept of Thermo-Magneto-Electric Generator (TMEG) that exploits the ferromagnetic phase transition of soft magnetic materials to drive the movement of the piezoelectric cantilever whose mechanical energy is converted to electrical energy. To operate TMEG, the fundamental challenge lies in synthesizing soft magnetic materials that exhibit magnetic Curie temperature close to the room temperature while possessing high saturated (M_s) and remnant (M_r) magnetization with small coercive field (H_c). $La_{1-x}Sr_xMnO_3$ system is known to exhibit the insulator to metal phase transition at room temperature that can be tuned by modulating the Sr (x) content. In this study, we describe the composite material design using base $La_{0.85}Sr_{0.15}MnO_3$ (LSMO) composition and modifying with $Ni_{0.6}Cu_{0.2}Zn_{0.2}Fe_2O_4$ (NCZF) in order to achieve large M_r and M_s, while maintaining its soft magnetic nature. We further provide the demonstration of TMEG employing the soft magnetic composites for active heat recovery systems.

S11-6 Determination of Electronic and Ionic Conductivity in Dielectric Materials

유전체 물질에서 전자전도와 이온전도의 거동과 구분

이순일[*]. *창원대학교*

The ionic and electronic conductivities of nonstoichiometric $BaTiO_3$ (undoped, Ca-doped, and Zr-doped $BaTiO_{3-\delta}$) ceramics were investigated through high temperature equilibrium conductivity (HiTEC) and in-situ impedance measurements at various equilibrium conditions with different oxygen partial pressures over a temperature range of 950-1050°C. Contribution of mobile oxygen vacancies on the electrical conductivity has been determined by HiTEC measurement as a function of oxygen partial pressure; the electrical conductivity with mobile oxygen vacancies shows a broad transition from *p*-type to *n*-type, and thereby there is an increase of the minimum conductivity at the *n–p* transition point. Through combining in-situ impedance spectroscopy measurements with the HiTEC measurements, it was confirmed clearly that the mobile oxygen vacancy contributes to the total conductivity, and the oxides become mixed conductors around the *n–p* transition regime (minimum electronic conductivity regime). It was found that Warburg impedance can be observed at the condition of tion/telectronic ≥ 0.05 in the temperature range of 950-1050°C and pO_2 range of $0.95\text{-}10^{-16}$ atm. The ionic conductivity varied with the concentration of extrinsic oxygen vacancies and dopants, and the activation energy for mobility of oxygen vacancy in Ca-doped $BaTiO_{3-\delta}$ was found to be 1.04 ± 0.05 eV using the two techniques in a very good agreement.

S11-7 Ferroelectric and the Temperature Stability in Dielectric Properties of Lead-free $BiFeO_3$-$BaTiO_3$ based System

$BiFeO_3$-$BaTiO_3$계 비납계 유전체의 강유전특성 및 유전특성의 열적 안정성

Akram Fazli[1*], Malik Rizwan Ahmed[1], Salman Ali Khan[1], Ali Hussain[2], Soonil Lee[1], Tae-Kwon Song[1], Won-Jeong Kim[1], Myong-Ho Kim[1]. [1]*창원대학교,* [2]*Institute of Space Technology*

The lead-free $(1-x)(0.675BiFeO_3\text{-}0.325BaTiO_3) + 0.006MnO_2 + 0.004CuO\text{-}xLiTaO_3$ (abbreviated as BFBT-*x*LT, where x = 0-3 mol%) dielectric ceramics were fabricated by conventional solid-state reaction route. The effect of LT-content on the crystal structure, morphology, ferroelectric behavior, and the temperature-stable dielectric properties has been investigated. The XRD results revealed that BFBT–*x*LT dielectrics are composed of pseudocubic perovskite crystal structure in the selected compositional range. The micrographs recorded from the scanning electron microscope (SEM), provided an overall dense for the ceramics. At x = 0.010, the values of maximum polarization (P_m) and remnant polarization (P_r) were obtained to be 24 μC/cm^2 and 18 μC/cm^2, respectively. The pure composition (BFBT) was ferroelectric; by incorporation of LT a gradual change from ferroelectric to relaxor phase occurred, with broad frequency dependent curves (1-100 kHz) of dielectric mid-value permittivity (ε_{rmid}) and dielectric loss (tanδ) as a function of temperature. Among them, BFBT–0.03LT met the requirement of capacitance variation ($\leq \pm 15\%$), ε_{rmid} = 5000±9.5% (250-450°C at 1 kHz) with moderate ε_r = 650 (at room temperature). It is found that LT addition satisfied the high temperature dielectric specification.

S11-8 Effects of B–site Donor Modification on the Crystal Structure, Ferroelectric and Piezoelectric Properties of Lead-free ($0.65BiFeO_3$-$0.35BaTiO_3$) Ceramics

$0.65BiFeO_3$-$0.35BaTiO_3$계 비납계 세라믹의 결정구조, 강유전 및 압전특성에 대한 B-site Donor 치환 효과

살만 알리 칸[1*], Malik Rizwan Ahmed[1], Akram Fazli[1], Ali Hussain[2], 이순일[1], 송태권[1], 김원정[1], 김명호[1]. [1]*창원대학교,* [2]*Institute of Space Technology*

In this work the lead-free piezoelectric ceramic $0.65Bi_{1.05}Fe_{1-x}Ti_xO_3\text{-}0.35BaTi_{1-y}Nb_yO_3$, where x and y = 0, 0.01, 0.015, 0.02, and 0.025, abbreviated as BFT-BTN, were synthesized by a solid-state reaction method followed by air quenching process. The effects of *B*–site donor modifications (Nb^{5+} and Ti^{4+}) on crystal structure, morphology and electrical properties of the BF–BT ceramics have been investigated. X-ray diffraction patterns showed the formation of pure perovskite structure, without any secondary phases. Scanning electron

microscope (SEM) micrographs revealed that average grain size of the BF–BT ceramics decreased with the addition of *B*–site donor. Improvements in ferroelectric properties (*P*–*E* loops) and electric field-induced strain properties (*S*–*E* loops), were obtained at the optimum composition of BFT–BTN ceramics. In addition, the dynamic piezoelectric coefficient (d^*_{33}) was enhanced from 265 pm/V for (BFT–BTN-0) to 360 pm/V for (BFT–BTN-1) at driving field of 5 kV/mm.

S11-9 Electrical Properties and Conduction Mechanism of Aliovalent Ion doped $BiFeO_3$ Ceramics

$BiFeO_3$ 세라믹스의 이종원자가 이온 도핑에 대한 전도 메카니즘 및 전기적 특성

박철민[1*], 우정욱[1], 김준찬[1], 이순일[1], 백승봉[1], 송태권[1], 성연수[2], 김명호[1]. *[1]창원대학교, [2]POSTEC*

Bismuth ferrite ($BiFeO_3$), a perovskite material, is a well-known multiferroic material due to its interesting ferroelectric and ferromagnetic properties. In this work, we synthesize aliovalent ions doped BFO ceramics by a conventional solid-state reaction method. The structural, dielectric and high temperature conduction properties were investigated. Incorporation of the excess amount of Bi_2O_3 decreased the Bi volatility in BFO ceramics. Polarization versus electric field (*P-E*) hysteresis loops and dielectric properties were enhanced with Bi_2O_3 addition. To better understand the defect effects on the multiferroic properties, the electrical conductivity was measured under various oxygen partial pressures (pO_2) at high temperatures. The point defects and energetics in terms of thermodynamics will be discussed in details.

S11-10 Large Electric Field Induced Strain in Bismuth Ferrite-based Lead-free Piezoceramics

$BiFeO_3$계 비납계 압전체의 고전압 인가에 따른 변형률

Malik Rizwan Ahmed*, Akram Fazli, 살만 알리 칸, 송태권, 김원정, 이순일, 김명호. *창원대학교*

Lead-free (1–*x*) $(0.67BiFe_{1.05}O_3\text{-}0.33BaTiO_3)$-*x* $Bi(Mg_{0.5}Zr_{0.5})O_3$, abbreviated as BF-BT-BMZ (*x* = 0.00-0.030), and (1–*x*) $(0.67Bi_{1.05}FeO_3\text{-}0.33BaTiO_3)$-*x* $LiNbO_3$, abbreviated as BFBTLN*x* (*x* = 0.00-0.030), piezoelectric ceramics were fabricated by conventional solid state method. It was found that the incorporation of BMZ and LN into BF-BT host system caused slight change in crystal structure. For BF-BT-BMZ system, the *x* = 0.060 composition showed enhanced electric field-induced strain properties with dynamic piezoelectric constant $S_{max}/E_{max} = d^*_{33}$ = 440 pm/V at a relatively low field of 3 kV/mm, along with a high Curie temperature T_C = 435°C. Furthermore, at optimum composition (*x* = 0.010), large dynamic piezoelectric constant d^*_{33}= 500 pm/V at a relatively low field of 3.5 kV/mm was obtained in BFBTLN system. Large electric-field induced strains at low driving field combined with high T_C make these systems suitable for high temperature piezoelectric devices.

S11-11 Magnetoelectric Film Heterostructure of Textured $Pb(Zr,Ti)O_3$/Ni with Superior Performance

Haribabu Palneedi*, 류정호, 황건태. *재료연구소*

A flexible, high-performance magnetoelectric (ME) heterostructure of PZT/Ni was fabricated by depositing a piezoelectric ceramic film of (001) oriented $Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3$(PZT) on a magnetostrictive substrate of thin, flexible Ni foil buffered with $LaNiO_3/HfO_2$. The PZT/Ni composite exhibited superior ferroelectric properties together with a large ME coupling of 3.2 V/cm·Oe, which were attributed to the strong texturing of the PZT film, coupled with the compressive stress in the piezoelectric film. Besides, reduced substrate clamping in the PZT film due to the film on foil structure and strong interfacial bonding in the PZT/$LaNiO_3/HfO_2$/Ni composite heterostructure could also have contributed to its high ME performance. The PZT/Ni composite outperformed other known ME film composites based on PZT/Ni as well as those composites of textured PZT films deposited on magnetostrictive oxide substrates. The superior performance ME film heterostructure is promising for metal-based MEMS devices and flexible electronic applications.

S11-12 A New Type of Ultra-thin Film Pseudocapacitors Produced Using 2-D Metal Oxide Nanosheets

2-D메탈 옥사이드 나노시트를 이용한 초박막 슈퍼캐패시터

이웅희*, 권상효, 임미르, 남산. *고려대학교*

Pseudocapacitors fabricated using the metal oxide-based materials have been widely investigated because they showed the higher specific capacitance than the electric-double-layer capacitors. Recently, a new type of pseudocapacitor, which is produced using two-dimensional (2-D) metal oxides, has been reported and the charge and discharge processes of these pseudocapacitors were explained by the cation intercalation mechanism. Particularly, a planar-type pseudo-capacitor has been intensively studied because the smooth migration of cations occured in between the 2-D materials.

In this study, the two symmetric working electrodes of the pseudocapacitors were fabriated using the $Sr_2Nb_3O_{10}^-$ (SNO) nanosheets. The SNO nanosheets were obtained from $KSr_2Nb_3O_{10}$ (KSN) ceramics using soft-chemical exfoliation. These SNO nanosheets have a large aspect ratio that is useful for the ultra-thin film pseudocapacitor. The exfoliated SNO nanosheets were deposited on a Pt/glass substrate with a planar-type pattern. Langmuir-Blodgett method was used for making ultra thin film using the SNO nanosheets at room temperature. The fabricated SNO electrodes showed the specific capacitance of 270 uF/cm^2 at current density of 2.5 uA/cm^2 and the cycling stability with capacitance retention of 86% after 5000 charge and discharge cycles in PVA/LiCl electrolyte. In addition, the structural and electrochemical properties of the SNO electrodes with various thicknesses were investigated.

S11-13 Electro Caloric-Effect and Electric Field Induced Phase Transition of $(Bi_{1/2}Na_{1/2})TiO_3$-$SrTiO_3$ Relaxor Ferroelectric Ceramics

$(Bi_{1/2}Na_{1/2})TiO_3$-$SrTiO_3$ 완화형 강유전체 세라믹스의 전기장 유도 상전이 및 전기 열량 효과

김대수[1*], 천채일[1], 강형원[2], 이형규[2], 한승호[2], 김정석[1], 김빛찬[1]. *[1]호서대학교, [2]전자부품연구원*

전기 열량 효과(Electro Caloric Effect, ECE)는 단열 조건하에서 강유전 재료에 전기장을 인가할 때 분극 변화에 따른 엔트로피의 변화로부터 발생하는 온도 변화를 말한다. 최근 이 효과를 이용하여 친환경 냉각 소자를 개발하려는 연구가 진행되고 있다. 유전 분극의 무질서한 상태와 정렬된 상태 사이의 엔트로피 차이는 높은 ECE를 얻는데 직접적으로 연관이 있다. 완화체(Relaoxr)는 일반적

으로 거시적인 자발 분극을 형성하지 않으며, 전기장을 인가하더라도 작은 규모의 선형적인 분극 증가를 보일 뿐이다. 하지만, 일부 완화형 강유전체(Relaxor Ferroelectrics)는 일정 온도구간에서 큰 전기장을 인가하면 완화체상에서 강유전상으로 전이가 발생한다. 이러한 전계 유도 1차 상전이에 의해 임계 전기장에서 분극의 급격한 증가가 발생하며, 이 때 나타나는 큰 엔트로피의 차이는 높은 ECE를 나타낼 것으로 기대된다. 주로 $Pb(Mg,Nb)O_3$-$PbTiO_3$ 나 (Pb,La)(Zr,Ti)O_3 등의 연계 강유전 또는 완화형 강유전 재료에서 큰 ECE가 보고되었으나, 최근 세계적인 친환경 규제로 인하여 비연계 재료의 연구가 필요하다. 비연계 완화형 강유전체인 (Bi,Na)TiO_3 (BNT)계 고용체 세라믹스는 상온 근처에서 특정 임계 전기장 인가 하에 완화체상에서 강유전상으로 상전이가 발생하고, 이로 인한 잔류 분극이 억제된 이중 이력 곡선이 관찰되어 높은 ECE를 나타낼 것으로 기대되는 물질이다.

이번 실험에서는 $(Bi_{1/2}Na_{1/2})TiO_3$-$SrTiO_3$ 완화형 강유전체를 제조하여 전계 유도 상전이 거동과 ECE를 조사하였다. X-선 회절 분석과 유전율의 온도 의존성으로 부터 상전이 거동을 조사하였다. 다양한 온도와 전기장 하에 P-E 이력 곡선을 측정하였고, Maxwell 관계식을 이용하여 ECE에 의한 단열 조건의 온도 변화를 간접적으로 계산하였다. 그리고 다양한 전기장 하에 ECE에 의한 시편 표면의 온도 변화를 열전쌍으로 직접 측정하여 간접적인 측정 결과와 비교하였다. 이러한 결과를 토대로 임계 전기장에서의 전계 유도 상전이와 ECE와의 관련성을 토의할 예정이다.

S11-14 Characteristic Evaluation of Pressure-Light Muliti Sensor using Long-term Stable $MAPbI_3$ Thin Films by CVD

CVD 법으로 증착된 장기안정성 $MAPbI_3$ 박막을 이용한 압력-광량 멀티센서 특성 평가

엄지호*, 윤순길. *충남대학교*

$MAPbI_3$는 유기물과 무기물의 혼합물로 태양광 에너지 하베스팅 소자에 활용되고 있으나, 압전소재의 대표적 구조인 페로브스카이트 구조를 가지고 있어 압전특성또한 가지는 것으로 알려져 있다. 이와 같이 광전 특성과 압전특성을 모두 가지고 있는 $MAPbI_3$ 페로브스카이트 소재를 사용하면 압전-광전 멀티특성을 지닌 에너지 하베스터, 또는 압력-광량 멀티센서를 만들 수 있을것으로 예상된다. 하지만, 기존의 $MAPbI_3$ 소재는 낮은 장기 안정성으로 대기중에서 금방 분해되기 때문에 이를 해결하는 연구 또한 진행되어야 한다.

이 실험에서는 기존의 Sol-Gel 법에 비하여 높은 장기 안정성을 가지는 화학 기상 증착법을 이용하여 증착된 $CH_3NH_3PbI_0$ ($MAPbI_3$) 박막을 이용하여 압력과 광량에 반응하는 멀티센서에 활용하였다. 그 결과, CVD를 이용하여 증착한 $MAPbI_3$ 박막은 기존의 Sol-Gel 법을 이용한 $MAPbI_3$ 박막에 비해 10배 이상 높은 수준인 한달 이상의 장기 안정성을 나타내었다. CVD로 증착한 $MAPbI_3$ 박막을 이용하여 제작한 멀티센서 소자는 8.34 mV/kPa-1 과 0.02 nA/kPa-1의 압력 민감도를 보였으며 광량에 따른 민감도 또한 보였다.

이 결과를 통하여 단일 소재에서 여러 감각을 측정할 수 있는 멀티센서의 개발 가능성을 보았다.

S12-1 First-principles Design of Memcapacitors for Neuromorphic Computation

뉴로모픽 컴퓨팅을 위한 멤커패시터 소재 제일원리 발굴

이준희*. *울산과학기술대학교*

We initiate materials genome research which can solve many technological issues with computation. Understanding various interactions among charge, spin, and lattice (so called “materials gene”) implies endless possibilities for material engineering. I will talk about how to design multi-level dielectrics (memcapacitors) for developing neuromorphic computations with ultralow energy consumption. The materials candidates identified by first-principles calculations are magnetic perovskites such as SrMnO and $SrCoO_3$ which have strong coupling among the materials genes. I will highlight the importance of first-principles genomic design with advanced computation power by proposing new thin-film geometries for the materials candidates for next-generation computation devices.

S12-2 Emergence of Multi-Capacitance in Tensile-strained $SrMnO_3$ Thin Films

격자 인장 된 $SrMnO_3$ 박막에서의 다중 정전용량 특성 발현

이상한*. *광주과학기술원*

다중 정전용량 유전체 소재는 일반적인 커패시터의 특성과 멀티레벨 정보 저장 능력을 모두 갖고 있어, 기존의 회로 개념을 완전히 혁신함으로써, 반도체 기술이 직면한 최대의 문제인 전력 소모량 증가 문제를 원천적으로 해결 가능하다. 그러나 일반적으로 정전용량을 결정하는 유전 상수는 재료의 고유 상수로써 단일 물질에서 다중의 유전 상수를 갖는 사례는 현재까지 보고된 바 없다. 본 연구에서는 상유전체 $SrMnO_3$ 박막에 격자 인장을 통해 다중 유전 상수를 갖는 단일 박막을 구현하고자 한다. 상유전성, 반강자성을 갖는 $SrMnO_3$의 경우, 최근 여러 연구팀을 통해 격자 인장 및 축소를 통해 준안정상으로 다양한 상변이가 가능할 것이라고 이론적으로 예측되었고, 이러한 상변이를 통해 강유전성, 강자성을 동시에 가지는, 즉 다강성을 가질 수 있는 재료로서 각광받고 있다. 이를 기반으로 본 연구에서는 ~2%의 격자 인장 시 스핀과 유전성 결합에 의한 다중 상전이를 유도하여 전기장 인가에 따라 $SrMnO_3$의 유전 상수가 평면방향으로는 ~200%, 수직방향으로 ~50% 변조될 수 있음을 DFT 계산을 통해 확인하였다. 따라서 이러한 $SrMnO_3$의 격자와 ~2%의 격자 미스 핏을 갖는, 수평방향의 유전 특성 확인을 위한 LSAT기판 및 수직방향의 유전 특성 확인을 위한 Nb-STO기판에 Pulsed laser deposition (PLD)방법으로 격자 인장된 에피텍시얼한 $SrMnO_3$ 박막을 구현하였다. 먼저 LSAT 기판에 성장된 $SrMnO_3$ 박막에서 20, 45, 69, 92, 115 nm두께로 박막을 형성하였고, 박막의 두께가 증가함에 따라 기판 스트레인 효과가 감소되므로 격자 인장이 완화되는 것을 XRD 측정을 통해 확인하였다. 또한 이러한 $SrMnO_3$의 유전 특성을 확인 시, 격자 인장율의 변화를 통해 $SrMnO_3$의 유전 상수가 7~140까지 변화하는 것을 확인할 수 있었다. 특히 1.7%로 기판에 완전히 격자인장 된 20 nm 두께의 $SrMnO_3$는 가장 높은 유전 상수(약 140)와 강 유전 히스테리시스 곡선을 갖는 것을 최초로 확인하였다. 또한 Nb-STO 기판 위에 성장된 $SrMnO_3$ 박막의 경우 단일박막에서 전압의 변조를 통해 3개의 다중 유전 상수를 갖는 것을 확인하였고, 각 전압에서 오랜 시간 측정에도 다중의 유전 상수가 유지되는 것을 확인하였다. 이러한 $SrMnO_3$ 단일 박막과 같은 다중 유전 상수를 갖는 소재의 확인은 기존 반도체 소자의 한계를 극복하는 새로운 멤커패시터 소자 시대의 도래를 가능하게 한다.

S12-3 Hafnia Ferroelectric Device for Semiconductor Device Applications

반도체 소자 응용을 위한 하프니아 강유전체 소자

전상훈*. *한국과학기술원*

Recently, various hafnia ferroelectric materials and devices have attracted significant attention for various semiconductor device applications such as RFID, MEMS and RAM device applications. Hafnia ferroelectric films with orthorhombic phase are suitable for ultra-thin ferroelectric capacitor and gate stack for 1T ferroelectric FeRAM. In this talk, we are going to deal with research trends regarding various semiconductor device applications such as basic ferroelectric material properties, negative capacitance phenomena, and ferroelectric tunneling behavior.

S12-4 Resistive Switching Memories based on Halide Perovskites
할라이드 페로브스카이트 기반 저항변화 메모리
장호원*. *서울대학교*
$CsPbX_3$ (X = halide, Cl, Br, or I) all-inorganic halide perovskites (HPs) are regarded as promising functional materials because of their tunable optoelectronic characteristics and superior stability to organic-inorganic hybrid halide perovskites. Herein, nonvolatile resistive switching (RS) memory devices based on all-inorganic $CsPbI_3$ perovskite are reported. An air-stable $CsPbI_3$ perovskite film with a thickness of only 200 nm is successfully synthesized on a platinum-coated silicon substrate using low temperature all-solution process. The RS memory devices of Ag/polymethylmethacrylate (PMMA)/$CsPbI_3$/Pt/Ti/SiO_2/Si structure exhibit reproducible and reliable bipolar switching characteristics with an ultralow operating voltage (< +0.2 V), high on/off ratio (> 106), reversible RS by pulse voltage operation (pulse duration < 1 ms), and multilevel data storage. The mechanical flexibility of the $CsPbI_3$ perovskite RS memory device on a flexible substrate is also successfully confirmed. With analyzing the influence of phase transition in $CsPbI_3$ on RS characteristics, a mechanism involving conducting filaments formed by metal cation migration is proposed to explain the RS behavior of the memory device. This study will contribute to the understanding of the intrinsic characteristics of IHPs for low-voltage resistive switching and demonstrate the huge potential of them for use in low-power consumption nonvolatile memory devices on next-generation computing systems.

S12-5 Memcapacitor-based Nonvolatile Memory and Artificial Synaptic Devices
멤커패시터 기반 비휘발성 메모리와 시냅스 소자
윤태식*. *명지대학교*
The metal-oxide-semiconductor (MOS) memcapacitors with a history-dependent memorized capacitance were investigated for the application to nonvolatile memory and artificial synaptic devices for neuromorphic system. The capacitance change in the MOS memcapacitor that can be used as a gate stack of MOSFET (MOS field-effect-transistor) or thin-film transistor (TFT) would alter the drain current that is proportional to the gate insulator capacitance. In this presentation, the memcapacitance characteristics in the Si-based MOS memcapacitor with the structure of ITO/HfOx(or CeOx)/p-Si for the MOSFET and the oxide semiconductor-based Pt/HfOx/IGZO memcapacitor for the TFT will be discussed. In particular, the analog modulation of channel conductance emulated the biological synaptic motions including potentiation, depression, excitatory postsynaptic current, paired-pulse facilitation, short-term and long-term memory characteristics that could be controlled by the input condition. These results are indicative of the potential of MOS memcapacitor for the nonvolatile memory and artificial synaptic devices, which will be discussed in detail.

S12-6 Cognate Stateful Memristor Logic Gates
동계의 스테이트풀 멤리스터 로직 게이트
김경민*. *한국과학기술원*
The conditional switching of memristors to execute stateful implication logic is an example of in-memory computation with the potential to provide high energy efficiency by avoiding the von Neumann bottleneck. Since the first demonstration, a significant research goal has been to improve the logic cascading of this approach to make it more practical. Here, we describe and experimentally demonstrate several Boolean logic operations by controlling conventional Ta/TaO_x/Pt memristors integrated in a crossbar with applied voltage pulses. We introduce a set of four cognate stateful two-memristor logic gates along with the copy and negation operations that enable two-input-one-output complete logic. In addition, five stateful three-memristor gates are revealed that eliminate the need for a separate data copy operation, decreasing the number of steps required for a particular task. The diversity of gates available by simply applying coordinated sequences of voltages to a memristor crossbar significantly improves stateful logic computing efficiency.

S13-1 Block Copolymer-templated Hollow n-ZnO/p-Si nanodiode Arrays using Atomic Layer Deposition
블락공중합체와 원자층증착법을 이용한 n-ZnO/p-Si 나노다이오드 어레이 제조
권세훈*. *부산대학교*
One-dimensional (1-D) nanostructures have attracted much attention for nanoscale electronics, photonics including electron transport channel, electrode in sensors, photocatalyst. Owing to the high surface-to-volume ratios and structural uniqueness, the 1-D nanostructures can present excellent electron transport efficiency and the significantly reduced electron-hole recombination. However, most of the 1-D arrays were just the single-component-nanostructuresor the multi-components-core shells with the limitation of bundling and collapse. It have been rarely reported the n-ZnO/p-Si heterostructured nanotube by other studies.

We present a novel and simple methodology to obtain 1-D n-ZnO/p-Si nanotube arrays by using combined techniques of block copolymer (BCP) self-assembly, atomic layer deposition (ALD), and inductive coupled plasma dry etching. Free-standing heterostructured n-ZnO/p-Si NTs without collapse and bundle fabricated. The resulting nano-diode showed a typical rectifying behavior of diode. This simple and useful approach provides a very convenient route to fabricate high-density nanodiode patterns without using high-cost photolithography.

S13-2 Application of ALD to the 2D Materials and Devices
원자층증착법의 이차원 반도체 소재 및 소자 연구 응용
안지훈*. *한국해양대학교*

Part 1. A reliable and rapid manufacturing process of MoS_2 with atomic-scale thicknesses remains a fundamental challenge toward its successful incorporation into high-performance nanoelectronics. In the part 1 of this presentation, inhibitor-utilizing ALD will be presented as a novel method to deposit high-quality MoS_2 films at the wafer scale.

Part 2. Electric-double-layer transistors (EDLTs) can be applied to practical devices with flexibility and transparency as well as research on the fundamental physical properties of 2D materials. However, they suffer from inherent unwanted leakage current between electrodes. Therefore, a simple method to improve the leakage current properties of EDLTs will be presented via a hybrid gate dielectrics of ion gel with ultra-thin ALD passivation layer based on 2D semiconductor channels.

S13-3 Energy-efficient and Reliable Multi-bit Resistive Switching in Al_2O_3/Ta_2O_5 Stacked Based Device

Jin Joo Ryu, Gun Hwan Kim*. *Korea Research Institute of Chemical Technology*

The controllability and reliability of multi-bit operation in Ta_2O_5 based resistive switching (RS) device was demonstrated via 100 ns-long electric pulse based incremental step pulse programing (ISPP) and error check and correction (ECC) method. In spite of severe stochastic nature of RS device, highly controllable reliability of multi-bit operation was achieved which has never been accomplished by varying the current compliance or simple voltage controlling method. The one important aspect in this research is that the resistance-state overlap probability between neighbored resistance-states could be controlled within one's intention. The other is the number of ECC during multi-bit operation could be minimized by the stacked Al_2O_3 layer.

For the reliable performance of multi-bit RS operation, some kind of prerequisites are required. In this presentation, the overall experimental procedure will be provided which includes device fabrication, RS mechanism, prerequisites of device characteristic, application of ISPP / ECC method and its temperature dependency.

S13-4 Atomic Layer Deposition : A Few Prospective Applications Aiming Mass-production after Surrent Si-based Semicondictor Process

원자층 증착법 : Si 기반 공정 이후의 양산지향형 응용

박태주*. *한양대학교*

ALD is one of the most advanced thin film coating or deposition technique in the current vacuum science or electronic device fabrication processes. Recently, the matured ALD technique begins to look for new applications with its strong advantages such as the superior step coverage on complicated 3D structures and extremely-precise film thickness controllability. Up to now, there have been a few feasible applications of ALD technique aiming at mass production; electrical and chemical passivation of the assorted solar cells and organic/inorganic flat panel displays, of which fabrication process and physics are familiar with those of semiconductor devices. This presentation starts with the introduction of modified/advanced ALD process for current Si based industry; D FM and EA-ALD technique for efficient metal film growth to achieve ultrathin and continuous thin film. Next, post-CMOS technology and ALD applications for energy system such as PECs are also discussed. Another important application of ALD technique could be the design of core-shell structured nano/micro particles for multifunctional applications. A specially designed ALD reactor enables the successful fabrication of core-shell structured nano/micro particles irrespective of the chemical reaction conditions (pH, temperature etc). This technique is also applicable to passivation of various quantum dots and microparts.

S13-5 Atomic Layer Deposition of Layered SnS_x

층상구조 주석황화물 박막의 원자층 증착법

김성근*. *한국과학기술연구원*

최근 이차원 전이금속 칼코지나이드 (2-dimensional transition metal chalcogenides, TMCs) 소재가 우수한 전기적·광학적 물성으로 많은 관심을 받고 있다. TMCs 소재에 대한 연구는 초기의 TMCs 소재 고유 물성에 대한 탐색에서, 최근에는 실제 TMCs 소재의 산업화에 필수적인 대면적 박막 합성에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 대표적인 TMCs 소재인 MoS_2, WSe_2, WS_2 등등은 vapor transport method, chemical vapor deposition 등등의 방법을 통해 웨이퍼 스케일에서의 균일한 박막 형성 등이 최근 보고되었다. 그러나, 이러한 박막 형성을 위해서는 800-900 도 이상의 고온 공정이 필수적으로 요구되며, 이러한 고온 공정은 전자 소자 형성에 적합하지 않은 문제를 가지고 있다.

본 연구에서는 기존의 전자 소자 공정에 적합한 TMCs 소재 및 박막 공정을 개발하고자 하였으며, 특히 낮은 녹는점을 가져 공정 온도 감소가 가능한 주석 황화물계 박막에 주목하였다. 특히 주석 황화물 박막은 주석의 산화가수에 따라 p형 (SnS) 및 n형 (SnS_2) 반도성을 선택적으로 제어할 수 있는 소재이다. 본 연구에서는 대면적 증착 및 균일한 박막 증착에 장점이 있으며, 이미 전자 소자 공정에 널리 활용되고 있는 원자층 증착법을 이용하여 이차원 구조의 n형 SnS_2 및 p형 SnS 박막을 선택적으로 형성하는 기술을 개발하였다. SnS 및 SnS_2 박막 모두 기존 전자 소자 제작에 적합한 400도 이하의 공정 온도에서 층상 구조를 유지하며 균일하게 형성되었다.

S13-6 Surface Energy Tuning by Atomic Layer Deposition for Hydrophobic Coating

Han-Bo-Ram Lee*. *Incheon National University*

Hydrophobic coating is one of practically important surface property engineering methods for many applications, such as non-stick coating of kitchen wares and water-proof coating of electronic gadgets. Polymers that have been widely used for hydrophobic coating materials due to their simple coating process and low fabrication cost, however, they have several inherent disadvantages, such as thermal instability and low mechanical durability. Recently, rear earth oxides (REOs) have been proposed for stable and robust hydrophobic materials. In this work, we utilized atomic layer deposition (ALD) for hydrophobic coating using REOs. Five ALD REOs were developed by using new rare earth element precursors, and surface energy changes of REOs were investigated by using various approaches. Surface energy of the ALD REOs could be precisely controlled by adjusting film thickness. Liquid tweezers and oil-water filtration were demonstrated by tuning surface energy of REO.

G2-1 The Study on Photocatalytic Activities with z-scheme Mechanism as Fe_2O_3 nanorods of High Asepct Ratio Coated with g-C_3N_4 by Thermal Evaporation Method

높은 종횡비를 갖는 Fe_2O_3 나노로드와 열 증기법으로 코팅된 g-C_3N_4의 z-scheme 헤테로구조 메커니즘과 광촉매 응용분야에 대한 연구

강수희*, 장준영, 이선영. *한양대학교*

광촉매 재료를 이용한 오염물질 분해, 수소 생산 또는 물 분해는 재생 가능한 에너지를 태양으로부터 직접적으로 얻을 수 있기 때문에, 지속적인 연구가 이루어 지고 있다. 광촉매의 광반응성 향상을 위해 광전극필름 제조가 필요한데, 이는 산이나 알카리 전해질에서 높은 안정성, 뛰어난 빛 흡수도, 전하 이동특성 및 낮은 재결합률을 필요로 한다. 그 중, hematite (Fe_2O_3)는 가시광선에 반응을 하는 물질로 태양광에너지의 최대 40%까지 흡수를 할 수 있고, 1.9~2.2 eV의 밴드갭을 지니기 때문에 광촉매 재료로 각광받고 있다. 또한, 화학적 반응성과 안정성이 뛰어나며, 낮은 비용으로 제작이 가능하고 지구상에 풍부하게 존재하는 물질 중 하나이다. 그러나, 높은 재결합률, 낮은 전도도로 인해 낮은 광반응성이 나타나는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 최소화시키기 위해, 2.6 eV의 가시광 밴드갭을 지니는 비금속 유기 반도체인 g-C_3N_4를 Fe_2O_3와 Z-scheme 메커니즘을 따르는 헤테로구조로 제작하고자 한다.

본 연구에서는 열 증기법 소결 공정을 통해 graphitic carbon nitride (g-C_3N_4)을 Fe_2O_3 나노로드 위에 코팅하고자 한다. 높은 종횡비를 갖는 Fe_2O_3 나노로드는 Fluorine-doped tin oxide 기판 위에 용매열 방법으로 합성시킨다. 후에, melamine 전구체를 이용하여 g-C_3N_4을 직접적으로 코팅한다. 샘플들은 g-C_3N_4 전구체 양에 따라 비율을 조절하였다. 헤테로구조를 지니는 Fe_2O_3/g-C_3N_4 필름은 bare Fe_2O_3보다 높은 광반응 성능을 보였음을 확인하였다. 또한 가시광선 아래서 4-nitrophenol 유기 오염물질에서 뛰어난 광분해능이 나타남을 확인하였고, 수소가 생산됨을 확인할 수 있었다. Fe_2O_3/g-C_3N_4 필름은 태양광을 이용한 응용분야나, 전기촉매에 다양하게 응용될 수 있을 것이다.

G2-2 Strength Improvement of Extruded Type Zeolite Honeycomb for VOCs Adsorption Rotor

VOCs 흡착로터용 압출형 제올라이트 허니컴의 강도향상 연구

최광일*, 김명중, 이성진. *(주)아이비머티리얼즈*

산업화가 고도화될수록 산업분야 전반에 걸쳐 다양한 화학성분들을 사용하고 있으며, 이에 항온 항습과 더불어 배출된 공기에 대한 처리를 위해 다양한 소재와 정화장치들이 사용되고 있다. 그 중에서도 제올라이트는 흡착성능이 매우 우수하여 고효율·저에너지화 기술을 추구하는 대기오염 방지기술 트랜드에 가장 부합하는 소재로 각광받고 있다. 이 제올라이트는 큰 비표면적과 수 ㎛이하의 세공들이 규칙적인 배열을 가지고 있어 공기중의 물질을 흡착할 수 있는 능력이 매우 우수하다. 이러한 미세기공 특성으로 응용분야가 광범위하지만 소성 후 강도가 매우 약하여 형상을 유지하는데 어려움이 있어 현재는 세라믹 담체에 제올라이트를 코팅하거나 Powder, Ball, Bead, Pellet 형태 등으로 제작하여 사용하는데 국한되고 있다. 하지만, 코팅 방식은 표면 반응이 커 가스를 제거할 수 있는 단위 면적이 적어 규모가 큰 반도체시설, 화학플랜트 등 산업시설에 적용하기에는 매우 많은 양의 필터를 필요로 하게 되어 경제성이 떨어진다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 반응 면적을 넓히는 방법으로 제올라이트를 허니컴 형태로 제작하는 연구들이 진행되고 있는데 제올라이트의 흡착특성으로 인해 건조 및 소성 공정에서 크랙 발생 및 강도 문제로 허니컴 제작에 많은 어려움이 있는 상황이다.

본 연구에서는 당사의 자동차용 매연저감 필터(SiC 허니컴) 압출 기술을 활용하여 압출형 제올라이트 허니컴의 강도를 향상시키고자 하였다.

G2-3 Structural and Residual Stress Analysis of Dual-phase GDC–LSCF Composites

GDC-LSCF 복합소재의 소결에 따른 잔류응력 연구

Kati[1]*, 김세영[1], 김수현[1], 성영훈[1], 이슬희[2], 최재형[1]. *[1] 한국에너지기술연구원, [2] 연세대학교*

Dual-phase $Ce_{0.9}Gd_{0.1}O_{2-\delta}$ -$La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3-\delta}$ (GDC-LSCF) composites are promising candidate materials for oxygen transport membrane applications. The phase purity and crystal structure of the GDC-LSCF composites were refined from X-ray diffraction (XRD) data performed at room temperature by employing the Rietveld analysis method. Rietveld analysis indicated that the structures of GDC and LSCF phases are well crystallized in cubic *Fm3m* and rhombohedral *R3c* space groups, respectively. When the composites are cooled from their sintering temperature, compressive stresses are generated in the GDC and corresponding tensile stresses are generated in the LSCF due to their differences in thermal expansion coefficients. The compressive residual stresses of the composites are investigated by high-angle XRD measurements using the well-known $\sin^2\psi$ method. Crystal structures and residual stresses in GDC-LSCF composites are studied thoroughly in the present work by XRD.

G2-4 Study of Surface Nanoparticle Formation by Selective Phase Transition in $Sr_{0.98}Ti_{0.95}Me_{0.05}O_{3-\delta}$ (Me=Mn, Fe, Co, Ni, and Cu) Thin-films

3d 전이금속이 도핑된 $Sr_{0.98}TiO_{3-\delta}$ 박막 구조체에서 선택적 상변화를 통한 표면 나노입자 생성에 관한 연구

김준규*, 구본재, 정우철. *한국과학기술원*

The in-situ growth of nanoparticles directly from an oxide support to its surface upon the annealing at reducing atmosphere known as 'ex-solution', has been reported by many researchers in the field of high-temperature catalysis and renewable energy. Compare to conventional nanoparticle deposition technics, this process is faster and displays finer and better particle distribution. From an engineering standpoint, it is necessary to control the characteristics of nanoparticles such as size, distribution, and type. However, the governing factors and specific methods to manage them remain unknown.

Here, we prepared dense thin-films of 3d-transition metal (Mn, Fe, Co, Ni and Cu) doped $Sr_{0.98}TiO_{3-\delta}$ and observed the ex-solved nanoparticles depending on temperature, pO_2, and kind of dopant via SEM. The ex-solved nanoparticles decrease in size and increase number density as increasing temperature or decreasing pO_2. Additionally, the ex-solution trend was investigated, which ex-solution easily occurs with small thermodynamic driving force in order of Cu, Ni, Co, Fe and Mn.

Consequently, we succeeded in explaining these observations with nucleation kinetics and dopant segregation thermodynamics in the absence of coarsening and proposing techniques that can control ex-solution particles extensively.

G2-5 High-performance Piezoelectric Nanogenerators Based on Polymer-Ceramic Composite

폴리머와 세라믹 복합소재를 기반으로 하는 고성능 압전 소자

이은정[1*], 김태윤[2], 김상우[2], 정선호[1], 최영민[1], 이수연[1]. [1] *한국화학연구원*, [2] *성균관대학교*

Piezoelectric nanogenerators (PNGs) are emerging as promising energy harvesters for scavenging mechanical energy and converting it into electrical energy. Among them, piezoelectric polymer-ceramic composite materials are promising candidate for small biomechanical energy resources to provide power sources for portable and personal electronics because of their inherent capability of combining the favorable properties of both ceramic and polymer materials. In this work, we report high-performance flexible piezoelectric nanogenerators (PNGs) based on a composite thin film, comprising of amine-functionalized PZT nanoparticles (NPs) and a thermoplastic triblock copolymer grafted with maleic anhydride. The chemically reinforced composites achieves the formation of a highly well-dispersed PZT NPs within polymer matrix as well as the enhancement of the stress applied to PZT NPs. Without an additional dispersion enhancer, our amine-functionalized PZT NP-based flexible PNG exhibit a high output voltage of 60 V and current of 1.6 μA without time-dependent degradation, which are high enough to operate a commercial light emitting diodes (LEDs). Our proposed approach is an unprecedented improvement in the composite-based PNG research for self-powered flexible energy source to realize the wearable electronics and sensors in ubiquitous wireless communication.

G2-6 Surface Modification of Ceramic Membranes for the Application of Water Treatment

수처리용 세라믹 분리막의 표면개질 기술 개발

이종만*, 하장훈, 송인혁. *재료연구소*

The pristine alumina membranes are usually susceptible to membrane fouling during water purification process. It is attributed mostly to the positively charged surface properties, which resulted from relatively high isoelectric point (IEP) of 9.4. For improving the fouling resistance of alumina membranes, we endeavored to control the surface properties using two different methods: organic and inorganic surface modifications.

For the organic modification, three representative organosilanes presenting neutral ($-CH_3$), positive ($-NH_2$), and negative ($-SO_3$) charges were allowed to graft onto alumina membranes. In the membrane filtration test using humic acid, the neutral and negatively charged membranes maintained higher flux patterns. Notably, the negatively charged membranes achieved the most remarkable flux behavior during entire fouling procedure. This result is primarily ascribed to the electrostatic repulsion force between the organosilane-grafted membranes and negatively charged humic acid (IEP: 4.7).

For the inorganic modification, the alumina membranes were modified using a SiO_2 sol-gel process to mitigate membrane fouling. Due to low isoelectric points, SiO_2-coated membranes have a strong negative surface charge (−130 mV at pH 6.5), which results in the electrostatic repulsion forces against humic acid. The membranes with higher TEOS concentrations exhibited higher flux levels during membrane fouling procedures.

Thus, the respective surface modifications with organosilane and amorphous SiO_2 could successfully produce the negatively charged membranes. These surface-modified membranes would prevent the serious humic acid adsorption via electrostatic repulsion and enhance the fouling resistance of alumina membranes.

G2-7 Exceptionally Eenhanced Electrode Activity of $(Pr,Ce)O_{2-\delta}$-based Cathodes for Thin-film Solid Oxide Fuel Cells

박막 고체산화물연료전지용 $(Pr,Ce)O_{2-\delta}$ 기반 공기극의 향상된 전극 활성

서한길*, 최윤석, 정우철. *한국과학기술원*

We show that an electrochemically-driven oxide overcoating substantially improves the performance of metal electrodes in high-temperature electrochemical applications. As a case study, we overcoate Pt thin films with $(Pr,Ce)O_{2-d}$(PCO) by means of cathodic electrochemical deposition process that produced nanostructured oxide layers with a high specific surface area and uniform metal coverage and then examine the coated films as an O_2-electrode for thin-film-based solid oxide fuel cells. The resulting structures were examined by SEM, XRD and ICP-MS. The electrode activity of symmetric cells (cathode|electrolyte|cathode) was analyzed by the AC impedance spectroscopy (ACIS) measurements. The combination of excellent conductivity, reactivity and durability of PCO dramatically improves the oxygen reduction reaction rate while maintaining the nanoscale architecture of PCO layers and thus the performance of the PCO-coated Pt thin-film electrodes at high temperatures. As a result, with an oxide coating step lasting only five minutes, we successfully reduced the electrode resistance by more than 1000 times at 500°C in air. These observations provide a new direction for the design of high-performance electrodes for high-temperature electrochemical cells.

G2-8 Electrochemical Performance of Amorphous Carbon Coated α-Fe_2O_3/expanded Graphite Composite as Anode Active Materials for Lithium Ion Batteries

리튬이온전지용 비정질 탄소 코팅 α-Fe_2O_3/팽창흑연 복합체 음극 활물질의 전기화학적 성능평가

박윤태*, 이기태. *전북대학교*

Natural graphite (NG) has been attracted as a promising anode material for lithium ion batteries due to its appropriate charge/discharge profile, high reversible capacity, and low cost. Despite its low-cost advantage, the material cost should be reduced further in order to be used for electric vehicles and energy storage systems.

Hematite (α-Fe_2O_3) is thermodynamically stable under ambient conditions and shows significantly high theoretical capacity (1007 mAh/g) as an anode material for lithium ion batteries. Hematite is capable of insertion/de-insertion more than 6 Li^+ per formula unit leading to a significantly larger reversible capacity than graphite. However, the hematite suffers from critical capacity degradation and deprived rate capability due to the volume change.

In the present work, two effective strategies have been used to restrain these issues: (1) Hematite nanoparticles were mostly located in the interspace of the expanded graphite (EG) layer. (2) Hematite and EG composite (EG-Fe) powders were coated with amorphous carbon. The EG powder shows better reversible capacity and cycle retention than spherical natural graphite. Moreover, the EG-Fe

powder exhibited much higher reversible capacity than the EG powder. However, the cyclability and the first cycle retention of the EG-Fe powders were poorer than the EG powder. Consequently, the electrochemical performance of the EG-Fe powder improved significantly after coating amorphous carbon.

G2-9 High Performance Triboelectric Nanogenerators using Composite of Ferroelectric and High Dielectric Materials

강유전및 고유전율 복합재료를 이용한 고출력 마찰전기 발전 연구

정재환*, 승완철, 윤홍준. *성균관대학교*

Low output current represents a critical challenge that has interrupted the use of triboelectric nanogenerators (TNGs) in a wide range of applications as sustainable power sources. Many approaches (e.g., operation at high frequency, parallel stacks of individual devices, and hybridization with other energy harvesters) remain limited in solving the challenge of low output current from TNGs. Here, a nanocomposite material system having a superior surface charge density as a triboelectric active material is reported. The nanocomposite material consists of a high dielectric ceramic material, barium titanate, showing great charge-trapping capability, together with a ferroelectric copolymer matrix, Poly(vinylidenefluoride-co-trifluoroethylene) (P(VDF-TrFE)), with electrically manipulated polarization with strong triboelectric charge transfer characteristics. Based on a contact potential difference study showing that poled P(VDF-TrFE) has 18 times higher charge attracting properties, a fraction between two components is optimized. Boosting power-generating performance is achieved for 1130 V of output voltage and 1.5 mA of output current with this ferroelectric composite-based TNG, under 6 kgf of pushing force at 5 Hz. An enormously faster charging property than traditional polymer film-based TNGs is demonstrated in this study. Finally, the charging of a self-powering smartwatch with a charging management circuit system with no external power sources is demonstrated successfully.

G2-10 Characterization of $MgMnO_{3-\delta}$ as Oxygen Carrier Material for Chemical Looping Combustion

매체순환연소용 $MgMnO_{3-\delta}$ 산소전달물질의 특성 연구

황종하[1*], 이기태[2]. [1]*(주)코셀*, [2]*전북대학교*

CO_2 has been designated to have the highest contribution for global warming due to a large amount of emissions. Chemical looping combustion (CLC) is attracting attention as a promising technology for carbon capture and storage (CCS). Since CLC does not require a CO_2 separation device, it is more efficient than the conventional integrated gasification combined cycle (IGCC). In a chemical looping combustor, the oxygen carrier is an important material for supplying oxygen required for the reaction and transferring heat.

In this study, $MgMnO_{3-\delta}$, which has a defect cubic spinel structure rather than a perovskite structure, is proposed as an oxygen carrier material. $MgMnO_{3-\delta}$ can be synthesized easily from inexpensive precursors such as MgO and Mn_2O_3. Since MgO and MnO easily form a complete solid solution, a single-phase redox reaction from (Mg,Mn)O to $MgMnO_{3-\delta}$ accompanied by a relatively high oxygen transfer capacity can occur reversibly unlike $MgMn_2O_4$ or $MnMg_2O_4$ with normal spinel structure. From this perspective, the phase analysis, redox mechanism, stability, and oxygen transfer properties of $MgMnO_{3-\delta}$ as a cost-effective oxygen carrier material for CLC were systemically investigated in this study.

S21-1 Enhancing Long-Term Stability of Stabilized Bismuth Oxides via Physicochemical Manipulation

물리화학적 조작을 통한 안정화 비스무스 산화물의 장기안정성 개선 연구

Byung-Hyun Yun[1*], SeungJin Jung[2], Incheol Jung[1], Chan-Woo Lee[3], WooChul Jung[2], and Kang Taek Lee[1]. [1]*DGIST,* [2]*KAIST,* [3]*KIER*

At 600°C, the Er_2O_3-stabilized Bi_2O_3 (ESB) exhibits a superior oxygen ion conductivity (~0.14 $S \cdot cm^{-1}$). However, there is significant conductivity decay due to a cubic-to-rhombohedral phase transformation over time. Thus, to enhance the kinetic stability of ESB, we developed a novel double-doped bismuth oxide through additional quadrivalent doping in ESB. Surprisingly, 1 mol.% of Hf-doped ESB showed no conductivity degradation without a phase transition for 1200 h at 600°C, while the conductivity of pure ESB drops to significantly (≈ 5% of initial σ) within 200 h. When the diffusion coefficient of Bi^{3+} in the cation sublattice of ESB was measured using the Boltzmann-Matano method, Hf doping greatly reduced the diffusion coefficient by ~53% compared to pure ESB. This result suggests that the control of the cation interdiffusion coefficient is the key to suppression of phase transformation kinetics of the stabilized bismuth oxide, thus enhancing the long-term stability of its conductivity. Because cation diffusion coefficient can be controlled by microstructure as well, we further investigated the effect of grain boundary on long-term stability with epitaxial (single crystalline) and columnar (polycrystalline) ESB thin film samples. In this presentation we will report our recent progress on enhancing stability of the stabilized bismuth oxides via physicochemical manipulation.

S21-2 Study on Thin-film Electrolyte Development for Anode-supported SOFC Operating at Intermediate-low Temperature

연료극 지지형 고체산화물 연료전지의 중저온 작동을 위한 박막 전해질 공정에 관한 연구

강성민[1*], 김유성[2], 배중면[1]. [1]*KAIST,* [2]*서울대학교*

보다 낮은 온도에서의 작동에 관한 연구는 최근 10여년간 고체산화물 연료전지(SOFC) 분야에서 가장 관심 받는 연구 분야 중 하나이다. SOFC의 작동 온도를 낮추기 위한 방법은 크게 2가지로 나뉘는데, 첫 번째로는 보다 낮은 온도에서도 충분한 수준의 이온전도도를 갖는 전해질 소재를 개발하는 것이다. $La_{0.9}Sr_{0.1}Ga_{0.8}Mg_{0.2}O_{3-\delta}$ (LSGM), Bismuth oxides 계열 전해질 혹은 몇몇 수소이온 전도성 전해질이 대표적인 물질들이나, 전극과의 화학적 안정성 혹은 전극 계면의 촉매 활성도 등의 문제로 이를 활용한 중저온 SOFC는 상용화 단계에 이르지 못하고 있다. 두 번째 방법은 전해질의 두께를 비약적으로 얇게 제작하여 이온 전도 길이를 극한으로 줄이는 것이다. 중저온에서 전해질의 이온전도도는 exponential하게 감소하지만, sub-micron 스케일의 전해질은 낮은 온도에서도 이온 전도 저항을 충분히 낮은 수준으로 유지할 수 있기 때문에 박막 전해질을 이용한 SOFC는 중저온 작동이 가능하다. 본 연구에서는 대면적화 가능한 공정인 Sputtering과 Sol-Gel coating을 이용하여 박막 전해질을 제작하고, 이를 연료극 지지형 SOFC의 플랫폼에 적용하여 단전지를 제작하였다. 단전지의 전기화학적 성능을 측정 및 분석하였고, morphology를 분석하여 박막 제작 공정에 따른 특성을 비교하였다.

S21-3 A Study on Redox Reaction Kinetics of Ni-YSZ Anode for Solid Oxide Fuel Cells

고체산화물 연료전지용 Ni-YSZ 연료극 소재의 레독스 반응속도에 관한 연구

박재우*, 박윤태, 이기태. *전북대학교*

Solid oxide fuel cells (SOFCs) operating at high temperatures have the disadvantage of poor durability. So many researchers are studying on lowering the operating temperature. An anode-supported cell (ASC) was designed for low operating temperatures and high performance. Nickel-yttria stabilized zirconia (Ni-YSZ) cermet has been used as an anode material for SOFCs for more than 20 years. Although Ni-YSZ has various advantages such as high catalytic activity and high electrical conductivity, it has the problem of redox instability. Redox cycles can be caused by system startup and shutdown, sudden interruption of fuel supply and sealing problems such as leaks. In the oxidation process, the phase change from Ni to NiO is accompanied by a volume expansion of 69% resulting in internal cracks and consequent destruction of the cell.

In this study, the redox reaction kinetics of Ni-YSZ cermet according to various temperature conditions has been studied. The conversion ratio of Ni-YSZ was obtained based on thermo-gravimetric analysis (TGA). To investigate both oxidation and reduction reaction mechanisms, the Johnson-Mehl-Avrami (JMA) kinetics model was applied and the relationship between reaction time and conversion ratio was obtained by curve fitting simulation.

S21-4 Improved Performance of Metal-decorated SOFC Anode via Atomic Layer Deposition

원자층 증착 기법을 통한 금속 나노입자 안정화 및 SOFC 연료극 성능 향상

서종수[1]*, Nikolai[1], 김정환[2], 지상훈[3], 정우철[1]. *[1]KAIST, [2]재료연구소, [3]한국건설기술연구원*

Highly active metal nanoparticles (NPs) are desired to serve for high-temperature electrocatalysis, such as solid oxide fuel cells (SOFCs). However, the insufficient thermal and chemical stability of metal NPs are a grand challenge in ensuring the durability of metal-decorated electrodes. It is thus necessary to effectively suppress the sintering of the metal NPs distributed on the electrode surface at high operating temperatures (> 500ºC).

Here, we address this issue with oxide surface treatment *via* atomic layer deposition (ALD). Porous $La_{0.75}Sr_{0.25}Cr_{0.5}Mn_{0.5}O_3$(LSCM) electrodes are fabricated by screen print, and then Pt NPs are impregnated on the surface of electrodes. To improve the thermal and chemical stability of NPs, thin layers of HfO_2 and Al_2O_3 are uniformly coated on the Pt-decorated electrodes *via* ALD. We observe that the ALD-treated electrodes with Pt NPs remarkably improve both electrochemical activity and long-term (50 h) stability at 650ºC, as evidenced by AC impedance analysis. The implications for the use of ALD for the development of high-performance electrodes will be discussed.

S21-5 Proton Conducting Electrolyte with Improved Proton Conductivity and Chemical Stability

수소 이온 전도도 및 화학 안정성이 향상된 고체 산화물 연료전지 전해질용 수소이온 전도체

김혜성*,배형빈,정성윤. *KAIST*

In many ion-conducting polycrystalline oxides, grain boundaries are generally accepted as rate-limiting obstacles to rapid ionic diffusion, often resulting in overall sluggish transport. Consequently, based on a precise understanding of the structural and compositional features at grain boundaries, systematic control of the polycrystalline micro-structure is a key factor to achieve better ionic conduction performance. In this study, we clarify that a nanometer-thick amorphous phase at most grain boundaries in proton-conducting $BaCeO_3$ polycrystals is responsible for substantial retardation of proton migration and moreover is very reactive with water and carbon dioxide gas. By a combination of atomic-scale chemical analysis and physical imaging, we demonstrate that highly densified $BaCeO_3$ polycrystals free of a grain-boundary amorphous phase can be easily fabricated by a conventional ceramic process and show sufficiently high proton conductivity together with significantly improved chemical stability. These findings emphasize the value of direct identification of intergranular phases and subsequent manipulation of their distribution in ion-conducting oxide polycrystals.

S21-6 High Performance from Thin Film Protonic Ceramic Fuel Cells

박막기반 고성능 프로톤 전도성 세라믹 연료전지 개발

최형종[1]*, 최현락[1], 한권덕[1], 김동환[1], 윤성원[1], 배기호[1], 이종호[2], 심준형[1]. *[1]고려대학교, [2]한국과학기술연구원*

Thin film based electrolytes are of interest because they minimize the energy loss due to ion conduction and can lower the operating temperature of ceramic fuel cells. Protonic ceramics have great potential as high performance electrolytes due to their low activation energy for proton conduction with high mobility. However, the poor sinterability and mechanical instability of the protonic ceramics hinders its application to thin film electrolytes. Though there have been some advances in the fabrication of thin film protonic ceramics using physical vapor deposition, the development of non-vacuum and cost effective thin film processes is still required for the production of thin film protonic ceramic electrolytes.

In this study, we propose a slurry spin coating method as a tool for fabricating thin film for high performance protonic ceramic fuel cell (PCFC). By precisely controlling the spin coating conditions, the thickness of PCFC electrolyte (BZCYYb) was successfully minimized. The I-V and EIS results show that the thin film PCFC exhibits improved power density due to reduced ohmic losses. In addition to the detailed fabrication process of thin film PCFCs using slurry spin coating, strategies for improving the electrochemical performance of thin film PCFCs including the introduction of a cathode functional layer will be presented in this session.

S21-7 Hybrid-solid Oxide Electrolysis Cell: Highly Efficient Hydrogen Production Using Mixed-ion (H^+/O^{2-}) Conducting Oxide

하이브리드 고체산화물 전해 셀: 혼합 이온 전도성 전해질을 사용한 고효율 수소 생산

김준영*, 김건태. *UNIST*

Recently, the hydrogen has been focused as a next generation energy carrier because it is a versatile, clean, efficient fuel, and the most abundant element in the universe. High purity hydrogen, however, has

been produced by various hydrocarbon through an expensive external reformation, inducing high pollutant emissions. In this regard, solid oxide electrolysis (SOEC) has been considered as the alternatives, being able to be cost-effective, environmentally friendly, and highly efficient for the hydrogen production. SOEC was classified into oxygen ion conducting SOEC and proton conducting SOEC according to the electrolyte material. Herein, the novel concept of SOEC based on a mixed-ion conductor is introduced with the excellent electrochemical performance for the effective hydrogen production by expanding the water electrolysis active site.

S22-1 NiO-based Inorganic Hole-extraction Layers for Perovskite Solar Cells

김진영*. *서울대학교*

Perovskite solar cells based on the organometal halides (*e.g.* methylammonium lead iodide; $MAPbI_3$) have been investigated very intensively owing to their skyrocketing conversion efficiencies. The perovskite solar cells can be classified either as a n-i-p type or as a p-i-n type depending on the direction of charge collection. Among them, the p-i-n type devices especially with a planar structure have advantages such as simple and low-temperature processes compatible with flexible substrates, negligible hysteresis effect, and potential tandem configuration with other highly efficient inorganic solar cells. However, the p-i-n type planar devices have issues of lower conversion efficiency compared with the n-i-p type counterparts and poor stability resulting from the use of organic hole-extraction layers. In this study, we successfully demonstrate highly efficient p-i-n type planar perovskite solar cells with inorganic NiO-based hole-extraction layer. Factors that govern the solar cell performance of the NiO-based perovskite solar cells have been investigated systematically, especially regarding their influences on the fill factor. It has been found that the conductivity of the hole-extraction layer and its physical/electrical contact with the perovskite layer are very important for the device performance. It has been also found that the long-term stability of the perovskite solar cells has been significantly enhanced by replacing the conventional organic PEDOT:PSS layer with the inorganic hole-extraction layer. As a result, the best NiO-based device exhibits a high conversion efficiency of ~ 20% with no hysteresis effect, which is the best efficiency among the p-i-n type planar devices.

S22-2 Oxide-Halide Heterojunction for Perovskite Solar Cells

노준홍[1,2*]. [1] *고려대학교*, [2] *한국화학연구원*

Inorganic-organic hybrid halide materials such as methylammonium lead iodide ($MAPbI_3$) or formamidinium lead iodide ($FAPbI_3$) have attracted many attentions in recent as an innovative photovoltaic semiconductor for the future photovoltaic systems which require low-cost fabrication process and high power conversion efficiency (PCE). The perovskite solar cells (PSCs) basically consist of two heterojunctions such as n-type semiconductor/hybrid halide perovskite and the halide/p-type semiconductor. In the heterojunctions, the n/p-type layers contacted with the perovskite layer play key roles in photovoltaic performance for PSCs with regard to electron/hole transporting and hole/electron blocking between perovskite and conducting anode/cathode as well as light passing from transparent electrode into perovskite layer. In addition, the n/p-type materials strongly influence the photo, thermal, and chemical stability of PSCs. In this point of view, it is notable that oxide semiconductors with wide band gap such as TiO_2, SnO_2, NiO have been used the n/p-type materials in PSCs. Although TiO_2 has been usually used as an n-type oxide semiconductor in oxide-halide heterojunction, alternative to TiO_2 is required for enhancement of photovoltaic performance and stability for PSCs. In this talk, design of the heterojunction between oxide and halide layers will be discussed for further improvement of PCE in HPSCs.

S22-3 Low-Temperature Synthesis of Inorganic Electron Extraction Layers for Perovskite Solar Cells

고민재*. *한양대학교*

Organic-inorganic hybrid perovskite semiconductors have emerged as promising next-generation photoactive materials for solar cell applications because of their unique properties such as low energy bandgaps (~ 1.6 eV), high extinction coefficients, long exciton diffusion lengths, and low exciton binding energies. They are solution processable at low temperatures, which means that the associated solar cells can be printed on plastic substrate. Over the past few years, we have developed several facile methods for the fabrication of efficient flexible solar cells on plastic substrates. In this talk, several starategies to address these issues will be introduced.

S22-4 Recent Progress and Challenges of Pb-free Perovskite: Materials to Device Structure

송명관*. *재료연구소*

Lead-containing halide perovskite solar cells have attracted much attention recently because of their high-efficiency and low-cost. Despite its superior properties, the toxicity of lead and the instability of this lead-based perovskite under ambient air could be obstacles for future commercialization. Therefore, a key scientific challenge is to replace the lead in the perovskite crystal with a less toxic and a more stable. Beyond the Sn element, bismuth is chemically similar but more environmentally friendly. Furthermore, bismuth based perovskite materials have high optical absorption, and better chemical stability under ambient atmosphere than the lead based perovskite, which are suitable for solar cell application. The Pb-free perovskite materials reported on structural and optical properties of this material, but the results on solar cell performance were so far rather poor. Here, we will present on the synthesis, optical properties and high-efficiency with Pb-free perovskite solar cells.

S22-5 Operando Observation of Oxygen Migration in a n-i-p Type Organometal Halide Perovskite Solar Cell under *In-Situ* Electrical Biasing

전기장하에서 n-i-p 구조 페로브스카이내의 산소 이동의 in-situ 측정

신병하*. *KAIST*

Using *in-situ* electrical biasing transmission electron microscopy, we examined structural and chemical modification to p-i-n type methylammonium lead triiodide ($MAPbI_3$) solar cells with a TiO_2 electron transporting layer caused by electrical bias in the absence of other stimuli known to affect the physical integrity of $MAPbI_3$ such as moisture, oxygen, light, and thermal stress. Electron energy loss

spectroscopy measurements revealed that oxygen ions were released from the TiO_2 and migrated into the $MAPbI_3$ under forward bias. The injection of oxygen was accompanied by significant structural transformation; a single crystalline $MAPbI_3$ grain became amorphous with the appearance of PbI_2. Withdrawal of oxygen back to the TiO_2, and some restoration of the crystallinity of the $MAPbI_3$ was observed after the storage in dark under no bias. A subsequent application of reverse bias further removed more oxygen ions from the $MAPbI_3$. Light current-voltage measurements of perovskite solar cells exhibited poorer performance after elongated forward biasing; recovery of the performance, though not complete, was achieved by subsequently applying negative bias. These results indicate negative impacts on the device performance caused by the oxygen migration to the $MAPbI_3$ under forward bias. Our study identified a new degradation mechanism intrinsic to p-i-n $MAPbI_3$ devices with TiO_2.

S23-1 Hierarchical Nanostructured Transition Metal Oxides for Secondary Lithium-Ion Batteries

위계성 나노구조를 갖는 전이금속 산화물 기반 리튬-이온 이차전지

서정길*. *명지대학교*

Lithium-ion batteries (LIBs) have already dominated the portable electronic market and expanding their territory into large scale electric energy storage applications such as in electric vehicles and renewables power stations. With rapidly increasing demands for improved energy storage devices, the development of LIBs with high power density and excellent cycling stability has become a critical issue. To meet these urgent demands, intensive efforts have been devoted to search for new superior electrode materials such as transition metal oxides due to its high theoretical capacity (~700 mAh/g), long cycle life and high rate performances. Here we report electrochemical performance of TMO (MO/AM_2O_4 – A or M is Cu, Ni, Co, Zn or Mg) as anode material for LIBs. All the materials are synthesized by chemical route followed by annealing. Hierarchical architecture can provide numerous accessible electroactive sites for redox reactions, shorten the diffusion distance of Li-ion during reaction, and accommodate volume expansion during cycling. Furthermore, present easy and cost-effective synthesis approach can be generalized to grow other metal oxides nanostructures for high energy storage applications.

S23-2 Synthesis and Electrochemical Properties of Niobium Oxide Based Cluster Microspheres as Lithium Storage Materials

니오븀산화물 기반 복합 나노구조소재의 합성 및 전기화학적 특성

김재헌*, 김경배. *국민대학교*

In recent years, electrochemical energy storage devices have attracted great attention with rapid growth of their applications such as portable electronic devices, electric vehicles, and large-scale energy storage systems. Among various devices, lithium-ion based systems such as lithium batteries and hybrid supercapacitors practically still dominate current global markets. To meet the demand for both high energy density and high power, the electrode materials should be carefully designed. In this study, we exhibit the efficient microstructure through different nanomaterial interconnection. By adopting bottom-up self-assembly process via a one-pot solvothermal method, microspheres were synthesized, where a few tens nanometer scaled Nb_2O_5 particles were connected by incorporating Ge-GeO_2 material. Electrochemical test demonstrated that the Nb_2O_5-Ge/GeO_2 microsphere electrode showed a reversible specific capacity of more than 600 mAh g^{-1}, stable capacity retention up to 1000 cycles, and excellent rate performance.

S23-3 Design and Synthesis of Hollow Nanocomposite Materials as an Anode for Sodium Secondary Batteries

중공 나노 복합구조체 합성 및 이차전지 음극소재 적용

조중상*. *충북대학교*

최근 에너지 저장, 가스 센서, 촉매, 바이오, 제약 등의 여러 분야에서 다양한 형태 및 조성을 갖는 나노구조체가 연구되고 있다. 이 중, 최근 차세대 에너지 저장장치 개발에 대한 요구와 관심이 증대됨에 따라 저가의 매장량이 풍부한 소듐 사용이 전지 분야의 새로운 화두로 제시되고 있지만 기존 리튬 전지에 비해 큰 이온직경 및 분자량을 갖는 소듐은 전지로 적용 시 여러 문제점을 야기한다. 소듐 이온의 느린 확산속도로 인한 저 출력 현상 및 큰 직경을 갖는 소듐 이온의 반복적인 삽입과 탈리로 인한 전극 내 생성된 응력은 음극활물질의 붕괴 및 극판과의 박리를 야기, 결국 전지 수명을 단축시킨다. 따라서, 충방전 시 전극 물질의 부피팽창을 효과적으로 완화, 또는 억제시키기 위해 음극활물질의 형태적 관점에서 다양한 연구가 진행 중이다. 본연구에서는 다양한 합성기전의 분무열분해 공정 및 전기방사 공정으로의 적용을 통해 중공 나노구조체의 형태 및 특성을 제어했으며 소듐 이차전지의 음극 활물질로 적용, 전기화학적 특성을 분석했다.

S23-4 Different Aspects of Poor Initial Coulombic Efficiency of SiO for High Energy Lithium Ion Battery

고용량 음극 실리콘 산화물의 초기 비효율에 대한 이해

강병우*. *포항공과대학교*

Recently, use of Li ion batteries has been extended to large-scale applications such as electrical vehicles and energy storage systems that require high energy density of the cell. To achieve high energy density of the cell, many efforts have gone to negative electrode materials due to a limited capacity of a cathode materials. Especially, silicon has got attention as a promising anode material because it has high capacity ($Li_{22}Si_5$, ~4200 mAh g^{-1}) and a low operating voltage, ~ 0.2 V. However, Si severely suffers from the very large volumetric change during charge/discharge, ~ 300 ~ 400% leading to very poor capacity retention. To mitigate this severe problem, several strategies have been proposed. Among them, the use of silicon monoxide (SiOx, x~1) can be very promising. However, SiOx has poor initial coulombic efficiency because reactive oxides in SiOx consume large amount of lithium at 1st discharge process.

In this talk, I will discuss about the origin of poor ICE and then talk about the way to improve poor ICE by controlling its microstructure.

S24-1 Exploring High Performance Thermoelectric Materials and Devices through Computational Sciences

전산과학을 통한 고성능 열전소재 및 열전소자 탐색

류병기*, 정재환, 이재기, 박성진, 박종호, 김현, 장정인, 이지은, 김봉서, 박수동. *한국전기연구원*

열전현상은 열을 전기로, 전기를 열로 직접변환 가능한 현상이다. 온도차를 바로 전기에너지로 바꿀 수 있기 때문에 폐열회수 등 에너지 고효율화 기술로 각광받고 있다. 그러나 열전소재의 낮은 zT

와 성능, 열전소자의 계면전기/열 저항등으로 산업화하기에는 아쉬운 에너지 변환 효율을 보이고 있다.

본 발표에서는 열전 시스템의 효율을 향상시키기 위한 열전소재와 열전소자 탐색/설계기술을 한국전기연구원 연구 결과와 함께 소개하고자 한다. 먼저 열전소재를 이해하기 위한 원자레벨에서의 고체물리 이론과 제일원리 접근을 소개한다. 나노스케일 양자전산모사 기법을 통한 (1) 밴드제어기술, (2) 최적 전하농도와 페르미 레벨 제어 기술, (3) 다상 소재에서의 바이폴라 수송 제어 기술을 논할 예정이다. 또한, 열전소자의 성능을 정확하게 기술할 수 있는 편미방 방정식 수치해석에 기반을 둔 열전 효율 연산법을 소개한다. 매크로스케일 전산모사를 통하여 segmented/graded (4) 소자를 설계/분석하는 기술을 논할 예정이다.

S24-2 Design of Multiple Defect Structures in Polycrystalline $(Bi,Sb)_2Te_3$ Alloys for Low Thermal Conductivity

열전도도 저감을 위한 다결정 $(Bi,Sb)_2Te_3$ 소재의 다중 결함구조 디자인

김상일*. *서울시립대학교*

Many studies have showed that defect structure in $(Bi,Sb)_2Te_3$ alloys can reduced lattice thermal conductivity k_{latt} effectively, including point defects (0 dimension, 0D), dislocations (1D), grain boundaries (2D), or nano-sized inclusions (3D). However, there is little report on estimating k_{latt} quantitatively at designed defect density or on providing comprehensive prospective of multiple defect structures in minimizing k_{latt} of $(Bi,Sb)_2Te_3$ alloys. Here, we analyzed the experimental k_{latt} of $(Bi,Sb)_2Te_3$ alloys with the aforementioned defect structures by using Debye-Callaway model, and estimated the k_{latt} at different defect densities providing design rule for each defect structure in reducing k_{latt}. Furthermore, the influence of multiple defect structure was evaluated based on the analysis on individual defect structure, providing comprehensive prospective in minimizing k_{latt} based on different frequency-dependency of phonon scattering by different defects. Therefore, this work provides the optimal design of multi-defect structure for high-performance $(Bi,Sb)_2Te_3$ alloys. With the suggested optimal multiple defect structure with grain boundaries, dislocations and nanoinclusions, the very low k_{latt} of ~0.24 W/mK is anticipated, and zT as high as ~2.5 can be achievable near room temperature with a typical power factor of $(Bi,Sb)_2Te_3$ alloys.

S24-3 Solution-based Synthesis of 2D Heterostructured Nanoplates and their Thermoelectric Properties

용액기반 2차원의 이종나노플레이트 합성 및 이의 열전특성

민유호*, 한병동, 최종진, 안철우, 김종우, 황건태, 윤운하. *재료연구소*

Heterostructured 2D bismuth chalcogenides have been produced using consecutive epitaxial growth of Bi_2Te_3 and Bi_2Se_3, starting from Bi_2Se_3 nanoplates and grown up to multishell Bi_2Se_3@Bi_2Te_3 @Bi_2Se_3@Bi_2Te_3 nanoplates. The lateral dimensions and the relative core and shell widths of the heterostructure can be controlled by adjusting the molar ratios of the precursors added to the seed nanoplate solution. The core-shell nanoplates allowed homogeneous distribution of Bi_2Se_3 nanoplates in a Bi_2Te_3 matrix after sintering process. The maximum thermoelectric figure of merit (ZT) was found to be ~0.71 at 450 K for the bulk pellet of Bi_2Se_3@Bi_2Te_3 core-shell nanoplates with an atomic ratio of $[Bi_2Se_3]$:$[Bi_2Te_3]$ = 1:4. The improved ZT compared from that of bulk pellet of pure Bi_2Te_3 nanoplates is due to a simultaneous improvement in electronic and thermal transport properties.

S24-4 Impurity-free, Mechanical Doping for the Reproducible Fabrication of the Reliable *n*-type Bi_2Te_3-based Thermoelectric alloys

불순물없이 n형 열전소재 도핑기술

백승협*. *한국과학기술연구원*

Precise control of carrier density is essential to synthesize high-performance thermoelectric materials. Doping by impurities is often frustrated in *n*-type Bi_2Te_3 alloys by incomplete activation, bipolar doping, the formation of secondary phases, and prevailing intrinsic point defects such as vacancies. This weakens the reproducibility of synthesis processes and reduces the long-term reliability of material's performance, hence aging. Here, we explore an impurity-free doping technique to synthesize *n*-type bismuth tellurium selenides, combining a cold deformation and a hot extrusion. The cold deformation enables controlling the electron density in the range of $\sim 10^{19}/cm^3$ via the formation of intrinsic point defects, and the hot extrusion allows texturing the microstructure to enhance the electrical conductivity, hence a large power factor of $> 5 \times 10^{-3}$ $W\text{-}m^{-1}\text{-}K^{-2}$. We confirm that our process is very reproducible, and the properties of the samples are stable without aging even after thermal stresses. Using this method, we can decouple the relationship between bandgap, carrier density, and composition to improve the high-temperature thermoelectric property. Moreover, we demonstrate the fabrication of high-performance thermoelectric materials from low-graded, raw materials by modifying the degree of the mechanical deformation to reach an optimum carrier density. Our work provides a promising approach to synthesizing *n*-type thermoelectric materials in the reproducible and adaptable way.

S24-5 Research Status of Bi-Te based Thermoelectric Nanocomposites using Carbon Nanomaterials

탄소나노소재를 이용한 Bi-Te기지 열전나노복합재료 연구 현황

김경태*. *재료연구소*

In this talk, thermoelectrtic (TE) nanocomposites including carbon nanomaterials such as nanodiamond (ND) for p-type and carbon nanotube (CNT) for n-type are introduced, respectively. That is, the researchers at KIMS utilized ND particles and CNTs as nano-sized dispersion agents in order to improve zT values of bismuth telluride (Bi_2Te_3) based alloys, by producing affirmative extrinsic interfaces. The pre-requisites for synthesizing sound TE nanocomposites is to homogeneously disperse ND particles and CNTs in the Bi_2Te_3 matrix. As a solution of homogeneous mixing, composite powders whereby CNTs or NDs are well mixed are firstly synthesized at KIMS and then they are consolidated into bulk form by solid-state sintering method. Since artificially embedded-NDs or CNTs result in distortion of matrix lattice, it is expected that lattice phonon scattering has been actively generated at the newly formed ND/p-$(Bi,Sb)_2Te_3$ and CNT/n-Bi_2Te_3 interface when those nanomaterials are homogenously dispersed in the TE matrix. Furthermore, the newly formed extrinsic interfaces can generate atomistic defect region such as vacancies and anti-site defects between matrix and carbonic nanomaterials. Thus, it

is observed that the CNT/BT interfaces mainly reduce lattice thermal conductivity (κ) and ND/p-BST interfaces make defect-clustered zones which result in low thermal conductivity (κ) without deteriorating electrical properties ($S^2\sigma$) compared to those of CNM-free BT alloys. From the results of these, it is confirmed that the extrinsically formed interfaces caused by carbon nanomaterials play an important role to improve thermoelectric performance (zT) of the bismuth telluride based materials.

S24-6 Process Parameter Dependence of Anisotropy in an *n*-type Cu doped Bi_2Te_3 Thermoelectric Thin Films

제조 공정변화가 Cu 첨가된 *n*형 Bi_2Te_3 열전박막의 이방성에 미치는 영향

최순목[1*], 배상현[1], 김일호[2], 서원선[3], 신원호[3], 양승호[4], 노윤현[5]. *[1]한국기술교육대학교, [2]한국교통대학교, [3]한국세라믹기술원, [4]희성금속, [5](주)블루시스*

N-형 Bi_2Te_3계 열전소재 물성 편차의 주요원인으로 생각되는 점 결함 (point defects, V_{Te}^{2-}, V_{Se}^{2-})들을 제어하기 위한 Cu 첨가제의 효과에 대해 연구가 보고되고 있다. Cu 첨가량 변화와 제조공정 변화가 Bi_2Te_3계 열전박막의 미세구조 이방성에 미치는 영향과 열전특성에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 박막 공정의 경우, DC/RF sputter를 이용하여 Cu와 Bi_2Te_3를 co-sputttering 방법으로 증착 하였으며, Ar 분위기에서 증착 온도 변화 및 후열처리 실험을 실시하였다. 이후에 Bi_2Te_3 박막에 도핑된 Cu의 함량 조절 실험과 다층 박막제조 공정 실험도 병행하였다. 위의 결과를 bulk 실험과 비교하여 박막 특성과 bulk 특성의 차이에 대하여 고찰하였다.

S24-7 Rapid Solidification Process for the Fabrication of High-performance Thermoelectric Materials

급속응고 공정에 의한 고성능 열전소재 제조

이규형[1*], 김성웅[2]. *[1]연세대학교, [2]성균관대학교*

열전소재의 성능 증대를 위해서는 소재가 포함하고 있는 다양한 다차원-다중 결함구조를 제어하는 것이 중요한 요소이다. 본 연구에서는 급속응고공정을 이용하여 제조한 Skutterudite계 및 Half-Heusler계 중고온 열전소재의 상 형성 및 결함구조 형성 거동을 규명하였고, 결함구조와 열전특성과의 상관관계를 실험적-이론적으로 고찰하였다. 또한 결함구조의 고온 안정성을 평가하여 개발 소재의 중고온 열전소재로의 응용특성을 확인하였다.

S24-8 Effect of Sintering Conditions on the Thermoelectric Properties for *n*-type $(Hf_{0.5}Zr_{0.5})_{0.7}Ti_{0.3}NiSn_{0.998}Sb_{0.002}$ Half-Heusler Compound

소결 조건에 따른 n-type $(Hf_{0.5}Zr_{0.5})_{0.7}Ti_{0.3}NiSn_{0.998}Sb_{0.002}$ Half-Heusler 화합물의 열전 특성 효과

Nguyen Van Du[1*], Nguyen Van Du[1], Jamil[1], 신원호[1], 서원선[1], 김명호[2], Soonil Lee[2]. *[1]한국세라믹기술원, [2]창원대학교*

In this study, the half-Heusler $(Hf_{0.5}Zr_{0.5})_{0.7}Ti_3NiSn_{0.998}Sb_{0.002}$ compounds were prepared by vacuum induction melting method combined with annealing and ball-milling process. The influence of spark plasma sintering (SPS) temperature (900, 1000, 1050, and 1100 ^oC) and time (10 minutes, 1 h, and 2 h) at pressure of 70 MPa was investigated in the compounds. The X-ray diffraction analysis revealed the half-Heusler structure and small amount of impurity phases in all samples. The calculated lattice parameter from XRD data of the samples revealed a slightly decrease with higher SPS temperature. In addition, the SPS temperature increase up to 1100^{o}C led to increase of density and grain size, which resulted in an increase of thermal conductivity and electrical conductivity. The electrical conductivity increased with measurement temperature showing nondegenerated semiconducting behavior with increasing carrier concentration. The Seebeck coefficients of the samples showed negative values indicating *n*-type semiconducting behavior, and no significant correlation with the sintering temperature and time. The power factor (PF) was evaluated from the measured data, and a significant variation of PF in SPS time and temperature dependence was obtained due to the electrical conductivity variation. With the examined conditions, the highest ZT value of 0.728 at 865 K was achieved with the sample SPSed at 1050^{o}C for 10 minutes.

S24-9 Synthesis and Thermoelectric Properties of $SrTiO_3$-RGO Composites

$SrTiO_3$-RGO 복합체의 합성 및 열전 특성

Jamil[1*], Woo Hyun Nam[1], Nguyen Van Du[1], Gul Rahman[2], Altaf Ur Rahman[2], Kyu Hyoung Lee[3], Won-Seon Seo[1], Weon Ho Shin[1], Myong Ho Kim[4], Soonil Lee[4]. *[1]Korea Institute of Ceramic Engineering & Technology, [2]Quaid-i-Azam University, [3]Yonsei University, [4]Changwon National University*

Point defects or doping in Strontium Titanium Oxide (STO) largely determine the thermoelectric (TE) properties. So far, very limited knowledge exists on the impact of Schottkey barrier on the TE performance. Herein, we report a drastic effect of Schottkey barrier on the TE performance in undoped STO which is used as a model material in this work. It demonstrates that incorporation of Reduced Graphene Oxide (RGO) into undoped STO weakens the Schottkey barrier and results in a simultaneous increase in both carrier concentration and mobility of undoped STO. The enhanced mobility exhibits single-crystal like behavior. This increase in the carrier concentration and mobility boost the electrical conductivity and power factor of undoped STO, which is attributed to the weakening of the Schottkey barrier height, presumably due to reduction of Sr-vacancy concentration, and the band alignment of STO and RGO which allows the charge transfer through the interface. Furthermore, the STO/RGO interface also enhanced the phonon scattering which results in low thermal conductivity. This strategy significantly increases the ratio of σ/κ that results in an enormously enhanced ZT as compared with undoped STO. This study opens a new window to optimize the TE properties of the candidate materials.

G3-1 The Effect of Content of Sintering Additive on Transparent Y_2O_3 Ceramics

투명 이트리아의 소결조제 첨가량의 영향

박영조[1*], 주린린, 김하늘, 고재웅, 김해두. *재료연구소*

이트리아(Y_2O_3)는 투명하게 소결할 경우 중적외선 윈도우, 신틸레이터, 레이저 발진자 등 다양한 응용이 가능한 세라믹이다. 이러한 투명 이트리아 소결의 요체는 기공률이 제로에 근접하는 진밀도를 달성하는 것인데, 가장 효과적인 방법은 소결조제를 첨가하는 것이다. 대표적인 소결조제는 +3가의 희토류 산화물과 +4가의 ZrO_2 등이 알려져 있다. 본 연구에서는 소결조제 무첨가 조성과 비교하여 +3가의 La_2O_3와 +4가의 ZrO_2를 첨가한 경우 투광성 및 미세구조에 미치는 영양을 분석하여 보고하고자 한다. 특히, ZrO_2의 첨가는 다

대한 효과를 미치는 것이 이미 알려져 있는데, 본 연구에서는 ZrO_2의 임계첨가량이 1 at.% 정도인 것을 투광성과 강도 측면에서 증명한 것을 발표할 예정이다. 또한, 대부분의 응용의 경우 소결한 이트리아의 열전도도가 높을수록 유리한데, 이를 위해서는 가능한 한 소결조제의 첨가량을 저감할 필요가 있다. 이러한 관점에서 임계치인 1 at.% 이하로 ZrO_2의 첨가량을 낮출 수 있는 소결방법에 대한 가능성을 탐색하였다.

G3-2 Fabrication and Characterization of Highly Transparent Y_2O_3 Ceramics by Hybrid Sintering: A Combination of Hot Pressing and a Subsequent HIP Treatment

하이브리드소결에 의한 투명 이트리아 제조

주린린*, 박영조, 김하늘, 고재웅, 김해두, 이재욱. *재료연구소*

We succeeded in the optimization of highly transparent Y_2O_3 ceramics with a submicrometer grain size approximately 0.6 μm by hot pressing (1300-1550°C) and a subsequent HIP (1450°C) treatment using commercial Y_2O_3 powders as starting powders and ZrO_2 as a sintering additive. The optimum microstructure for the HIP treatment was prepared by hot pressing at a temperature as low as 1400°C for 3 h with a relative density of 99.3%. The thus HIP-treated specimen showed the best transmittance (2 mm thick) ever reported of 83.4% and 78.3% at 1100 and 400 nm, respectively. Specifically, the transmittance using this hybrid sintering method improved substantially in the visible range compared to that of the counterpart using hot pressing only. A simulation of the transmittance based on the Beer-Lambert law and Mie scattering theory has proved that this improvement is mainly due to the elimination of nanopores below 15 nm in size.

G3-3 Effect of Starting Powder Characteristics on Sinterability and Optical Property of Y_2O_3 Ceramics

투명 이트리아 세라믹스의 소결성 및 광학적 특성에 미치는 출발 원료 분말 특성의 영향

오현명[1*], 박영조[2], 김하늘[2], 고재웅[2], 이현권[1]. [1]*금오공과대학교*, [2]*재료연구소*

민수 및 군수분야의 윈도우 소재로 개발되어 상용화 되고 있는 투명 이트리아 세라믹스는 높은 융점 때문에 고온에서의 부식 저항성 및 기계적 물성이 요구되는 레이저 발진부 등에서 그 수요가 증가하고 있다. 본 연구에서는 이트리아 출발 분말의 1차입자 크기 및 비표면적, 밀도 등의 특성에 따른 이트리아 세라믹스의 광학적 특성을 평가하였다. 투명 이트리아 소결체 제조를 위해 핫프레스 소결을 1500~1600도 및 40~60 MPa 조건에서 탐색하였으며 이후 어닐링을 실시하여 가시광영역에서 약 80% 이상의 투광도 값을 갖는 소결체를 제작하였다. 원료분말의 1차입자 분포 및 비표면적은 투명 이트리아 세라믹스의 소결성 및 광학적 특성에 영향을 미치는 중요한 인자로 본 연구에서 확인하였다.

G3-4 Sintering Properties of Yttria-magnesia Composites using Commercial Powders

상업용 분말을 이용한 이트리아-마그네시아 복합체의 소결 특성

고신일[1*], 김하늘[2], 최두현[3], 고재웅[2], 권세훈[1], 박영조[2]. [1]*부산대학교*, [2]*재료연구소*, [3]*국방과학연구소*

적외선(IR) 투과 특성을 가진 세라믹은 강성이 요구되는 광학윈도우용 소재로서 주목을 받고 있다. 미래에더 가혹한 환경에서 내구성을 가지기 위해 나노결정립을 가지는 이트리아와 마그네시아 복합세라믹에 관한연구가 IR투과 및 기계적 특성 분야에서 활발히 진행되고 있다. 그럼에도 불구하고 이종복합체의 굴절률 차이로 인한 IR투과율이 감소를 해결하고자 입자 크기, 응집과 같은 초기 분말 조건 및 치밀화에 관한 연구가중점으로 진행되고 있다. 본 연구에서는 일반적으로 사용하는 분말을 나노입자 합성법이 아닌 상업용 분말을 이용하였으며, 하소에 따른 입자 크기 및 결정화도가 소결 조건에 따른 소결체의 치밀화 및 IR 특성에 미치는 결과를 논하고자 한다.

G3-5 Thermal Barrier Coating of YSZ Aerogel Composite

YSZ 에어로겔 합성물을 활용한 열 차폐막

윤성원[1*], 김준우[1], 한권덕[1], 최현락[1], 지호일[2], 이종호[2], 심준형[1]. [1]*고려대학교*, [2]*한국과학기술연구원*

이트리아 안정화 지르코니아(Yttria stabilized zirconia; YSZ)는 고온에서 뛰어난 열 및 화학적 안정성을 보일 뿐만 아니라 낮은 열전도도 값을 가지고 있어 열 차폐 물질로 다양한 분야에 적용되고 있다. 에어로젤은 내부가 서로 연결된 기공 형태로 이루어져 있는 다공구조 소재로서 초 저밀도, 낮은 열전도도 값, 큰 비표면적 그리고 높은 기계적 강성으로 인해 첨단 단열소재로서 주목받고 있다. 본 연구에서는 YSZ 에어로젤을 솔-젤 기법과 액체 이산화탄소를 이용한 초임계 건조를 통하여 합성하였다. 제작된 YSZ 에어로젤의 미세구조는 주사전자현미경을 통하여 관찰하였다. 고온에서의 열 안정성을 향상시키기 위하여 소듐 실리케이트 기반의 무기물 바인더를 YSZ 에어로젤과 혼합하였다. 합성된 슬러리를 합금 소재의 기판 위에 코팅하였으며 레이저 플래시 기법을 이용하여 열전도도를 측정하였다. 그 결과YSZ 파우더를 플라즈마 스프레이 방식으로 코팅한 것에 비하여, YSZ 에어로젤 합성물이 더 향상된 열 차폐 성능을 나타내는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 YSZ 에어로젤 합성물로 구성된 열 차폐 막이 고온 환경에서 뛰어난 열 내구성을가질 수 있음을 의미한다.

G3-6 A Study on the Silicon Carbide-based Membranes for Potential Microfiltration Applications

탄화규소 기반 다공성 세라믹 분리막의 제조 및 특성평가

이수진*, 하장훈, Bukhari Syed Zaighum Abbas, 이종만, 송인혁. *재료연구소*

현재까지 수처리 분야에서 사용되어 온 고분자 분리막은 운용온도의 제한과 낮은 강도 및 화학적 안정성등의 문제를 가지고 있어 그 적용범위가 한정적일 수 밖에 없다. 반면, 세라믹 분리막은 고온 유입수에 대응이 가능하며, 화학적 안정성이 뛰어나 혹독한 환경에서도 특유의 장점을 이용하여 적용 될 수 있으며, 분리막의 교체 주기도 감소시킬 수 있어 차세대 분리막 소재로 주목받고 있다. 세라믹 소재 중 탄화규소는 열적, 화학적 안정성이 우수하나 강한 공유결합을 이루고 있어 2000°C 이상에서 소결이 가능한 난소결성 물질로, 이러한 높은 소결온도는 세라믹 분리막으로 응용하기에 경제적인 어려움을 발생시킬 수 있다. 따라서, 이러한 문제점을 극복하기 위하여 고령토를 소결조제로 첨가함으로써 점성을 지닌 입계상을 형성하여 소결 온도를 1400°C까지 낮추어 경제적인 문제를 극복할 수 있도록 하였다. 또한, 정밀여과를 위하여 알루미나 코팅 공정을 도입하여 평균기공크기를 0.11 μm까지 감소시켜, 박테리아, 에멀전 크기의 부유물을 걸러낼 수 있도록 하였다. 알루미나 다층 코팅 공정을 통해 알루미나 코팅층의 두께에 따른 분리막의 성능을 측정하였다. 알루미나 코팅을 1회(코팅 두께 : 10 μm) 실시했을 때, 수투과율은 약 2.0×10^3 m^{-2} $\times h^{-1}$ $\times bar^{-1}$ 정도였으며, 3회 (코팅 두께 : 40 μm) 실시했을 때, 약 1.0×10^3 m^{-2} $\times h^{-1}$ $\times bar^{-}$

[1] 정도로 측정되었다. 이를 통해 코팅 횟수가 늘어남에 따라, 코팅층의 두께가 두꺼워졌으나, 수투과율은 크게 떨어지지 않는 것을 확인 할 수 있었다. 그리고 분리막의 성능을 좌우할 수 있는 파울링은 최소화 하기위해 코팅용 알루미나 슬러리를 볼밀함으로써 분리막의 표면평탄도를 개선하였다.

G3-7 Fabrication and Mechanical Properties of Ni-Ti-Al/TiC Composites by using Spark Plasma Sintering Method

방전플라즈마소결법을 이용한 Ni-Ti-Al/TiC 복합체의 제조 및 기계적 특성

이동진[1*], 임영훈[1], 황기하[1], 박재하[2], 강명창[1]. *[1]부산대학교, [2](주)이레테크*

Ni-Ti-Al 합금은 고온용 구조제로 매우 유망한 소재로 주목받고 있으나 2차상첨가를 통한 고용체를 제조하여 기계적 특성을 향상시키는 연구가 미비하다. 따라서, 본 연구는 Ni-Ti-Al에 고용체로써 TiC를 첨가하여 Al과 Ti를 TiC와 결합, Ti_2AlC의 계면을 생성하였으며, Ni-Ti-Al을 5 : 4 : 1의 비율로 기계적 합금화를 진행하고 TiC의 함유량을 20, 30, 40 wt%의 비율로 혼합하였다. 혼합된 파우더를 방전플라즈마소결 장비를 통해서 1000°C에서 소결을 수행하였다. 본 실험에서는 상대비교를 하고자 TiC의 함유량이 없는 Ni-Ti-Al은 기존연구에서 진행된 900°C에서 소결을 진행하였다. 소결된 시편의 기계적 특성을 평가하기 위하여, 밀도를 측정하고, FE-SEM을 통해 파단면과 표면 사진을 통해 미세구조와 입자의 크기를 비교 분석하였으며, XRD를 통해 형성된 상을 분석하였다. 마이크로 및 매크로 비커스경도를 각각 측정하였고, 입자크기에 따른부분적인 상의 경도와 전체 벌크상태의 경도를 비교하였다. 그리고 마모시험과 굽힙강도시험을 통해 마모량과 굽힘강도를 측정하였다. 주요한 결과로서, TiC의 조성이 증가할수록 TiC의 입자주변으로 Ni-Ti-Al 합금이 침투하기 위해 높은 소결 온도가 필요했으며, 1000℃에서 30 wt% 함유량에서 가장 높은 경도와 굽힘강도를 얻었다. 따라서, TiC의 함유량이 증가할수록 경도는 상승하나 파괴인성이 감소하여 굽힘강도가 감소한 것으로 판단되며, 20 wt%의 경우 계면에서 TiC의 대부분이 Ti_2AlC로 합성되어 상대적으로 경도가 감소한 것을 확인하였다.

G3-8 Damage Evaluation in Proton-irradiated SiC_f /SiC with Sc-nitrate and Al_2O_3-Y_2O_3 Sintering Additives

Sc-nitrate 및 Al_2O_3-Y_2O_3 소결 첨가제를 이용한 양성자 조사된 SiC_f /SiC의 손상 평가

Amit Siddharth Sharma*, Pipit, 윤당혁. *영남대학교*

For Gen-IV reactors, SiC_f/SiC have shown great potential for structural applications owing to its superior properties. Here the degradation mechanisms in SiC_f/SiC after proton-irradiation (10^{18} p^+/m^2, E = 20 MeV) has been presented. SiC_f/SiC fabrication involved infiltrating a SiC-based matrix with Sc-nitrate and Al_2O_3-Y_2O_3 additives into Tyranno® SA3 SiC preform by electrophoretic deposition and subsequent hot pressing. Comparative assessment of crack formation, pore generation and surface amorphization upon irradiation was carried out using SEM and HRTEM techniques. SiC matrix was comparatively more crack-resistant in the SiC_f/SiC with Sc-nitrate than that with Al_2O_3-Y_2O_3 addition. Subsurface porosity evolved distinctively as continuous bands and discrete pockets with Al_2O_3-Y_2O_3 and Sc-nitrate additions, respectively. Selective leaching of Si from the grain surface leads to the formation of a graded structure and surface amorphization. Irradiation-induced roughness on the fibers facilitates easy debonding at the SiC_f-$PyC_{coating}$ interface; however no significant changes in the flexural behavior were observed.

G3-9 Joining of SiC_f/SiC using PCS and PSZ Preceramic Polyemers

PCS와 PSZ를 사용한 SiC_f/ SiC composite의 접합

정동혁*, Pipit, Amit Siddharth Sharma, 윤당혁. *영남대학교*

SiC_f/SiC are the prime candidates for high temperature applications, particularly for the structural components of future fusion reactors. However, their practical utilization can only be realized by integrating simple shapes into complex geometries. Therefore, the preceramic fillers leaving a SiC-based material, which have the similar properties to the SiC_f/SiC base, are main candidates. To obtain a SiC-rich joint region, we have tried to join SiC_f/SiC by pyrolyzing the preceramic polymers, such as polycarbosilane (PCS), polysilazane (PSZ) and their mixtures having various weight ratios. An optimization for the mixture proportion, heating rate, joining temperature and pressure was conducted to minimize pore formation due to evolution of gaseous products during ceramization of these preceramic polymers. A slow heating rate of 2°C/min to 1750°C under 10 MPa along with 2 h holding was employed to obtain the sound and crack-free joints. Room temperature joining strength was estimated using a 4-point flexural test for a butt-joint configuration and correlated with the evolved interfacial microstructure/phases, while the phase evolution and microstructure were analyzed using a SEM, XRD and Raman spectroscopy.

G3-10 Joining of SiC Monolith using a Thin MAX Phase Tape

MAX 상 테잎을 이용한 SiC 단미체의 접합

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

This study reports the joining of SiC monolith using a thin MAX phase tape filler, such as Ti_3AlC_2 and Ti_3SiC_2, and the subsequent phenomena leading to the elimination of the joining layer via solid-state diffusion of the MAX phase at high temperatures. A direct SiC joining without filler was also attempted for comparison. The experimental parameters, i.e., temperature, holding time, the type and thickness of joining filler were examined carefully. The joining interface could be eliminated when the SiC monoliths were joined at 1900°C using a thin Ti_3AlC_2 tape, showing a high joining strength ~300 MPa. Moreover, the fracturing during mechanical test occurred mainly at the base material rather than the joining interface, indicating the excellent joining properties. These findings highlight the elimination of the joining interlayer, which might be ideal for practical applications because the absence of joining filler helped the preservation of the excellent mechanical properties of SiC at the joint.

G3-11 The Effect of the Pore Structure on the Permeability of Porous Alumina Based Ceramics

다공질 알루미나 세라믹스의 기공구조가 통기도에 미치는 영향

김재[1*], 하장훈[2], 이종만[2], 송인혁[2]. *[1]과학기술연합대학원대학교, [2]재료연구소*

The permeability of porous ceramics is a key property in the application such as membrane, hot gas filter and vacuum chuck. In order to estimate and understand the permeability of porous ceramics, Forchheimer equation which establishes a more realistic dependence between the fluid pressure and the fluid velocity instead of Darcy"s law has been used to obtain the permeability constants represented as k_1 and k_2. In this study, permeability constants were obtained through fitting of experimental data. The comparison of three alumina sizes, various sintering temperatures, PMMA with different content and size as the pore former aims to investigate the relationship between permeability constants and either the pore size or the porosity expressed a feature of pore structure. It was found that k_1/k_2 ratio which can be described as pore size proposed in the literature depended on the average pore size of porous ceramics.

G3-12 Low Volumetric Heat Capacity Insulation Coating by Room-Temperature Operating Spray Coating Process

상온 세라믹 분사공정을 통한 저열용량 저열전도도 고내구성 다공질 단열 코팅기술 개발

윤세중[1*], 한병동[2], 윤운하[2], 안철우[2], 김종우[2], 최종진[2]. *[1]과학기술연합대학원대학교, [2]재료연구소*

최근 파리협정 체제에 따른 전 세계적인 온실가스 배출 규제와 자동차 연비 규제 강화로 인해 차량의 연비 증대를 위한 에너지 효율 향상에 대한 연구가 활발하게 진행 중이다. 특히 강화된 환경 문제 및 연비 문제에 대응할 수 있는 방안으로 기존 내연기관 엔진 내 열손실 저감, 열효율 향상 기술이 해결책으로 대두되고 있다. 내연기관의 열 손실을 저감, 열효율을 향상시키기 위해 내연기관의 연소실 내부에 단열성이 뛰어난 세라믹을 이용하여 치밀한 막을 코팅하는 기술이 제안된 바 있으나, 일반적인 세라믹 치밀막 코팅은 엔진의 배기행정 과정에서 열이 빠져나가지 못하고 연소실 표면을 높은 온도로 유지시키면서 노킹을 발생시켜 실제 적용이 어려운 문제가 있다. 이를 극복하기 위해선 주변환경에 따라 온도를 적절히 변화시킬 수 있는 내구성이 확보된 다공질의 저열용량 코팅 기술이 요구된다.

본 연구에서는 상온에서 금속 모재 위에 성막이 가능한 새로운 세라믹 분사 코팅 공정으로 금속 기판의 열 손상 없이 두께 60 ㎛ 이상, 접착력 20 MPa 이상, 열전도도 0.6 W/mK, 열용량 1600 kJ/m^3K 이하의 다공성 세라믹 단열코팅을 개발하였으며, 제조된 코팅막의 미세조직, 열특성 및 기타 물리적 특성을 비교 분석하였다.

G3-13 Microstructure Development and Liquid Phase Formation during Sintering of Aluminum Oxynitride

산화 질화 알루미늄(AlON) 소결 중 미세 구조 개발 및 액상 기구 규명

민지훈*, 이지환, 김명동, 윤당혁, 이재형. *영남대학교*

This study reports the microstructure and liquid phase formation of aluminum oxyinitride (AlON) by a two-step sintering process. By subjecting the AlON specimens to the second-step sintering at temperature of 1940ºC~1990ºC for 0.3~10 h in a nitrogen gas atmosphere, the average grain sizes in the range of 52~248 μm were obtained. As the grain size increased, the transmittance of the sample increased, and it is believed that the decrease of optical scattering at the grain boundaries was the reason. However, the transmittance decreased at a temperature of or higher than 1960ºC due to the formation of the liquid phase at the sample edge and the grain boundaries. Therefore, by controlling the formation of liquid phase as well as grain size, a transparent AlON with high transmittance and mechanical properties could be obtained.

G3-14 Reactive Air Brazing of GDC-LSM Ceramic with Different Metallic Partners for Oxygen Transport Membrane Applications

산소 분리막 적용에 대한 서로 다른 금속들과 GDC-LSM의 reactive air brazing 접합

김명동*, Wahid Muhamad FR, Amit Siddharth Sharma, 윤당혁. *영남대학교*

Oxygen transport membrane (OTM) can produce high purity oxygen at low cost by separating oxygen from a compressed air utilizing an oxygen transporting phenomenon through an oxide ceramic membrane at high temperatures. Multiple membrane needs to be supported in a metallic casing and should maintain good hermetic sealing as well as spacing between successive membranes. Efficient oxygen production can be ensured by pore- and crack-free joints between various metals (SUS steel, FeCrAlloy, and Crofer) and GDC-LSM ceramic substrates joined using a reactive air brazing (RAB). Here, we discuss the joining mechanism between the GDC-LSM ceramic with different metallic partners with Ag-CuO tape as a filler for the joining by RAB technique. Brazing was carried out at 1050°C for 0.5 h holding, while some samples were exposed to oxidation test at 800°C for 24 h after joining. Strength of the joints in shear and flexure modes were estimated and correlated with interfacial microstructure, phase formation, and fractured surface characterized using a SEM and EDS.

G3-15 Improved Dispersibility of Fe_3O_4 Nanoparticles with Polar Electrical Properties in Aqueous Solvent

양극성을 띈 Fe_3O_4 나노입자의 기능화에 의한 수계용매 내에서의 분산성 향상

차지현[1*], 허재욱[1], 채동호[1], 안계석[2], 최성철[1]. *[1]한양대학교, [2]한국세라믹기술원*

Magnetite (Fe_3O_4) is one of the iron oxide phases which has superparamagnetic characteristic. It is utilized in various industrial areas such as biomedical, high-tech electronic fields. However, magnetic particles with high surface energy and neutrality surface characteristics are difficult to have a dispersion stability in the aqueous solvent. In this study, the dispersibility enhancement of Fe_3O_4 nanoparticles was performed by surface modification through conjugating functional groups. These groups represent carboxyl and amine groups with positive charge and a negative charge. To obtain these functional groups, the surface was modified with the polymer precursors Poly Ether Imide (PEI) and Poly Arcyl Amide (PAA). The existence of functional groups on the surface of Fe_3O_4 nanoparticles was confirmed by Fourier Transform infrared (FT-IR). A dispersion stability of each surface modified nanoparticles were analyzed by zeta potential and particle size distribution (PSD). The morphology of the surface modificated Fe_3O_4 nanoparticles were confirmed by transmission electron microscopy image (TEM). Furthermore, vibrating sample magnetometer was used to investigate the magnetization characteristics (VSM).

G3-16 Morphology and Dispersion Behavior of Carboxylic Functionalized Fe_3O_4 Nanoparticle

카르복시기 기능화 Fe_3O_4 입자의 형상 및 분산 특성 연구

오아현[1*], 한진순[1], 신재록[1], 안계석[2], 최성철[1]. *[1]한양대학교, [2]한국세라믹기술원*

The superparamagnetic Fe_3O_4 nanoparticle is promising material for nanosorbents, a medical care and magnetic sensing due to redispersibility in aqueous solution. Also, the particles have been consistently researched to functionalize obtaining the additional function. In introducing this functional groups, carboxyl groups were most suitable for Fe_3O_4 nanoparticle among various organic functional groups. Representative materials for forming such carboxyl groups on the particle surface include Succinic acid and Polyacrylic acid (PAA). Succinic acid has two carboxyl groups, so one of the two bonds with the functional group that has the negative charge of magnetic particle can immobilize the carboxyl group on its surface. In contrast, PAA can retain a larger number of carboxyl groups. Therefore, in this study, PAA was used as functionalized reagent. Moreover, functionalization process was carried out with adding a various amount of PAA. As a result, the functionalized nanoparticles which were formed according to concentration of PAA were investigated through measurement of morphological changes and surface characteristics.

S31-1 Evaluation on the Thermomechanical Durability of Low Thermal-conductible Thermal Barrier Coating Basing on the Single Crytal Substrate

단결정 모재기반 저열전도성 열차폐 코팅재의 열내구성 평가

이기성[1*], 최소담[1], 문흥수[2], 오윤석[3]. *[1]국민대학교, [2](주)세원하드페이싱, [3]한국세라믹기술원*

가스터빈 고온부품은 최근 1600°C의 높은 작동온도에서 기동되고 있으며 그 온도는 더욱 상승하고 있는 추세이다. 따라서 내열합금 모재의 경우 일방향 응고재나 단결정모재가 연구되고 있으며, 세라믹 코팅재 역시 효과적인 열차단을 위해 저열전도성의 코팅재가 연구되고 있다. 열차폐 코팅층은 내열성, 내열충격성뿐만 아니라 내크립성, 내피로성, 내마모성 등 열적, 기계적인 가혹한 환경에 견디어야 하므로 그 내구성 평가는 매우 중요하다.

본 연구에서는 단결정 모재를 고온의 열로부터 차단시키기 위하여 상용품으로 사용되고 있는 이트리아 안정화 지르코니아 소재(YSZ) 뿐만 아니라 열전도도가 낮은 가돌륨 지르코네이트(Gadolinium zirconate), 란탄-가돌륨 지르코네이트(Lanthanum-gadolinium zirconate)의 열차폐 코팅재를 제작하였으며 부가적으로 란탄-가돌륨 지르코네이트/지르코니아(Lanthanium-gadolinium zirconate/YSZ)의 층상형 코팅재를 제작하였다. 단결정 모재와 세라믹스 코팅재간에는 니켈 합금계의 내열합금의 중간재를 200 mm의 두께로 코팅하였으며, 열차폐 코팅재는 총 600 mm의 두께로 코팅하였다. 코팅방법은 대기 플라즈마 용사법(APS)으로 코팅하였다.

코팅 후 고온 열내구성 평가를 위하여 등온 열싸이클링 시험과 열충격 시험을 수행하였다. 열싸이클링 시험은 고온로에 샘플을 넣고 일정온도까지 가열한 후 1시간 유지하였다가 냉각하는 싸이클을 코팅층에 박리가 일어날 때까지 반복하여 비교, 평가하였다. 열충격 시험은 자체 개발한 열충격로에서 하부는 900-1000°C, 상부는 1350°C로 유지한 상태에서 상온으로 열충격을 가하는 싸이클을 반복하였다. 열싸이클링 시험과 열충격 시험 후 계면박리 여부를 관찰하였고 마모시험과 압흔시험으로 기계적 특성의 열화여부를 평가하였다.

S31-2 Materials Design and Evaluation of Thermal Barrier Coatings

열차폐 코팅의 재료 설계 및 평가

정연길*. *창원대학교*

세계적으로 발전용 가스터빈은 고효율화 및 대형화 추세로 발전해 나가고 있으며, 1700°C의 운전온도를 갖는 가스터빈에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 가스터빈에 적용되는 고온부품의 열적 내구성 확보를 위한 다양한 연구가 진행되고 있으며, 이중 고온부품의 열차폐 성능 개선 및 향상에 대한 관심이 새롭게 주목을 받아 있다. 본 발표에서는 고온부품의 열적 내구성 향상을 도모할 수 있는 열차폐 코팅 소재와 이를 이용한 층상화 설계 및 열적 내구성에 미치는 영향에 대한 연구결과, 그리고 국외 선진기관에서 관심을 가지고 연구개발이 진행되고 있는 자가치유 열차폐 코팅의 설계 개념과 적용성에 대해 소개하고자 한다. 이와 함께, 열차폐 코팅의 성능을 평가하기 위해 선진사에서 적용되고 있는 다양한 평가기법들을 소개하고, 이러한 평가기법에 따라 발현되는 열차폐 코팅의 특성과 열차폐 코팅의 평가기법으로의 적용성에 대한 것을 논의하고자 한다. “열차폐 코팅의 설계 및 평가”에 대한 발표 및 논의를 통해 국내에서 진행되고 있는 한국형 대형 가스터빈 개발, 구 모델에 대한 성능향상 기술, 고온부품들에 대한 재생정비 기술 등에서 고온부품의 신뢰성 향상에 기여할 수 있는 열차폐 코팅의 역할과 방안을 모색하고자 한다.

S31-3 Thermo-Corrosive and Mechanical Properties of ZrO_2 based Thermal Barrier Coatings

Byung-Koog Jang[1*], Seongwon Kim[2], Yoon-Suk Oh[2], Hyung-Tae Kim[2] and Kee-Sung Lee[3]. *[1]Kyushu University, Japan. [2]Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology, Korea. [3]Kookmin University, 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. Electron beam-physical vapor deposition (EB-PVD) or plasma spray coatings is a widely used technique for depositing thermal barrier coatings (TBCs) on metal substrates for high temperature applications, such as gas turbines, in order to improve the thermal efficiency. The controlled microstructure of coatings is one of the most important properties for obtaining superior TBCs. To optimize TBCs for integration into gas turbines, characterization of the relationship between microstructure and thermal-corrosive properties of the coatings is necessary. The corrosive properties of coatings were evaluated by the corrosive reaction between YSZ coatings by EB-PVD and volcanic ash during oxidation at 1200°C. The thickness of corrosive region at top surface of YSZ TBCs by the reaction between YSZ coatinga and volcanic ash was increased with increasing the oxidation time. In addition, the mechanical properties of YSZ TBCs were evaluated by nano indentation.

S31-4 Understanding of Thermal Barrier Coating Characteristics for Gas Turbine Design

가스터빈 설계에서의 열차단 코팅 특성에 대한 이해

정길진*. *두산중공업(주)*
가스터빈의 개발에서 관련 기술들의 발전과 함께 열차단 코팅의 성능을 높여야 한다는 요구사항이 높아지고 있다. 높은 출력을 위한 운전온도 증가, 높은 효율에 대한 시장 요구 및 장시간 운전에 대한 사용자의 요청 등이 가스터빈의 개발에서의 고려되는 사항이다.

이를 만족하기 위해서 부품 재료의 개선, 고효율의 냉각방식 채택 등과 함께 열차단 코팅의 더 높은 성능을 요구하고 있다. 이와 관련하여 본 발표는 재료의 특성 이외에 실제 부품에 적용에 고려해야 할 열차단 코팅의 성능에 관하여 미세구조 관점에서 설명하고자 한다.

S31-5 The Effects of Bond Coat on the Thermal Cycling Behavior of YSZ Coatings Prepared by EB-PVD

EB-PVD YSZ 코팅의 열싸이클 손상에 대한 본드코트 영향

이성훈*, 박영진, 유연우, 박훈관, 변응선. *재료연구소*
가스터빈 고온부품의 보호를 위해 사용되는 열차폐 코팅(thermal barrier coating, TBC)은 가스터빈 작동온도를 높여 고효율화를 가능하게 한다. TBC 형성을 위한 단열 세라믹 소재로서 열충격 저항성이 우수하고 열전도도가 낮은 YSZ가 주로 사용되고 있다. YSZ 단열 세라믹 코팅은 주로 플라즈마 스프레이 공정(plasma spray) 또는 전자빔 증발에 의한 물리 증착법(electron beam physical vapor deposition, EB-PVD)에 의해 제조된다. EB-PVD에 의한 YSZ 코팅은 수평 적층형 구조를 갖는 용사코팅 YSZ와 달리 수직으로 성장된 주상정(columnar) 구조를 가지고 있어 열싸이클에 대한 내구성이 우수한 것으로 알려져 있다. 가스터빈 작동 환경에서 열싸이클에 대한 내구성을 높이기 위해서는 YSZ 단열 세라믹 코팅 자체의 미세구조 제어도 중요하지만 고온 부품 소재와 단열 세라믹 코팅 사이에 형성되는 본드코트의 영향을 고려하여야 한다. 본 연구에서는 확산공정에 의한 Aluminide 본드코트와 EB-PVD 공정에 의한 MCrAlY 본드코트 위에 형성된 EB-PVD YSZ 코팅의 열싸이클 거동을 조사하였다.

S31-6 Adhesion Characteristics of VO_2 Thin Film Fabricated by Solution-based Process for Smart Window

용액공정으로 제조된 열변색 스마트윈도우용 VO_2 박막 접착특성

윤지원[1]*, 이석재[2], 김광석[1], 김대업[1]. *[1]한국생산기술연구원, [2]전북대학교*
전 세계적인 환경규제는 CO_2 배출 및 에너지 절감 등을 이끌어 낼 수 있는 연구를 촉진시켰으며, 그 중 가시광선 투과율은 유지하고 열선인 적외선 투과율 제어를 통해 실내온도 유지에 소비되는 에너지를 절감할 수 있는 스마트윈도우 연구가 활발히 진행되고 있다. Vanadium dioxide (VO_2)는 상대적으로 낮은 68°C에서의 금속-절연체 결정구조 변화로 인한 적외선 투과 제어가 가능하여 열변색 코팅 소재로 많이 사용되고 있다. 기존 VO_2 박막의 제조 수단인 sputtering이나 CVD 등은 공정비용이 높고 균일하게 증착가능한 면적의 한계가 있어 sol-gel 등 용액공정을 통해 극복하려는 연구가 진행되었으나, 박막의 낮은 접착강도로 인해 상용화에 걸림돌이 되었다. 이러한 문제 해결을 위해, 본 연구에서는 VO_2 분말이 포함된 용매에 분산제 및 바인더를 혼합하여 나노잉크를 제조하였으며, 유리 표면에 적정량의 잉크를 스핀코팅한 후 IPL sintering 공정을 통해 박막을 제조하였다. 미세조직은 FE-SEM과 TEM, 접착강도는 SAICAS, 계면의 원소 농도변화는 XPS 및 AES를 활용하여 분석하였다. 실험결과, IPL sintering 조건에 따라 계면의 형상 및 잔여 유기물의 양이 변화하였으며, 그로 인한 접착강도는 1,400 V 전압에서 광소결 횟수를 5 ~ 20 회로 증가할 때 83 ~ 94 N/m로 증가, 2,000 V 경우에는 108 ~ 96 N/m로 감소하였다.

S31-7 Formation of YSZ Coatings using Suspension Vacuum Plasma Spraying

서스펜션 진공 플라즈마 스프레이 공정을 통한 YSZ 코팅의 형성

유연우*, 남욱희, 변응선. *재료연구소*
차세대 가스터빈의 개발과 더불어 터빈 블레이드의 수명을 증가시키기 위해 다양한 연구가 수행되었다. 그 중 터빈 블레이드 하부의 초내열금속을 고온 산화 환경으로부터 보호하기 위한 열차폐 코팅 관련 연구가 활발히 진행 중이다. 열차폐 코팅은 상부 세라믹 탑코팅과 하부 금속 본드코팅으로 이루어져 있으며, 이를 형성하기 위해 다양한 공정 방법이 개발되었으나 현재 널리 사용되는 공정은 플라즈마 스프레이 공정이다. 플라즈마 스프레이 공정을 통해 형성된 세라믹 탑코팅은 라멜라 구조로 형성되어 낮은 열전도도를 보이는 장점을 갖고 있으나, 고온 수명이 취약하다는 단점을 갖고 있다. 고온 수명을 향상시키기 위해 서스펜션 플라즈마 스프레이 공정이 개발되었으나, 서스펜션 내 용매로 인해 공정 속도가 현저히 감소하는 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 서스펜션 진공 플라즈마 스프레이 공정을 활용하여 서스펜션 대기 플라즈마 스프레이가 갖는 단점을 해소하고자 하였다. 나노미터 크기의 입도 분포를 갖는 YSZ 서스펜션을 사용하여 다양한 공정조건에서 YSZ 코팅을 형성하였으며, 서스펜션 대기 플라즈마 스프레이 대비 향상된 공정 속도를 보였다. 형성된 YSZ 코팅의 미세구조를 분석하였으며, 이를 통해 공정 파라미터가 YSZ 코팅의 미세구조에 미치는 영향을 파악하였다.

S31-8 Effect of Y_2O_3 Thermal Spray Powder for Thermal Spray Coating Layer

Y_2O_3 용사 분말 특성이 용사 코팅층에 미치는 영향

문홍수*, 신평우, 이훈철, 김민식. *(주)세원하드페이싱*
Y_2O_3는 반도체/디스플레이 공정에 용사 코팅되어 사용되어지고 있다. 최근 Y_2O_3 치밀막을 구현하기 위해 대기플라즈마(Atmosphere Plasma spray, APS), Suspension Plasma spray, Aerosol Deposition 등 다양한 방법으로 연구되고 있다. 본 연구에서는 대기플라즈마 용사 코팅(APS) 공정에서 코팅층의 치밀도에 미치는 영향을 파악하기 위하여 Y_2O_3 용사 분말의 크기 및 용사 분말의 유동 특성을 변화시키고, 이에 따른 코팅 특성을 평가하여 용사 분말의 크기와 유동 특성이 코팅층에 미치는 영향을 연구하였다.

S31-9 Thermal Insulation Coatings for Internal Combustion Automobile Engines

내연기관용 엔진 단열코팅 기술

한병동[1]*, 윤세중[2], 최종진[1], 안철우[1], 민유호[1], 오윤석[3]. *[1]재료연구소, [2]과학기술연합대학원대학교, [3]한국세라믹기술원*
Under the Paris Agreement on Climate Change, all countries including developing countries are strongly responsible for reducing greenhouse gas emissions, which results in putting pressure on the auto industry to drastically increase the average fuel economy of each company's fleet. Many researchers have carried out a large number of studies on in-cylinder thermal insulation ceramic coatings to improve engine thermal efficiency and fuel economy. High-density ceramic materials, which have low thermal conductivity, have been commonly coated on metals such as an aluminum or iron alloy, succeeding in reducing heat loss by decreasing the temperature difference between

the in-cylinder gas and the combustion chamber wall. However, these coatings caused constantly high temperature on combustion wall surface during the whole stroke, and therefore led to engine knocking problem and deterioration of the engine's lifespan. To overcome these problems, novel porous ceramic coatings, which have low thermal conductivity and low heat capacity, have been recently developed. These porous ceramic coatings are reported to result in a large change in the combustion chamber wall temperature during the whole cycle and keep the engine from knocking. In this work, we have investigated a variety of coating materials and reliable coating methods for low-thermal-conductivity and low-heat-capacity ceramic materials. Characterization of the resultant coating materials was also performed.

S32-1 Ablation of Ultra-high Temperature Ceramics

초고온 세라믹 재료의 삭마 특성

이세훈[1*], 김준섭[1], Nguyen Van Quyet[1], 홍성민[2]. *[1]재료연구소, [2]전북대학교*

2700°C의 초고온 환경에서도 우수한 내삭마 특성을 나타내는 HfC-SiC, HfB_2-SiC 세라믹 나노 복합재료와 C_f/HfC-SiC UHTCMC를 제조하였다. 제조된 나노 복합재료 및 UHTCMC는 2700°C, 대기 중에서 Mach 0.6의 불꽃 속도로 Oxy-acetylene torch를 이용하여 20분 이상 삭마 실험을 수행하였다. 대기 중, 30분 삭마 후 HfC-SiC 복합체의 표면에 형성된 산화막의 두께는 200 mm 이하로 매우 우수한 초고온 산화 안정성을 나타내었다. 또한 탄소 섬유를 포함하는 C_f/HfC-SiC UHTCMC의 경우 20분 삭마 실험 후에도 내부의 탄소섬유가 산화되지 않고 잔류하였으며, 5×10^{-4} mm/s의 매우 낮은 삭마율을 유지하였다. 이 결과를 Plasma Arc-jet wind tunnel을 이용한 삭마 실험 결과와 비교하였다.

제조된 고순도의 UHTC는 oxy-acetylene torch 뿐 아니라 더 높은 에너지를 갖는 plasma arc jet wind tunnel test에서도 우수한 내삭마 거동을 나타내었다. 탄소섬유가 포함된 UHTCMC의 경우 장시간의 oxy-acetylene torch test를 수행 할 경우 탄소섬유의 산화로 인하여 다공체 형태로 변화되었으며 시편 내부까지 산화가 진행되었으나, 공정 최적화에 의해 탄소 섬유의 산화를 억제할 경우 장시간 삭마 후에도 시편 내부의 산화를 효과적으로 억제할 수 있었다.

Plasma arc-jet을 이용한 삭마의 경우 특정 조건까지는 우수한 삭마거동을 나타내던 소재가 이 이상의 에너지를 받을 경우 급격한 삭마가 발생하였으며, 이러한 현상은 소재의 조성에 영향을 받았다.

S32-2 Synthesis and Characterization of High Purity Hafnium Carbide Fine Powder

고순도 Hafnium Carbide 나노분말의 합성 및 특성평가

김준섭*, 이세훈. *재료연구소*

Hafnium dioxide (HfO_2)와 카본소스인 페놀레진의 열탄화 환원 반응을 이용하여 고순도의 Hafnium Carbide (HfC) 나노분말을 합성하였다. 분말 합성에는 SPS (Spark plasma sintering) 장치를 이용하였고, 1600°C, 공조건에서 합성하였다. 원료분말인 상용 HfO_2분말의 분산특성을 향상시킴으로써 적은 카본 소스를 이용하여 잔류산소를 없애고 과잉 탄소를 최소화 한 HfC 분말을 합성하였다. HfO_2 분말의 분산을 위해서 Microfluidizer를 이용하였고 3회 분산 처리 후 HfO_2의 평균입경은 230 nm에서 130 nm로 크게 줄어들었다. 합성된 분말의 XRD 측정 결과 C/Hf 비율의 증가와 함께 HfO_2 피크 강도가 감소하였으며 3.3 이상에서 순수한 HfC 피크만 검출되었다. 이전의 연구결과(C/H = 3.6)와 비교하였을 때 C/Hf 비율이 10% 이상 크게 감소하였음을 알 수 있었다. C/H = 3.3 일 때 HfC 분말의 평균 입경은 약 100 nm였으며 C/Hf 비율 변화에 따른 입자 크기 변화는 크지 않았다. 합성된 입자의 형상은 모든 합성 조건에서 구형에 가까운 형태를 나타내었고 C/Hf = 3.3인 조건에서 합성된 분말의 순도는 > 99.9%으로 나타났다. 또한 다양한 조건에서 합성된 분말을 SPS를 이용하여 2000℃, 80 Mpa 소결한 후 소결체의 미세구조 분석을 통하여 잔류산소 및 과잉 카본의 영향에 대해서도 조사하였다.

S32-3 Effect of pH Polarity on the Physical Properties of SiC based Diesel Particulate Filter (DPF) Bonding Materials

SiC 기반 디젤 매연저감장치(DPF)용 접합재의 pH 극성 변화에 따른 물성 변화

김진원*, 홍동민, 한성진. *(주)아이비머티리얼즈*

Diesel Particulate Filter (DPF)란 디젤 엔진의 배출가스 중 매연을 저감시키는 매우 효과적인 장치이다. 이러한 DPF는 형태와 소재에 따라 크게 구분되는데 이중 SiC를 기반으로 하는 DPF는 다른 소재의 DPF에 비해 우수한 내열특성과 높은 여과 효율을 가짐에도 불구하고 높은 열팽창계수로 인한 단일 허니컴(honeycomb)의 일체형으로 제조가 불가능하다. 이에 SiC DPF는 세그먼트(Segment) 단위로 제작하고 각 세그먼트를 세라믹 접합제를 이용하여 접합 후 완제품을 제조하는 방식이 널리 이용되는데 이때 사용되는 세라믹 접합제의 소재 물성에 의해 SiC DPF의 열적, 물리적 성능이 일부 결정된다.

본 연구에서는 SiC DPF의 접합을 위한 바탕재와 접합재의 주성분인 Silica Sol의 pH 극성 변화에 따른 물성변화를 비교 평가하였다. 제조된 접합제는 X-ray 회절 분석법(XRD)과 주사 전자현미경(SEM)을 이용하여 결정성 및 미세구조, 성분원소의 변화를 확인하였으며 SiC DPF의 내열충격성에 영향을 주는 요인 중 하나인 열팽창계수와 ASTM C 1161 규정에 따른 4점 굽힘강도와 급속 냉각 평가를 통한 열적 내구성에 대하여 비교 평가하였다.

S32-4 Fabrication of Ceramic beads by Emulsification of ZrO_2 Slurry in a Taylor Reactor

테일러 반응기에서의 ZrO_2 슬러리의 유화 반응을 통한 세라믹 비드 제조

손유아[1*], 남산[2], 류병환[1], 최영민[1], 진항교[1], 정선호[1], 이수연[1], 정성묵[1]. *[1]한국화학연구원, [2]고려대학교*

As the importance of nano process technology such as materials for energy storage, materials for flexible devices, and materials for harmful substances increases, demand for micro-ceramic balls is increasing. High sphericity and uniformity are required for high crushing power and long lifetime of micro-ceramic beads.

In this study, ceramic beads were prepared by gel casting method using slurry prepared by mixing partially stabilized zirconia, dispersant, monomer, and cross - linking agent and then adding initiator. The slurry and oil phase were emulsified using a Taylor reactor for mechanical agitation. The size of the emulsion droplet was controlled by the variation of the flow parameter due to the variation of the Taylor number (Ta) and the Reynolds number (Re).

As the rotational speed of the inner cylinder increased, the smaller the size of the fine beads was, the higher the Ta value was. When the distance between the inner wall and the outer's of the Taylor reactor was 1 mm and 2.75 mm, the size of the prepared micro beads ranged from 5 to 50 μm and from to 20 to 100 μm, respectively.

S32-5 Ultra-high Temperature Oxidation/ablation Behavior of HfC-SiC Composite

HfC-SiC 복합소재의 초고온 산화/삭마 거동 연구

성영훈[1*], 백창연[2], 김주형[2], 공정훈[2], 김동석[3], 이세훈[4], 김도경[2]. *[1] 한국에너지기술연구원, [2] 한국과학기술원, [3] 한국원자력연구원, [4] 재료연구소*

초고속 조건에서 사용되는 차세대 비행체는 그 개발에 있어 소재가 가장 중요한 문제라고 할 수 있다. HfC-SiC 세라믹은 매우 높은 융점과 높은 기계적 물성으로 이러한 용도에 적합한 후보 소재로 주목받고 있다. 본 연구에서는 SPS를 이용한 반응 소결을 통해 제조된 HfC-SiC 복합소재를 비교적 긴 노출 시간 (5 ~ 30 분) 동안 oxy-acetylene flame 환경 하에서 산화/삭마 시험을 실시하였다. 시험 온도는 2500도 이상이었으며, SEM과 XRD를 통해 소재의 미세구조 및 화학종 변화를 분석하여, 표면에 HfO_2와 SiO_2 복합 산화층이 생성되었음을 알 수 있었다. 시간에 따른 산화 깊이를 통해 oxidation kinetics 를 계산한 결과 diffusion control kinetics 거동을 따르는 것으로 나타났으며, 이를 토대로 HfC-SiC 소재의 산화/삭마 메커니즘을 도출하였다.

S32-6 Chemical Vapor Deposition of HfC in $HfCl_4$-C_3H_6-H_2

$HfCl_4$-C_3H_6-H_2계에서 HfC의 화학기상증착

김대종[1*], 한장원[2], 이현근[1], 박지연[1], 김원주[1]. *[1] 한국원자력연구원, [2] 서울대학교*

초고온세라믹스(Ultra-High-Temperature Cramics, UHTCs) 중 하나인 HfC는 융점이 약 3900°C에 이르며, 우수한 고온강도 및 내삭마 특성을 가진다. 특히 HfC의 산화물인 HfO_2 역시 융점이 약 2800°C로 높기 때문에 극초음속 비행체 등의 초고온부에 사용되기에 적합하다. HfC는 난소결성 소재로 SiC와 같은 저융점의 소결조제를 첨가하여 방전플라즈마소결법(Spark Plasma Singtering Process, SPS) 등으로 제조할 수 있다. 그러나 저융점의 혼합물들은 고온 극초음속 대기 환경(hypersonic air stream)에서 액상으로 변하며 흘러나가없어지는 현상(blow off)이 발생하여 구조건전성이 크게 저하될 수 있다. 본 연구에서는 $HfCl_4$-C_3H_6-H_2계에서 화학기상증착법으로 고순도의 HfC를 제조하였다. 복합체의 탄소강화섬유의 보호코팅 및 화학기상침착공정을 고려하여 1300°C의 저온에서 화학기상증착 하였으며, 열역학 계산을 통해 최적의 화학기상증착 조건을 도출 하였다. 이를 통해 고밀도/고순도 HfC 코팅층을 제조하였으며, 균일한 두께를 가지는 HfC를 탄소섬유 성공적으로 증착하였다.

S32-7 Fabrication and Evaluation of C/SiC Composites by CVI-PIP Process

CVI-PIP공정으로 C/SiC 복합체 제조 및 평가

김경미[1*], 최균[1], 이종흔[2]. *[1] 한국세라믹기술원, [2] 고려대학교*

탄소 탄화규소 복합재료(C/SiC)는 세라믹스의 낮은 파괴 인성을 극복하고 C/C의 낮은 산화 저항성을 향상시키기 위하여 개발되었다. C/SiC는 고온 산화 분위기에서도 탄소 섬유가 갖고 있는 높은 강도와 인성을 가지기 때문에 극한 환경용 구조재료로써 활발히 연구되고 있다. 대표적인 복합재료 제조공정은 화학 기상 침투법(CVI)과 고분자 함침 열분해법(PIP) 용융 침투법(MI)이 있다. 본 연구에서는 CVI공정과 PIP공정을 조합하여 C/SiC를 제조하였다. CVI공정은 보강 섬유를 둘러싸며 성장하는 고순도의 기지상을 형성시킬 수 있고, PIP공정은 섬유 다발 사이의 큰 기공에서 기지상 형성에 효과적이다. CVI공정은 직조 섬유 사이로 반응 가스를 침투시킨 후 열분해를 통해 기지상을 형성시키는데, 특히 내부로의 기지상의 원활한 침투를 위해 프리폼 표면의 치밀화를 억제해야 한다. 따라서 균일한 치밀화를 위한 공정 조건에 대해 전산 유체역학(CFD) 시뮬레이션을 진행하였고 예측 결과를 기반으로 C/SiC를 제조하였다. 제조된 C/SiC는 강도와 미세조직 간의 연관성을 확인하기 위하여 SEM, TEM, XRD를 통해 분석하였다.

S32-8 HfC on Carbon Composites Obtained by Suspension Vacuum Plasma Spraying

서스펜션 진공 플라즈마 스프레이를 통한 탄소 복합재료 상 HfC 코팅 형성

유연우[1*], 남욱희[1], 변응선[1], 이형익[2], 박종규[2]. *[1] 재료연구소, [2] 국방과학연구소*

탄소 복합재료는 고온 기계적 물성이 우수하고 낮은 밀도로 인해 차세대 초음속 비행체의 고온부품 소재로 활용 가능하다. 하지만 탄소 복합재료는 산소가 포함된 고온 환경에서는 탄소의 산화 반응으로 인해 급격히 기계적 물성을 잃어버리는 단점이 존재하여 내산화 코팅을 형성하여 탄소의 산화를 방지하는 것이 필수적이다. 이러한 내산화 코팅의 소재로 SiC가 활발히 연구되었으나, 1700도 이상의 초고온 환경에서는 SiC의 산화로 형성된 SiO2가 휘발하기 때문에 하부 탄소 복합재료를 충분히 보호하기 힘들다는 단점이 존재한다. 따라서, LPCVD, PVD, 진공 플라즈마 용사(VPS) 등 다양한 공정을 통해 초고온 산화 환경에서도 사용가능한 초고온 세라믹스(ultra high temperature ceramics, UHTCs) 코팅을 형성하기 위한 연구가 수행되었다.

본 연구에서는 탄소 복합재료 상 HfC 코팅을 형성하기 위하여 서스펜션 진공 플라즈마 용사 공정을 사용하였다. 나노미터 입도 분포를 갖는 HfC 분말을 포함하는 서스펜션을 제작하였으며, 제작된 서스펜션을 활용하여 고밀도의 HfC 코팅을 형성하였다.

S32-9 Effects of SiC-based Filler Contents on the Properties of SiC_f/SiC Fiber-reinforced Ceramic Composites made by Precursor Impregnation and Pyrolysis Process

SiC filler의 함량이 전구체 함침법으로 제조된 SiC_f/SiC 세라믹 섬유강화 복합재료에 미치는 영향

이세훈*, 김준섭, Gu Jian, 이희정. *재료연구소*

PyC 코팅된 Tyrano-SA3 SiC 섬유와 액상의 polycarbosilane (PCS) 전구체를 이용하여 SiC_f/SiC 세라믹 섬유강화 복합재료 (Ceramic matrix composites, CMC)를 PIP 공정을 이용하여 최대 ϕ50 × 100 × 3 mm의 tube형 소재로 제작하였다. 기계적 합금법(Mechanical alloying)으로 제조된 평균입경 170 nm의 SiC 분말을 이용하여 제조한 슬러리의 함량을 20, 30, 40, 60 vol%로 조절한 후 이를 섬유에 함침시킨 성형체 내부로의 액상 전구체의 함침 효율을 분석하였고그 결과 얻어진CMC의 특성을 조사하였다. 섬유에 함침시킨 슬러리의 함량이 30 vol% 이상일 경우 섬유에 함침 된 슬러리는 건조 후 섬유 외부에 단단한 분말층을 형성하여 추가적인 슬러리의 함침을 어렵게 하였으며 특히 60 vol% 슬러리의경우 추가적인 슬러리 함침이 거의 발생하지 않았다. 60 vol% 슬러리를 함침 시킨 성형체의 경우 액상 PCS 전구체의 함침 및 열분해에 의한 CMC의 질량 증가는 4 cycle까지 선형적으로 증가하다가 이후 7 cycle까지 완만해지는 거동을 나타내었으나 6 cycle 함침 후 1700°C에서 열처리된 CMC의 경우 열처리 후 뚜렷한 질량감소가 관찰되었으나 7 cycle 때의 질량증가도 뚜렷히 나타났다. 다양한 슬러리 함량으로 제조된 SiC_f/SiC의 PIP cycle에 따른 밀도 변화 및 기계적 특성 변화를 조사하였다.

S32-10 Preparation of TaC/SiC Coating by Chemical Vapor Deposition on C/C Compoisite

탄소/탄소 복합체에 화학기상증착법을 이용한 TaC/SiC 코팅 층의 제조

김현미[1,2*], 심광보[1], 최균[2]. *[1] 한양대학교, [2] 한국세라믹기술원*

초고온세라믹스(UHTCs)는 일반적으로 3000°C 이상의 융점을 가지고 있으며, 우수한 고온 특성 때문에 극한 환경 분야의 소재로 활발한 연구가 진행되고 있다. 이 중에서 TaC는 특히 높은 융점과 우수한 내삭마성, 내화학성을 가지고 있어 우주 항공 분야에서 유망한 소재이다. 고온 환경에서 산화와 삭마에 취약한 탄소/탄소 복합체(C/C)에 TaC 코팅을 함으로써 우수한 초고온 물성의 제품을 얻을 수 있다. TaC와 C/C 사이의 열팽창 계수를 줄이는 방안으로는 SiC 코팅 층을 사이에 추가하는 TaC/SiC 코팅 방법이 제안되었다. 본 연구에서는 화학기상증착법(CVD)을 통하여 C/C 위에 TaC/SiC 코팅 층을 제조하였다. CVD로 원하는 상의 코팅 층을 얻기 위해서는 공정변수의 정교한 설정이 필요하기 때문에, 열역학 계산 프로그램(Factsage 6.2)을 통해 열역학 분석을 진행하였다. 이 계산 결과를 기반으로 공정 압력, 온도 및 조성에 따른 석출되는 상의 영역을 그래프로 나타내었고, TaC 증착 공정 조건을 설정하였다. 증착 된 코팅 층은 열역학 계산결과로 예측 된 결과와 부합하는지 XRD를 통해 확인하였다.

G4-2 Transparent and Flexible Piezoelectric Nanogenerator with Shape-Modulated ZnO Nanorods on Graphene Electrodes

형상 제어된 산화아연 나노로드/그래핀 전극 기반의 투명하고 유연한 압전 소자

장한별[1*], 손명우[1], 이미소[1], 이웅[2], 함문호[1]. *[1] 광주과학기술원, [2] 창원대학교*

Considerable attention has been paid to developing wearable devices with lightweight electrical power supplies. A piezoelectric nanogenerators (PENG) is one of the most promising candidates for miniaturized electrical power supplies. Several studies on PENGs based on ZnO nanorods or nanowires have been reported. However, there are still many challenges in developing fully flexible and transparent PENGs because of difficulty of incorporating a piezoelectric component and a transparent electrode into one flexible device. Furthermore, although carrier concentration and morphology of piezoelectric component, ZnO significantly affect its piezoelectric properties, it remains not fully understood. In this study, stamping transfer enabled the fabrication of flexible and transparent PENGs based on hybrid structures with geometry-controlled ZnO nanorods and graphene electrodes on PDMS/PET substrates. The differences in the power generation performance were explained in terms of the differences in the deformation modes of ZnO nanorods during the bending of the PENG structures due to the shape controllability of the metallic additives, as well as changes in the carrier concentration with doping.

G4-3 Facile Synthesis of Gadolinium Doped Ceria for Ion Transport Membrane

Ion Transport Membrane 제조를 위한 GDC (Gadolinium doped Ceria) 합성 연구

진연호*,정우철, 최진주, 양재교. *IAE고등기술연구원*

Ion Transport Membrane (ITM) 혹은 Solid Oxide Membrane (SOM)로 불리는 기술은 금속 제련 분야에 주목 받고 있다. 산소 이온 투과 멤브레인을 이용한 금속 제련 기술은 기존의 Pidgeon process 방법에 비해 CO_2 발생량을 크게 절감할 수 있을 뿐만 아니라, 에너지 효율이 매우 높아 전력소모도 현저히 낮출 수 있는 장점이 있다. 이러한 산소 이온 투과 멤브레인을 이용한 제련 공정 개발을 위해 제련 반응 온도에서 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 합성/비교 하였다. 우레아를 이용한 가수분해/석출을 이용한 공정은 Gadolinium nitrate hydrates와 Cerium nitrate hydrates 를 전구체로 사용하였다. 가수분해 반응은 100도 미만의 온도에서 우레아 $(NH_2)_2CO$의 농도 변화에 의해 합성 분말 형상 제어하였다. 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) 분석등을 통해 정량/정성 분석을 진행하였다.최종적으로 합성된 GDC의 이온전도도 측정을 수행하였다.

G4-4 Highly Concentrated Single-Chain Atomic Crystal $LiMo_3Se_3$ Solution Using Ion Exchange Chromatography

이온 교환 크로마토 그래피를 이용한 고농축 단일 사슬 원자 결정 $LiMo_3Se_3$ 용액

채수동[1*], 오승배[1], Akhtar Jahan Siddiqa[1], 김지훈[1], 이원규[1], 장우성[1], 이주송[2], Linlin Chi[1], 허준석[1], 최경환[1], 장지민[1], 김수민[2], 최재영[1]. *[1] 성균관대학교, [2] 한국과학기술연구원*

An important requirement for nanoelectronics is obtaining devices with identical performance. Among the low-dimensional nanomaterials, one-dimensional inorganic nanowires exhibit unique physical and chemical properties because of their single structure. Thus, for their applications, monodispersed nanowires are necessary. This study reports an effective method to obtain highly concentrated single-chain atomic crystal $LiMo_3Se_3$ in aqueous solution. The methodology involves replacing the Li^+ ions with protons via ion-exchange chromatography. After the ion-exchange, 99.98% of the Li^+ ions are effectively removed and a monodispersed nanowire solution is obtained for the concentrations up to 1 $mg{\cdot}mL^{-1}$. This behavior is different from those reported previously, wherein the amount of nanowire bundles increased with an increase in the concentration. This may be attributed to the enlargement of the Stern-layer distance in the electrical double layer, which is in turn caused by the larger effective volume of the hydrated proton compared to that of the hydrated Li^+ ion.

G4-5 Viscoelasticity Behavior of Various Organo Silane Treated Ceramic Resins and Its Relationship with Mechanical Properties of 3D-printed Objects

다양한 유기 실란 처리 된 세라믹 수지의 점탄성 거동과 3D인쇄물의 기계적 특성과의 관계

송세연[1*], 이정우[2], 윤지선[1]. *[1] 한국세라믹기술원, [2] 부산대학교*

To investigate dispersion stability and viscoelasticity behavior of the ceramic/photopolymer composite solution for stereolithography 3D printing process, Al_2O_3 ceramic particle was firstly coated through hydrolysis and condensation reactions using silane coupling agents (SCAs) with the same methoxy group and different organo functional group. The coated ceramic particles were highly dispersed in the

commercial photopolymers of High-temp resins based on inter-penetrating network (IPN) phenomena. The average coating thickness and particle size distribution of the SCA-coated Al_2O_3 ceramic particles were investigated by FE-TEM and particle size analyzer. The dispersion stability and viscoelasticity behavior of the SCA-coated Al_2O_3/High-temp composite solutions according to different organo functional groups were evaluated by relaxation NMR, Turbiscan and viscoelasticity analysis. The improved mechanical properties of 3D-printed objects were observed in the organo silane treated ceramic resins with the strongest viscoelastic behaviors.

G4-6 Stable, Non-Close-Packed Gold Nanowires with 6-Fold Rotational Symmetry

60° 회전대칭을 갖는 안정한 비조밀충진 구조의 금 나노와이어

이선희*, 신현정, 배창득. *성균관대학교*

Gold has been known as the noblest metal with only face-centered cubic (*fcc*) structure in ambient conditions. Here, for the first time, we show stable hexagonal non-close-packed (*ncp*-2H) gold nanowires having about 50 nm in diameter and aspect ratios well over 500. Nanotubular TiO_2 grown by atomic layer deposition technique were used as photocatalyst for reduction of $HAuCl_4$ precursors while proving confined volume. Some of the resulting gold nanowires has been proved to be the *ncp*-2H structure by electron diffraction study. TEM tilting experiments and XRD were used carefully to characterize the crystal structure of the resulting gold. We observed the 6-fold rotational symmetry, which is symmetrically different from the fcc structure. This new polymorph was identified as hexagonal *ncp*-2H structure with lattice parameter of a = 2.884 Å and c = 7.150 Å showing a quite large interplanar spacing (c/a ~2.48). That is, gold atoms are close-packed along the ab plane, but each is not closely stacked along the c axis like in graphite. This structure is expected to be unstable, but the present *ncp*-2H gold was stable under ambient and intense electron beam irradiation, and showed the thermal stability up to 400°C. The resulting physical properties as a result of the corresponding electronic structures change were investigated by comparing the optical properties of fcc and *ncp*-2H gold nanowires. We also confirmed that the formation of *ncp*-2H gold is closely related with the volume of the confined structure.

G4-7 Substrate-induced Doping and Strain Effect of Graphene

기판에 의한 그래핀의 도핑과 변형 효과

지은지*. *연세대학교*

Graphene is a highly sensitive material, strongly influenced by environment. Because atomically flat graphene should be supported on a rough and imperfect substrate, the supporting substrate determine characteristics of graphene sitting on it. Generally, graphene devices fabricated on a SiO_2 substrate are highly disordered, leading to degrading of the intrinsically superior properties of graphene. In most of experiments, the graphene devices are p-doped and shows much smaller carrier mobility than theoretical mobility limit; meanwhile the suspended graphene over the substrate show the highest mobility due to absence of substrate effect. Here we report effect of substrate on doping and strain of graphene. In exfoliation process of graphene on a SiO_2 substrate, many molecules from air are captured under the graphene. Even though more hydrophilic SiO_2 substrate causes higher doping level in the graphene, water molecules on graphene surface or on SiO_2 have no significant effect on graphene doping. Our density functional theory (DFT) simulation shows that hydroxyl molecules on SiO_2 is main cause of the graphene doping. In addition, it was revealed that annealing of graphene makes strain of graphene released. Our work provides more pronounced understanding for doping and strain of graphene on the substrate, which is essential for control of electrical properties of graphene.

G4-8 A New Paradigm for Graphene Synthesis: Transfer-Free Large-Scale, High-Quality Graphene on Polyethylene Terephthalate (PET) Substrates

그래핀 성장의 새로운 패러다임 : PET 기판위에 150°C 에서 전사공정이 없은 대 면적, 고품질 그래핀의 직접성장

윤순길*, 박병주. *충남대학교*

Direct graphene synthesis on flexible substrates *via* chemical vapor deposition (CVD) 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 graphene synthesis temperature must be below ~200°C to prevent substrate deformation.[1,2] In this study, high-quality graphene was directly synthesized on a variety of substrates *via* the introduction of ultra-thin titanium, which possesses a strong affinity for carbon. The various functions of neither the graphene nor the substrates were influenced by the 10-nm-thick titanium because the titanium was oxidized naturally upon exposure to air. Herein, we provide experimental evidence for 4-inch wafer-scale, high-quality graphene grown on titanium-buffered substrates at low temperatures (below 150°C) under a CH_4/H_2 atmosphere *via* plasma-assisted thermal chemical vapor deposition (PATCVD). We applied the proposed methodology to the fabrication of flexible and transparent thin-film capacitors with directly grown top- and bottom-graphene electrodes. These findings could pave the way for a practical exploitation of flexible electronic devices *via* large-scale, high-quality monolayer graphene synthesized directly with no need for transfer processes.

1. Anthopoulos, T. D. et al. Solution processible organic transistors and circuits based on a C70 methanofullerence. *Appl. Phys*. **98**, 54503 (2005).
2. Hummelen, J. C., Yu, G., Gao, J., Wudl, F. & Heeger, A. J. Polymer photovoltaic cells: Enhanced efficiencies via a network of internal donor-acceptor heterojunctions. *Science* **270**, 1789-1791 (1995).

G4-9 Layer-by-layer Oxidation of MoS_2 using Oxygen Plasma Treatment

산소 플라즈마를 이용한 이황화 몰리브덴의 산화

강소정[1*], Jianwu Shi[2], 정재환[1], 이관형[1]. *[1]연세대학교, [2]Henan University*

Two-dimensional semiconductors including MoS_2 and WSe_2 are promising materials for future device owing to their superior properties such as high mobilities, transparency, and flexibility. Transition metal dichalcogenide (TMD) materials have different band structure depending on the number of layers. The control of the number of layer is very important issue for the optical and electrical properties of them. In this research, our customized O_2 plasma system is used to either thin down or oxidize the layer to acquire monolayer

MoS_2. Especially with oxidation mode, the top layer of MoS_2 was oxidized to MoO_xleaving the bottom layer intact, resulting in the high photoluminescence intensity corresponding to that of monolayer MoS_2. Our work provides an effective way for the formation of monolayer MoS_2 from a multilayer flake, which is essential for fundamental studies and engineering of 2D materials.

G4-10 Chemisorption-based Charge Transfer and CO_2 Detection in Graphen

손명우*, 김기현, 지상수, Francis Malar Auxilia, 함문호. *광주과학기술원*

Graphene is one of the most promising materials for chemical and biological sensor applications because of its extremely high surface area, high carrier mobility, and high electrical conductivity. In particular, the electrical properties of graphene can be easily modulated by molecular adsorption, and organic molecules and metal nanoparticles can be used as functional materials for enhancing the sensitivity and selectivity. In this study, we fabricate chemiresistive sensors for CO_2 gas detection, based on graphene co-functionalized with poly(ethyleneimine) (PEI) and poly(ethylene glycol) (PEG). The graphene devices coated with PEI/PEG of a relative ratio of 1 : 3 exhibited the maximum sensitivities of 32% at 5,000 ppm CO_2 in air with 60% RH at room temperature. The charge transfer behavior of graphene and PEI/PEG upon CO_2 exposure was discussed, and this charge transfer relation will facilitate the development of portable graphene-based sensors for real-time gas detection.

G4-11 High Quality Mo Nolayer Graphene Grown Directly at Low temperature via Thermal CVD
화학기상증착법을 이용한 저온에서 직접 성장한 고품질 단층 그래핀 연구

박병주*, 윤순길. *충남대학교*

Direct graphene growth on functional substrates via chemical vapor deposition (CVD) 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 directly 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 report theoretical and experimental evidence for high-quality graphene grown on titanium-buffered substrates at 150°C. We applied the proposed methodology to fabricate flexible and transparent thin-film capacitors with direct grown top- and bottom-graphene electrodes. These findings could pave the way to the practical exploitation of flexible electronic devices via large-scale high-quality monolayer graphene grown directly with no transfer processes.

G4-12 Photo-response Mechanism of Graphene-on-GaN Schottky Junction Photodiodes
GaN-그래핀 쇼트키 접합을 이용한 photodiodes의 광반응 메커니즘 분석

이재형*, 박원일. *한양대학교*

Graphene produces an atomically thin, flat and uniform Schottky contact with the semiconductor, enabling a large, well-defined photoactive area. Especially, the graphene on n-type GaN (Gr-GaN) Schottky Junction photodetectors (SJPDs) are of great interest due to their high responsivity and large active area. Here, we fabricated a Gr-GaN SJPD with particular attention to the interface of the Schottky contact. This allowed us to create a high-performance SJPD showing distinct photovoltaic and photoelectric responses, with V_{oc} of 0.57 V and maximum responsivity of ~110 mA/W at V_a = −1 V. Time-dependent analysis of the UV response of the photocurrent (I_p) allows a direct observation of the photo-carrier dynamics under various applied bias (V_a). Importantly, this study reveals distinctly different responses of I_p as a function of V_a. The underlying mechanism of the anomalous response is elucidated by considering the interplay between UV irradiation-induced electrostatic molecular interactions over the graphene sheet and trapped charges at the defect state in the GaN thin film.

G4-13 Atomically-precise Graphene Etch Masks for 3D Integrated Systems from 2D Material Heterostructures
2차원 이종접합 구조 기반 3차원 집적 시스템 구현을 위한 초정밀 그래핀 식각 마스크

권준영[1]*, 손장엽[2]. [1] *연세대학교*, [2]*University of Illinois, Urbana-Champaign*

In next generation molecular nanotechnologies, atomically-precise fabrication methods are needed to controllably, scalably and reproducibly engineer devices with designed functionality. Here, we demonstrate the novel use of monolayer graphene as a etch mask in van der Waals (vdW) heterostructures and application in nano-electronic and nanomechanical devices. With the exception of graphene, most 2D materials are etched through exposure to xenon difluoride (XeF_2) gas. In contrast, graphene is fluorinated into highly resistive and gas impermeable fluorographene (FG). We fabricated contacts to graphene devices encapsulated within hexagonal boron nitride (hBN) layers, where deposited metal contacts only the FG regions through etched holes in the hBN. The devices showed remarkably high carrier mobility of ~140,000 $cm^2V^{-1}s^{-1}$ and surprisingly low contact resistance of 80 Ω·mm. We highlight the advantages of graphene etch masks through proof-of-concept demonstrations: Interlayer vias between devices at different depths within a heterostructure, devices with multiple active layers, and suspended graphene mechanical resonators with a dry, one-step etching process. Combined, the graphene etch mask is a versatile new nanofabrication process enabling 3D-integrated nanoelectronic and nanoelectromechanical devices from 2D material heterostructures, while simultaneously being atomically precise, scalable, simple to execute, and having performance at or exceeding the state of the art.

S41-1 p-n Heterojunction of Rh_2O_3-decorated WO_3 Nanorods for Enhanced Selectivity toward Volatile Organic Compounds
Rh_2O_3@WO_3 나노라드의 p-n 이종접합을 이용한 휘발성 유기 화합물에 선택적인 가스 센서

송영근[1,2*], 이승엽[1,2], 강종윤[2]. [1]*고려대학교,* [2]*한국과학기술연구원*

Indoor air quality closely related to the healthcare because human activities mainly conducted indoor, and many kinds of volatile organic compounds (VOCs) are emitted from various objects present inside the building. To detect these harmful gases, there are many attempts to distinguish the VOCs using semiconducting gas sensors such as morphological control of nanostructures, metal doping or decoration and formation of heterojunctions. Despite the extensive efforts, it is difficult to distinguish the VOCs due to their high reactivity and similar components. In particular, although acetone and ethanol are the most used in the industry, there is still a limit to distinguish between them.

In this study, we reported highly sensitive and selective VOCs gas sensors based on p-n heterojunctions using vertically ordered WO_3 nanorods decorated with Rh_2O_3 fabricated by glancing angle deposition (GLAD). The investigation of the Rh_2O_3 decorated WO_3 nanorods was characterized using scanning electron microscopy (SEM, transmission electron microscopy (TEM), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and Raman spectroscopy. The gas sensing properties were measured and the selectivity of the decorated nanorods investigated using principal component analysis (PCA) based on the collection of sensor response to various gases. We believe that the decoration of *n*-type WO_3 nanrods with a *p*-type Rh_2O_3 is an effective method to fabricate highly sensitive and selective gas sensors for acetone detection.

S41-2 Hydrogen Gas Detection of Gold Nanoparticles on Self-Activated Graphene Layers

골드 나노파티클/자가활성 그래핀층 구조의 수소 감지 특성 연구

김연후*, 장호원. *서울대학교*

Gold as bulk metal is well known for the least active towards atoms and molecules. On the other hand, gold nanoparticles smaller than 10 nm have exhibited great potential for various research fields such as selective oxidation and hydrogenation by the gold catalytic effect. Also, gold nanoparticles supported on metal oxide have shown great potential for chemisorption of hydrogen molecules in recent studies.

Graphene is a two-dimensional material which has attracted significant research interest owing to its remarkable properties such as tremendous thermal and electrical conductivity, flexibility, transparency, and atomically thin structure. Due to these remarkable merits, studies on graphene for varied applications have become active from few years ago. Furthermore, gas molecules are easily adsorbed on graphene.

In this work, we report hydrogen gas detection of gold nanoparticles on graphene layers which are self-activated. Since graphene is a 2-D material, sensing area and electrodes composed of graphene can be defined by facile lithography processes. Gold nanoparticles are deposited by e-beam evaporator. The responses of the gas sensor to various gases have been measured with varying input bias voltages at room temperature.

Our results show hydrogen gas detection of gold nanoparticles supported on graphene layers at room temperature. Also, the results open a potential of noble metal/graphene heterostructures for further studies.

S41-3 SnS_2-coated SiO_2 Nanorods for Highly Sensitive NO_2 Sensor at Room Temperature with Excellent Recovery

주석이황화물 나노구조체를 이용한 고회복성 상온 구동 가스센서 제작

서준민[1*], 권기창[1], 최경순[2], 홍승표[1], 이태형[1], 홍구택[1], 송영근[3,4], 심영석[4], 장호원[1]. [1]*서울대학교,* [2]*한국기초과학지원연구원,* [3]*고려대학교,* [4]*한국과학기술연구원*

Tin disulfide (SnS_2) have recently been attracting a great amount of attention due to its relatively larger electronegativity which can possibly be beneficial for enhancing gas adsorption sites. Even though tin (Sn) is not one of transition metals, SnS_2 has a 2D structure just like TMDs with high surface-to-volume ratio. In addition, an excessive sulfur component during synthesis procedure can manipulate the majority charge carrier of SnS_2 to be holes. Since *p*-type semiconductors are reported to be suitable for designing high performance gas sensors with rapid recovery kinetics due to their distinctive oxygen adsorption, better recovery can be expected from *p*-type SnS_2. Herein, we report highly sensitive NO_2 sensors operating at room temperature with excellent recovery using SnS_2-coated SiO_2 nanorods. We deposited 500 nm of SiO_2 nanorods by glancing angle deposition method using e-beam evaporator. The precursor solution for SnS_2 was spin-coated on the SiO_2 nanorods and chemical vapor deposition was conducted. Uniformly coated SnS_2 on SiO_2 nanorods showed 700% response to 10 ppm NO_2 at room temperature with detection limit of 408.9 ppb. The promising gas sensing properties can be attributed to dramatically increased surface area of SnS_2 for interaction with gas molecules and *p*-type nature of SnS_2.

S41-4 Design of Ultrasensitive and Highly Selective Methylbenzene Sensors using MOF-derived Hollow Hierarchical Co_3O_4 Nanocages

MOF구조 기반 Co_3O_4 중공 계층구조를 이용한 초고감도 고선택성 메틸벤젠 가스 센서설계

조영무[1*], 김태형[1], 이철순[1], 임겨레[1], 나찬웅[2], 이종흔[1]. [1]*고려대학교,* [2]*한국생산기술연구원*

4가지 크기(~0.3, 1.0, 2.0, 4.0 μm)의 단분산 Co 기반 ZIF-67 (Zeolitiv imidazolate framework-67) 를 합성하고, 이를 template를 이용하여 크기가 다른 Co_3O_4 중공계층구조를 합성한 후, 이들의 가스 감응특성을 평가했다. ~1.0 μm 크기의 Co_3O_4 중공계층구조의 경우 5 ppm의 자일렌, 톨루엔 가스에 대해 매우 높은 감도 (저항비 = 78.6, 43.8)를 나타내었고, 주요 방해가스인 에탄올, 벤젠, 포름알데히드, 일산화탄소에 대비해서 매우 높은 선택성을 보였다. Co_3O_4 중공계층구조의 메틸벤젠에 대한 고감도 및 고선택적 가스 감응 특성은 Co_3O_4 의 촉매활성뿐만 아니라, 껍질의 얇은 계층구조을 통한 입자 내부로의 가스 접근성, 풍부한 메조기공, 및 높은 비표면적에서 기인한다. 입자의 크기, 껍질의 두께, 메조기공, 및 중공 계층 구조는 가스 감응 특성을 결정하는 매우 중요한 요소인데, 이는 ZIF-67의 침전과 수열합성 방법의 적절한 조절을 통해 쉽게 제어할 수 있었다. ZIF-67을 기반으로 한 Co_3O_4 중공계층구조의 합성은 실내 공기질 모니터링을 위한 고성능 메틸벤젠 센서를 설계하는 효과적인 방법을 제시한다.

S41-5 Suspended Metal-oxide Nanowire based Gas Sensors Fabricated at a Wafer Level

웨이퍼 단위 일괄공정으로 생산된 공중부유형 산화물 나노와이어 기반 가스센서

신흥주*. *울산과학기술원 (UNIST)*

Metal oxide nanowires have been widely utilized as a gas sensor material because of their large surface-to-volume ratios facilitating effective gas accessibility and fast response. The gas sensor performance can be enhanced by positioning nanostructures in the form of suspended architecture. We developed a simple batch process implementing suspended single carbon nanowire sensor platform using carbon-MEMS technology. Various metal oxide nanostructures such as ZnO nanowires and CuO nanoflakes could be selectively grown on the suspended sensor platform using successive batch processes. In this talk, we introduce the effect of the suspended architecture and circumferentially distributed nanostructures on the sensing performance. In addition, by adding a single insulation layer, the carbon nanowire could work as a heater enabling gas sensing with ultralow power consumption. At the meeting, we will report the preliminary gas sensing results collected from the nano-heater-integrated suspended metal-oxide nanowire based gas sensor.

S41-6 P-typed Metal Oxide Nanomaterials for ppb-level Formaldehyde Gas Sensors

ppb 수준의 포름알데히드 감지를 위한 P형 나노금속산화물 가스센서

이대식*. *한국전자통신연구원*

To enhance the gas-sensing performance of metal oxide gas sensors, development of the sensing materials, especially nanomaterials, are known to be one of most important solutions. P-type nanomaterials look promising due to their merits like wide dynamic range, good sensitivity, and rapid recovery kinetics. Thus, this paper present some nanomaterials-based gas sensors, that had been recently published, prepared by controlling the materials (CuO, Co_3O_4, ZnCoO), the shapes, the sizes, morphology, surface area, crystallography, etc. As for target application of the gas-sensing nanomaterials, formaldehyde, one of the well-known detrimental air pollutants causing sick house syndrome and requiring to monitor in sub-ppm levels, is chosen. The sensors could detect the gas from the 10 ppb level to 1000 ppb, linearly.

S41-7 High Performance Metal Oxide Semiconductor Gas Sensors Based on Nanocolumnar Structure

나노주상구조 기반 고성능 금속산화물 반도체 가스 센서

강종윤*. *한국과학기술연구원*

Monitoring the deleterious gases presented in breath or indoor has become a promising candidate as a suitable approach for healthcare. To detect the harmful gases, extensive efforts are conducted by nanostructures with metal additives or hetero-junctions on the basis of three basic factors (transducer function, utility factor and receptor function). Generally, porous nanostructures as a sensing material are synthesized by solution or chemical based methods, but have limitations such as uniformity, productivity and reproducibility in practical application. In order to overcome these drawbacks, we studied the synthesis of nanostructures without nano-template or chemical additives based on glancing angle deposition (GLAD) method via e-beam evaporator. By controlling the incident angle of vapor flux, orientation of the substrate, vacuum level, deposition rate and size of electrodes, morphological and electrical properties are effectively tailored. In addition, metal oxide based room temperature gas sensors are investigated using OH-functionalized SnO_2 nanorods in humidity to reduce the power consumption. We believe that our effective method to fabricate highly sensitive and selective gas sensors stands as a competitive candidate for practical application.

S41-8 Metal-Organic Framework on Pd Nanowires for Ultra-Fast Responding and Recovering Hydrogen Sensors

금속유기구조체의 여과 효과를 이용한 팔라듐 나노와이어 기반 초고속 수소 센서 개발

구원태[1]*, Shaopeng Qiao[2], Alana F. Ogata[2], Gaurav Jha[2], 장지수[1], Vivian T. Chen[2], 김일두[1], Reginald M. Penner[2]. *[1]KAIST, [2]University of California, Irvine*

Hydrogen (H_2) has been regarded as a next-generation energy source due to its abundance in nature and high efficiency in energy combustion. However, H_2 easily reacts with oxygen molecules (O_2) in air, which substantially causes a risk of flammability. Therefore, the development of high performance H_2 gas sensors with fast response and recovery time is necessary. In particular, palladium (Pd) metal is a representative H_2 sensing material, but its H_2 sensing properties are easily degraded by O_2 in air. To overcome these limitations, we report on the critical role of metal-organic framework (MOF), assembled on Pd nanowires (NWs), for ultra-fast H_2 sensors. As a protective H_2 filtration-layer, Zn based zeolite imidazole framework (ZIF-8) was directly assembled on lithographically patterned Pd NWs, which lead to the formation of Pd NWs/ZIF-8 based H_2 sensors. The ZIF-8 membrane consisted of a lot of micropores (0.34 nm for gas diffusion) allows the high penetration of H_2 (kinetic diameter = 0.289 nm), while O_2 (0.345 nm) in air are diffused slowly in ZIF-8 layer, resulting in ultra-fast H_2 sensing properties. Very importantly, the Pd NWs covered by ZIF-8 layer (Pd NWs@ZIF-8) showed dramatically improved H_2 sensing speed (7 s for response and 10 s for recovery to 1% of H_2) to low concentration range of H_2 at room temperature in air, compared with pure Pd NWs based H_2 sensors (164 s for response and 229 s for recovery). Although the H_2 response (3.47% to 1%) of Pd NWs@ZIF-8 was slightly decreased compared with pure Pd NWs (5.88% to 1%), the Pd NWs@ZIF-8 showed 20-fold faster recovery and response speed than pristine Pd NWs.

S41-9 Case Studies for Medical Applications based on Chemical Sensors Array

화학센서어레이 기반 의료응용의 사례

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 of applications are from food and medical to environmental monitoring and process control. In presentation, we particularly focus to introduce two case studies for medical applications such as wound and lung diseases

monitoring based on chemical sensors array as an intelligent sensor system for non-invasive health care monitoring, which were developed in our and collaborated laboratories. 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.

S41-10 High Hydrogen Gas Sensing Performances by Utilizing Noble Paladium

팔라듐 기반 고감도 수소센서 제작

정건영*. *광주과학기술원 (GIST)*

나노 프린팅을 이용하여 PET 유연기판 위 폴리머 박막에 금속을 직접전사하여 팔라듐 나노리본 어레이를 형성하였음. 각각의 나노리본 사이는 130 nm 정도의 갭이 있어서 수소가스가 팔라듐 나노리본에 흡착이 되면 팔라듐나노리본이 부피 팽창하면서 갭이 닫히고, 수소가 탈착 되면 다시 나노갭이 생성이 된다. 이 특성을 이용하여 수소가스 누출을 전기적 신호로 감지하는 센서를 제작하였다. 나노갭이 닫힘과 동시에 전류가 순간적으로 증가하고 수소 탈착과 동시에 전류는 즉각 감소한다. 두 콘택 전극의 간격이 200 μm인 팔라듐 나노갭 기반 수소 센서는 3% 수소 농도에서 ~ 10^9 % 감도를 보이고 1.2 μW 낮은 전력으로 구동하여 향후 스마트폰에도 적용 가능성을 보여주었다. 또한, 수 초의 빠른 반응과 회복 속도 특성을 보이고 6개월 동안 동작특성에 변함이 없음도 확인하였다.

IGZO 세라믹 반도체를 이용한 수소가스 센서를 제작하였음. 수소를 잘 흡착하는 팔라디움 금속 촉매 막을 IGZO 박막 위 얇게 (1 nm, 3 nm, 5 nm) 증착하여 두께에 따른 수소가스 센서 동작을 비교하였다. 기저 전류는 팔라디움 두께에 비례하여 증가하며, 1 nm 팔라디움 촉매를 쓴 경우 상온에서 5% 수소농도에서 6.1×10^6 % 의 높은 감도를 보여주었다. 또한, 0.01% (100 ppm) 수소 농도에서도 ~10^4 %의 높은 감도를 나타내었음. 수백 ms의 반응 속도 및 30s의 회복 속도를 보여줌.

S41-11 Metal Organic Framework Templated Gas Sensors

금속유기구조체 기반 가스센서

김일두*. *KAIST*

금속유기구조체 (Metal Organic Framework, MOF) 는 금속이온과 유기물 리간드가 서로 정열되어 형성된 다공성 구조체로 높은 비표면적과 미세기공 구조를 갖는 특징이 있다. MOF는 구조적 특징으로 인해 CO_2 capture, 촉매, molecular sieving layer 등에 널리 응용되고 있으며, 최근들어 가스센서 소재로도 큰 주목을 받고 있다. 본 초청강연에서는 MOF 소재를 이용한 최신 가스센서 연구 동향과, MOF의 탄화 및 산화 과정을 통해 제조된 다공성 소재를 활용한 유해가스 검출 센서 기술에 대해 소개하고자 한다.

S41-12 Gas Sensing Properties of Metal@MOS (Metal Oxide Semiconductor) Core-shell Structured Nanoparticles

Metal@MOS (metal oxide semiconductor) 코어-쉘 구조 나노입자의 가스감지 특성

유연태*. *전북대학교*

The metal oxide semiconductors (MOSs) are known as chemi-resistors, and now extensively used for monitoring several kinds of inflammable and toxic gases. In order to increase the sensing properties, loading noble metal onto the MOSs surface has been recognized as a smart method because these noble metal catalysts act as receptors for the target gas molecules. However, the practice of surface functionalization of noble metals onto the MOSs is limited at high temperature condition due to coagulation and sintering. To overcome this drawback a new strategy of core-shell hetero-nanostructure has been exploited for gas sensors in which noble metals are introduced as cores and oxide semiconductors acted as shells. Due to this core-shell hetero-structure the core is isolated from the shell and prevents it from migration and sintering at harsh conditions. In this study, two different types of metal@MOS core-shell structure nanoparticles (NPs), metal@n-MOS (n-type semi-conductor shell) and metal@p-MOS (p-type semiconductor shell), are introduced, and their gas sensing properties and mechanism are discussed. In addition, the gas sensing behavior of p-MOS@n-MOs core-shell structured NPs is also compared with that of metal@MOS core-shell NPs.

S41-13 Microwave-based Synthesis of Graphene/Metal Oxides Nanocomposite Materials for Gas Sensing

마이크로웨이브 합성법에 의한 그래핀/금속산화물 나노복합체의 합성과 고성능 가스센싱 특성

김현우*, 최명식, 방재훈, 엄완식. *한양대학교*

나노소재는 벌크소재와는 차별화되는 유용하고 다영한 물성을 가지고 있어 최근 각종센서로 사용하기 위하여 활발히 연구하고 있다. 특히 금속산화물 반도체는 냄새 물질에 대한 감응 특성이 우수하고 비교적 광범위의 온도영역에서 작동이 가능하다. 한편 센서의 민감도는 센서물질의 크기가 감소함에 따라 증가하는데 나노소재의 경우는 비표면적이 커서 센서반응이 활성화될 뿐 아니라 크기가 작아 전류의 흐름에 대한 저항의 변화폭이 커지게 되어 감도의 획기적인 제고가 가능하다. 또한 나노복합체는 각 소재의 장점의 시너지효과를 나타낼 뿐 만 아니라 heterointerfaecs의 형성으로 주센싱 소재의 초기 conduction volume감소와 energy barrier의 작용으로 감도의 가일층 향상을 도모할 수 있다. 본 발표에서는 미래 센서기술의 발전 방향중 하나인 나노물질과 복합체 적용을 위하여 마이크로웨이브 합성법을 적용하였고 이 생산물에 대하여 NO_2 가스센싱 특성을 연구하였다.

S41-14 Gas Sensor Array based on 2-Dimensional Materials

2차원 소재 기반 가스 센서 어레이

장호원*. *서울대학교*

Nanostructuring, heterostructuring and surface decoration are powerful methods to enhance chemoresistive gas sensing properties of 2-dimensional materials such as graphene and MoS_2. Here we introduce various approaches to significantly promote gas sensing performance of 2-dimensional materials. Strategies to realize room temperature or heater-less gas sensor array based on 2-dimensional materials for the Internet of Things are prenseded with emphasizing that lower power consumption with faster response and recovery speed, reproducible fabrication process, and long-term stability are critical.

S42-1 Chiral Atomically Thin Films

카이랄 원자 단위로 얇은 박막

김철주*. *POSTECT (포항공과대학교)*

Here, we present a novel approach for programming optical properties of atomically thin films, namely chiral stacking, where atomically thin crystalline films are stacked one-by-one with precise control of the interlayer rotation (θ) and polarity. Based on the approach, we produced chiral bilayer graphene film, which has left- and right-handed counter parts, connected by mirror symmetry. The film displays one of the highest intrinsic ellipticity values (6.5 deg μm^{-1}) ever reported, and a remarkably strong circular dichroism (CD) with the peak energy and sign tuned by θ and polarity. We show that these chiral properties originate from the large in-plane magnetic moment associated with the interlayer optical transition. Furthermore, we show that we can program the chiral properties of atomically thin films layer-by-layer by producing three-layer graphene films with structurally controlled CD spectra. Our fabrication process and tunable chiral properties can be extended from graphene to other two-dimensional layered materials to form chiral atomically thin films. This would allow the realization of chiral properties with diverse electrical and optical features.

S42-2 Emulation of Synapse Using Vertical Floating Gate Memristor "TRAM"

플로팅 게이트 멤리스터 "TRAM"을 이용한 시냅스 모방소자

유우종*. *성균관대학교*

The human cognitive ability consumes several tens of times less power than the latest supercomputer, but the recognition speed and accuracy are much higher. Recently, IBM has developed visual cognitive system "TrueNorth" by integrating a 256 million SRAM synaptors. It successfully recognized multi-object using very low power of 72 mW, which is 176,000 times less than that of an optimized simulator based on von Neumann architecture. However, SRAM synapstor require a large number of transistors (42 transistors for 7bits of SRAMs) to represent a single synapse in a brain cell. In order to solve this problem, researches using an analog memory device "memristor", such as RRAM (Resistive Random-Access Memory) and PRAM (Phase-change Random-Access Memory), are being actively carried out. A memristor is an electronic device that consists of two terminals and an electrical channel, the resistance of which can be tuned in an analogue manner along the numbers of applied pulsed voltages. As a result, the device has a memorized resistance and could represent a single synapse by single memristor.. However, very low reliability of these memristors is the bottleneck for practical applications.

On the other hand, flash memory, which is a memory using a floating gate charge and discharge, has excellent advantages such as data storage of more than 10 years and over 1,000,000 charge/discharge cycles. In particular, the reliability of the circuit is close to 100%, resulting in flash memory to be a major storage device for modern smart phones and computers. However, three-terminal (source, drain, and gate) operation of the flash memory limits the emulation to a synapse device operating as two electrodes of source and drain. Recently, we have fabricated a "tunneling memristor" or "TRAM (tunneling random access memory)" which is a flash memory that can operate with two electrodes of source and drain[1,2]. TRAM showed high reliability and 1000 times higher on/off state than conventional RRAM and PRAM. This has laid the foundation for innovative technology that will change the global artificial intelligence technology roadmap by opening up the possibility of adopting the memristor of reliable flash memory.

1. Quoc, A.V. *et al. Nature Communications* 7, 12725 (2016).
2. Quoc, A.V. *et al. Adv. Mater.* 29 1703363 (2017).

S42-3 Enhanced Performance of Flexible Transistors with 2D Material

Hyuk-Jun Kwon*. *Daegu Gyeongbuk Institute of Science and Technology (DGIST)*

Flexible/wearable electronics are envisioned as a future platform of electronics integrated into a variety of emerging technologies from sensing and monitoring to human-inspired applications. However, typical soft materials have a low thermal budget. Unlike conventional process, a pulsed laser with high energy density leads to the thermal effect in locally confined area where requires high temperature without extreme thermal damage. I demonstrate that flexible multi-layered MoS_2 thin-film transistors (TFTs) in which the electrodes are selectively annealed using picosecond laser achieve the enhancement of device performance without plastic deformation. Numerical thermal simulation for the temperature distribution, transmission electron microscopy (TEM) analysis, current-voltage measurements, and contact-free mobility extracted from the Y-function method (YFM) enable understanding of the compatibility and the effects of pulsed laser annealing process. These various outcomes indicate that the site selective pulsed laser process can open up next-generation technologies and leading the paradigm shift of the electronic applications.

S42-4 Defects En gineering of Transition Metal Dichalcogenides *via* Covalent and Non-covalent Approaches

공유 및 비공유 결합을 이용한 전이 금속 다이칼코게나이드의 결함 엔지니어링

박준홍[1]*, Andrew C. Kummel[2]. [1]*기초과학연구원(IBS),* [2]*University of California, San Diego*

Layered transition metal dichalcogenides (TMDs) have been considered as next generation semiconductor platforms because their atomically thin body allows enhanced electrostatic gate control and atomically scaled precision thickness control of the channel. However, integration of TMDs into the logic transistors has been limited due to a lack of effective defects engineering in TMDs.

At first, the formation of an organic/inorganic van-der-Waals interface between a monolayer (ML) of titanyl phthalocyanine (TiOPc) and a ML of MoS_2 is investigated as a defect passivation method. A strong negative charge transfer from MoS_2 to TiOPc molecules is observed in scanning tunneling microscopy. As a result of a formation of the van-der-Waals interface, the I_{ON}/I_{OFF} in back-gated MoS_2 transistors increases by more than two orders of magnitude, while degradation in the photoluminescence signal is suppressed.

Conversely, the defects engineering via chemical treatments can be employed in TMDs to improve the electronic properties of FETs. The chemical treatment involves dipping process with a single layer of WSe_2 in $(NH_4)_2S$ in ambient conditions. After chemical treatments, new engineered defects are observed with large population of positive

charge carriers. As a result of the formation of defects, the ON current of the single layer WSe_2 FETs increases more than two orders of magnitudes.

S42-5 Solution Processing of High-Performance and Scalable Metal-Chalcogenide Semiconductors

고성능 금속칼코겐화물 반도체의 용액공정

김명길[1*], 박성규[1], Tobin J. Marks[2]. *[1]중앙대학교, [2]Northwestern University*

In modern daily life, the large area display have been the major information delivery media for internet and broadcasting. Furthermore, as represented by the recent development of high performance thin-film solar cell, ubiquitous sensor array for personal health care, and internet of things, the emerging large area electronics applications requires development of high performance semiconducting materials for emerging applications. Metal chalcogenide have been known as promising materials for electronics and solar cell applications. Although there have been limited success of solution processing of metal chalcogenides, The general strategy for obtaining high-quality, large-area metal chalcogenide semiconductor films from soluble precursors is still under development. In this talk, I will present the recent development of high performance metal chalcogenide semiconductors with soluble molecular precursor and nanomaterials. The optimized TFT device could exhibit a maximum field-effect mobility greater than 300 $cm^2 V^{-1} s^{-1}$ with an on/off current ratio of > 10^7 and a good operational stability (threshold voltage shift < 0.5 V at positive gate-bias stress of 10 ks). In addition, metal-chalcogenide-based seven-stage ring oscillators operating at an operating speed of ~2.6 MHz (propagation delay of < 27 ns/stage) was demonstrated.

S43-1 Development of Energy Storage Media Using Hybrid Materials based on the Carbon Nanostructures

탄소나노구조체 기반 하이브리드 소재를 이용한 에너지 저장소재 개발

이정우*. *부산대학교*

Recently, 1D carbon nanostructures, including carbon nanotubes and graphene nanoribbons have exhibited their remarkable physicochemical properties with conspicuous aspect ratios. Also, 2D and 3D graphene materials extended their potentials in a variety of fields. Furthermore, the unique features of zero-dimensional nanoparticles (NPs) have been intriguing in state-of-the-art research topics. In addition, the new functional materials hybridized with different dimensionalities such as 0D NPs and 1D-3D carbon nanostructures have been demonstrated to result in their synergic performance for promising applications. However, practical fabrication of the hybrid, and also understanding of interaction between nanoparticles and carbon nanostructures are still challenging. Here, we present the facile route of development on the energy storage media using hybrid materials based on the carbon nanostructures.

S43-2 Enhanced the Piezoelectric of Polyvinylidene Fluoride (PVDF) Polymer by Combining Flexoelectric Properties of LDHs Nanosheet

LDH 나노시트의 플렉소 특성 융합을 통한 PVDF 고분자 압전 특성 향상 연구

뉴엔띠민뜨위*, 윤순길. *충남대학교*

The structure of Zn:Al Layer-double hydroxides nanosheet (Zn:Al LDHs) is a center-symmetric structure. Therefore, Zn:Al LDH has flexoelectric property. This study proposes a methodology for enhancing the out power of PVDF based piezoelectric nanogenerators (PENGs) by combining the piezoelectric property of PVDF and flexoelectric property of Zn:Al LDHs, respectively. Firstly, AZO is used the precursor material to grow Zn:Al LDHs. Zn:Al LDH nanosheet grown on AZO/Ag/AZO/PES multilayer, PVDF powder is dispersed into Dimethylformamide (DMF) and Tetrahydrofuran (THF) solutions as solvents to form a sol solution. Secondly, the sol solution is deposited on LDH nanosheet /Ag/AZO/PES substrate by the spin-coating method. The final annealing process to change form α-phase PVDF to β-phase PVDF has piezoelectric property. PVDF based nanogenerators produce an output voltage of 0.85 V and a current density of 0.4 $\mu A/cm^2$. After combining, nanogenerator exhibited high output voltage and current density up to 3.25 V and 2.67 $\mu A/cm^2$, respectively. This approach enhanced the performance limits of PVDF-based PENGs.

S43-3 Arsenic Removal by Synthesis of PS@+rGO@GO@Fe_3O_4 Hybrid Composite

Polystyrene@+rGO@GO@Fe_3O_4 하이브리드 복합체 합성을 통한 비소 제거 및 특성 분석

백병민[1*], 임병석[2], 강봉균[2], 양우석[1], 윤대호[2]. *[1]전자부품연구원, [2]성균관대학교*

The PS@+rGO@GO@Fe_3O_4 (PG-Fe_3O_4) hybrid composites for Arsenic removal were successfully fabricated and well dispersed using layer-by-layer assembly and a hydrothermal method. The PG-Fe_3O_4 hybrid composites were composed of uniformly coated Fe_3O_4 nanoparticles on graphene oxide layers with water flow space between 3D structures providing many contact area and adsorption sites for Arsenic adsorption. The PG-Fe_3O_4 hybrid composite has large surface adsorption sites and exhibits high adsorption capacities of 104 mg/g for As (III) and 68 mg/g for As (V) at 25°C and pH 7 comparison with pure Fe_3O_4 and P-Fe_3O_4 samples.

S43-4 Ultra-rapid and Etching-free Multiscale Patterning at Room Temperature via Plastic Deformation

소성변형에 의한 초고속 탈식각 다중스케일 상온패터닝 공정

박운익*. *한국세라믹기술원*

To realize a multiscale (nanoscale-microscale-miliscale) direct pattern formation with functionalities, a novel and practical etching-free patterning technology based on various lithography technologies such as a photolithography, nanoimprint, nanopattern transfer printing, and self-assembly of block copolymer will be introduced in this talk. The multiscale patterning enables an ultrafast pattern formation of various shapes of structures (dot, line, hole, mesh, and ring) with a range of 10 nm to 100 μm by mechanical deformation at an extremely high pressure without any etching process. Diverse materials such as polymers, metals, oxides, and hybrid materials can be easily patterned for a short processing time (< 30 sec) using the plastic deformation patterning process. Simulation results strongly support how the most materials can be multiscale-patterned at an extremely high pressures and a very short processing time.

S43-5 Magnetoelectric Composite with Piezoelectric and Magnetostrictive Materials for Magnetic Energy Harvesting

류정호[1*], 김광호[2]. *[1]영남대학교, [2]부산대학교*

The needs of the Internet of Things (IoT) and the advent of low-power consumption electronic modules are moving energy harvesting systems, so called as 'standalone powering devices' from niche applications to broad-scale practicality. These devices are expected to play a crucial role in the development of next-generation wireless sensor networks (WSN). In contrast to typical magnetic energy generators that use electromagnetic induction, which are bulky and have low generation efficiency under small magnetic fields at low frequency, magneto-mechano-electric (MME) generators utilizing the magnetoelectric (ME) coupling effect and magnetic interactions are considered emerging candidates for a ubiquitous autonomous energy source that can convert stray magnetic noise to electric energy for applications in WSN and low-power-consuming electronics. The key component in an MME generator is the ME composite consisting of piezoelectric and magnetostrictive materials, which elastically couples the electric and magnetic behavior of respective constituent. Here, we report an MME generator consisting of crystallographically controlled piezoelectric single crystal macro-fibre composite and a highly textured Fe-Ga alloy, which exhibits an exceptionally high output power density of 3.22 $mWcm^{-3}$. The large energy generation in this structure is ascribed to the coupling between the strong anisotropic properties of piezoelectric single crystal fibres and textured Fe-Ga magnetostrictive alloy.

S43-6 High-performance Flexible Lead-free $CH_3NH_3SnI_3$/PVDF Bilayer Piezoelectric Energy Harvester

고성능 무연 $CH_3NH_3SnI_3$/PVDF 이중층 압전 에너지 하베스터

IPPILI SWATHI*, 윤순길. *충남대학교*

Energy harvesting is the process of extracting small amount of energy from ambient environment conditions through various sources of energy like light, thermal sources and mechanical sources. In recent years, Piezoelectric energy harvesters and piezoelectric materials have attracted increasing attention as active material in piezoelectric devices to power wearable and portable power commercial light-emitting diodes (LEDs), microelectromechanical systems (MEMS), implantable biosensors, ultralow power wireless electronics, remote and mobile sensors and even portable/wearable personal electronics. Organic-inorganic lead halide perovskite materials have been widely studied for solar cell, LEDs and photo detectors. Recently, few researchers have been investigated the piezoelectric properties of perovskite materials since these have a perovskite structure which can lead to ferroelectric polarizations like other types of materials with the same structural characteristics. But the toxicity of lead-based materials remains major concern for energy harvesting. Therefore, it is highly desirable for lead to be replaced with other nontoxic elements. Among the lead-free perovskite materials for solar cell application reported to date tin based perovskite materials are most promising alternatives. These materials have brittle nature as the conventional piezoelectric materials which limit the fabrication of flexible energy harvesters.

In this work, we present a high-performance bilayer piezoelectric generator based on the lead-free $CH_3NH_3SnI_3$ perovskite and PVDF thin films. $CH_3NH_3SnI_3$ perovskite thin films were prepared by simple spray process technique. The Polarization-Electric field (P-E) hysteresis loop and dielectric constant of the prepared films were investigated and confirms ferroelectric nature of $CH_3NH_3SnI_3$ perovskite films. Therefore, $MASnI_3$ perovskite can potentially be adopted for realizing hybrid energy harvesting devices and to demonstrate the performance of piezoelectric generators. And then we investigated PVDF/$CH_3NH_3SnI_3$ bilayer effect on the output performance of lead-free $CH_3NH_3SnI_3$ piezoelectric generators.

S43-7 Piezoelectric $BaTiO_3$ Nanoparticles Vertical-aligned and Phase-transformed by Electric Field

전기장에 의한 수직정렬 및 상변이의 압전성 $BaTiO_3$ 나노입자

윤제문[1*], 신정호[2], 김광호[3]. *[1](재)하이브리드 인터페이스 기반 미래소재연구단, [2]한국원자력연구원, [3]부산대학교*

Well-aligned nanoparticles have merits for unidirectional loading and energy concentration compared to randomly dispersed particles that cause energy scattering. Because the well-aligned nanoparticles are unidirectional and close to each other, stress-induced energy can be created even by a small stimulus due to the stress-sensitive geometric structure. Here, we present a facile electrical orientation method to obtain vertically aligned $BaTiO_3$ nanoparticle arrays in a polymer matrix for the improved piezoelectric power generation. Compared with the randomly dispersed nanoparticle composite, the vertically aligned $BaTiO_3$ array film has excellent electrical output performance (ca. 3 V and 650 nA) and more than twice the transparency because of reducing light scattering by gathering $BaTiO_3$ nanoparticles. In addition to the improved piezoelectric performance and transparency due to the alignment of the nanoparticles, we found that the (200) diffraction plane of $BaTiO_3$ is transformed by an electric field. Furthermore, it is demonstrated that electric charge generated by a mechanical micro-loading of 4 μm denting depth using a nanoindenter equipment can pass through the polymer insulating layer in the well-aligned composite system but not the dispersed system.

S43-8 Bi-finctional Catalyst for Cellulose Conversion

셀룰로오스 전환 생산을 위한 이중 기능성 촉매

리오이룬 헬레나*. *부산대학교*

셀룰로오스(Cellulose) 는 β-1,4- 글리코시드 결합에 의해 연결된 글루코오스 단량체로 이루어진 불용성 사카라이드 중합체이다. 현재의 연구 동향은 셀룰로오스를 글루코오스로 가수 분해하는 데 초점을 맞추고 있으며, 이는 셀룰로오스를 대체 연료로 사용하기 위한 핵심 기술이다. 셀룰로오스 에서 글루코오스로 변환을 위한 전통적인 공정은 HCl, H_2SO_4 또는 HF를 포함한 희석시키거나 농축된 광물성 산에 의한 가수 분해를 포함하지만, 이 시스템은 반응기의 변성, 낮은 재활용성 및 폐수의 후처리와 같은 단점이 있다. 효소는 열안정성이 낮기 때문에 가수 분해에 긴 반응시간이 필요하다. 따라서, 셀룰로오스 가수 분해를 위한 대체 경로, 특히 고체 산 촉매의 이용이 연구되고 있다. 단일 작용기로서 단일 -SO_3H 기를 갖는 통상적인 고체 산은 촉매와 셀룰로오스 사이의 부족한 상호 작용으로 인해 글루코오스 수율이 낮게 나타난다. Nature (2005)는 셀룰로오스 가수 분해의 잠재적인 촉매 후보로서 -SO_3H, -COOH 및 -OH를 포함하는 다기능 그룹의 카본 지지체를 제안했다 (Fig. 1). 동일한 그룹 (Green Chemistry, (2008))은 또한 -SO_3H 그룹에 친수성 분자 (-OH, -COOH)가 촉매 부위에서 셀룰로오스 결합을 촉진시켜 결국

가수 분해 과정을 가속시킨다고 하는 셀룰로오스 가수 분해의 주요 촉매인자를 설명했다. 수십 분 내에 묽은 황산에서 탄소 암모니아의 새로운 플라즈마 술 폰화 공정. 술 폰화된 탄소의 총 산성 및 $-SO_3H$ 밀도는 각각 4.4 mmol/g 및 2.2 mmol/g이었다. 설 폰화된 탄소 촉매를 사용한 셀룰로오스 가수 분해 중 포도당 선택도는 83.9%였고 3 회 재활용 후 성능은 98%를 유지했다.기존의 술 폰화 공정에 비해 플라즈마 공정은 공격적이고 유해한 화학 물질을 사용하지 않고 탄소 재료를 설 폰화 할 수있어 탄소 촉매 상용화에 대한 환경 영향 및 비용을 크게 줄이고 재생 에너지를 위해 셀룰로오스를 포도당으로 전환시키는 것을 촉진합니다.

S43-9 3-dimensional Energy Conversion Nanostructures Fabricated Based on Metal/Polymer Interfacial Engineering

정연식*. *KAIST (한국과학기술원)*

This talk introduces how engineering of metal/polymer interfaces can realize the fabrication of highly uniform and reproducible 3-dimensional (3D) nano-architectures composed of high-quality polycrystalline materials. As an example, excellent catalytic activity and durability of 3D nanocatalysts for fuel cell, CO_2 conversion, and hydrogen production will be demonstrated.

S43-10 Atomic Layer Deposition Processes for High Efficient Polymer-Electrolyte Membrane Fuel Cells

고분자전해질연료전지 응용을 위한 원자층증착기술

권세훈*. *부산대학교*

고분자전해질 연료전지는 최근 청정에너지원으로 각광을 받고 있으며, 특히 연료전지 자동차의 급격한 성장과 함께 많은 개발이 이루어지고 있다. 그러나, 고분자전해질 연료전지의 성공적인 상용화를 위해서는 연료전지를 구성하는 다양한 부품의 성능개선과 가격 경쟁력 확보, 그리고 대량생산에 적합한 공정기술의 개발이 이루어질 필요가 있다. 특히, 고분자전해질 연료전지를 구성하는 다양한 부품에서 고가의 귀금속을 다량 사용하므로, 귀금속 저감을 이룰 수 있는 기술의 개발이 현재 다양한 방법으로 개발되어 지고 있다. 특히, 금속분리판과 MEA를 구성하는 촉매 소재의 개선이 가장 시급한데, 이는 두 부품에 대한 DOE의 특성 요구 스펙이 매우 높고, 고분자전해질 연료전지 전체 부품에서 가격비중이 가장 높기 때문이다.

따라서, 본 연구에서는 화학흡착을 활용하여, Pinhole과 같은 표면 결함이 최소화된 고품질 박막의 형성이 용이하고, 매우 얇은 두께로 정밀한 컨트롤이 가능한 원자층증착법의 고분자 전해질 연료전지로의 응용 가능성을 살펴보고자 한다. 특히, 우수한 전기적 전도성, 높은 내부식성, 낮은 접촉저항 등이 필요한 금속분리판용에 적용을 위한 원자층증착방식의 보호층소재와 고밀도의 나노 금속 입자 증착을 통해, 귀금속 사용량 저감이 가능한 유동층 원자층 증착법 기술을 중심으로 살펴보고자 한다.

S43-11 Enhanced Output Performance of $MAPbI_3$-PVDF Composite Thin Films based Flexible Piezoelectric Generator

$MAPbI_3$-PVDF 복합체 박막 기반의 유연한 압전 발전장치 특성 향상

Venkatraju Jella*, 윤순길. *충남대학교*

Energy harvesting from ambient environment and biological moments has received considerable attention for developing self-powered device. Among various energy sources, mechanical energy sources (e.g., human walking, transportation movement, and even sound waves) are most promising candidate for energy generation with improved accessibility and eco-compatibility [1-3] since the first nanogenerators were demonstrated for direct energy conversion from mechanical motion to electrical power. In past decade, numerous piezoelectric generators have been constructed using various piezoelectric nanostructured materials. Recently, $CH_3NH_3PbX_3$ perovskite (X = Cl, Pb, I) attract much attention with direct band gap energy of 1.5~2 eV has shown outstanding properties as an absorber layer in perovskite solar cells with 19.3% within few years. Apart from the light harvesting, the spontaneous polarization of these perovskite materials leads to study towards piezoelectric application [4]. In addition this, $MAPbI_3$ thin films used as a piezoelectric generator [5].

Here we investigated flexible piezoelectric generator of $MAPbI_3$-PVDF composite films. The composite films were prepared using various amounts of $MAPbI_3$ and PVDF by spin coating on Au/Ti coated PET substrate. As deposited thin films structure and surface morphology were characterized by XRD and SEM. The dielectric properties of prepared composite films were investigated. The piezoelectric performance of $MAPbI_3$-PVDF composite films were measured for various volume ratios of $MAPbI_3$ and PVDF.

S43-12 Electrochemical Process for Thermoelectric Materials

전기화학공정법을 통한 고성능 후막열전 제조에 관한 연구

임재홍*. *재료연구소 (KIMS)*

Electrochemical process has been attracting attentions because of its many advantages including low-cost, rapid deposition rate, and ease of control their microstructure and crystallinity by adjusting electrochemical parameters. Among many applications, electrochemical deposition techniques can be used for the generation of renewable energy sources such as thermal, hydrogen energy, etc. In this study, we investigated the optimization of high efficient thermoelectric materials. Thermoelectric compounds such as Sb_2Te_3, Bi_2Te_3, and Bi_2Se_3 have been extensively studied because of their potential applicability for efficient energy harvesting and cooling devices. We synthesized nano-dots/phases precipitated thermoelectric materials, resulting that the power factor was about 60% thermoelectric performance compared to the bulk counterpart. More details will be presented.

S43-13 Effects of Uniformly Dispersed Nanofillers, Particle Size and Interfacial Polarization on Dielectric Properties of Polymer Matrix Flexible Dielectric Nanocomposites

나노입자의 균일한 분포와 파티클사이즈 그리고 입자간 계면분극이 유연한 고분자 나노 복합재료의 유전성능에 미치는 영향 연구

진영호[1]*, Rosario Gerhardt[2]. [1]*육군사관학교*, [2]*Georgia Tech*

Polymer matrix flexible nanocomposites with effectively dispersed single phase and multi-phase nano-fillers were prepared by a simple phase separation method. The dielectric properties of nanocomposites were enhanced by improved interfacial polarization between the matrix and the fillers. Effects of the particles size and the dispersion on the dielectric properties of polymer matrix flexible nanocomposites were studied. The effects of the interaction between the dielectric fillers and the conductive fillers were also investigated. The real permittivity and the energy density of composites with single phase

filler showed as high as 66 and 17.24 J/cm^3 respectively, due to uniformly distributed fillers. The interactions between nanoparticles were also studied by finite element analysis and compared with experimental data using a time harmonic-electric current solver in the AC/DC module of COMSOL Multiphysics® 5.2. The dielectric properties of composites with mutiphase fillers were further enhanced by the interaction between the dielectric and conductive fillers. These flexible dielectric nanocomposites are considered as potential candidates for gate dielectrics, embedded capacitors, energy storage devices and electromechanical transducers.

S43-14 Solution-processed High Energy and High Power Storage Nanotechnology

용액공정 고출력에너지 저장 나노기술

Rajaram Mane*, 김광호. *부산대학교*

Nanostructured thin films of metal oxides/chalcogenides with various morphologies *viz.*, particles, wires, rods, tubes, plates etc., have been significantly envisaged in various optoelectronic devices including thin film transistors, photoelectrochemical cells, heterojection-based solid-state solar cells, polymer solar cells, gas sensors, dye-sensitized solar cells, batteries and supercapacitors etc. To suffice requirements of device, novel structures have been synthesized and successfully evaluated. Since single component metal oxide/form cannot satisfy all essential requisites for a specific optoelectronic device, so emphasis has been made to synthesize property oriented nanostructures to provide a much-needed functionality. For example when one wish to use metal chalcogenide/oxide as counter electrode like platinum, then synthesized nanostructures of NiS, CoS, FeO_3 etc., should necessarily possess catalytic properties. In this talk, the benefits of solution-processed metal oxide/ chalcogenides nanostructures in the areas of energy (conversion and storage), chemical sensors along with synthesis approach will be discussed. Moreover, biological applications including protective antigen detection and antibiotics in addition to gas sensors and supercapacitors will be highlighted.

G5-1 Comparison on Substitution Limit of Various Divalent Ions in OCPs Synthesized by Slow and Fast Techniques

저속 및 고속 기법으로 합성 된 OCP에서 다양한 2가 이온의 대체 한계 비교

이맘아크발*, 김주성, 이승엽. *영남대학교*

Partial substitution of calcium ions in octacalcium phosphates (OCP, $Ca_8H_2(PO_4)_6{\cdot}5H_2O$) is known to change the OCP phase stability and improve their biological performance. Various amount of divalent ions such as Mg^{2+}, Sr^{2+}, and Ba^{2+} were introduced during the synthesis of OCPs. The substitution limit and structural change of the OCPs which were synthesized with each divalent ion were studied by the lattice parameter change and second phase formation. The lattice parameter change and second phase formation were related to the type and amount of substituted ions and synthesizing methods as well. Several differences between two OCPs synthesized by two methods could be perceived from the lattice parameter changes with divalent ion content. Unexpected results were obtained as follow; about 9.32% of Sr was possible to be incorporated while Mg could only substitute around 4.26% of the Ca in OCP. Moreover, the Sr substitution contracted the lattice parameter by 0.9643 Å on (100) direction instead of expanding it.

G5-2 Expansion of the Inter-planar Spacing of OCP Synthesized from DCPD with Dicarboxylic Acids

DCPD에서 유도된 층상구조 OCP의 디카복실산 첨가에 의한 층간 거리 증가

이승엽*, 김석영. *영남대학교*

Octacalcium phosphate (OCP) mineral has a layer structure which is composed of a hydrated layer between two apatite layers. It was found that the hydrated layer can be replaced with dicarboxylic acids. Yokoi showed that addition of dicarboxylic acids causes the expansion of (100) interplanar spacing during OCP precipitation. They also showed that the expansion of interplanar spacing was dependent on the chain length of dicarboxylic acids. In the previous study, the OCP with high purity OCP and high synthesis rate was obtained from dicalcium phosphate dihydrated (DCPD) precursor. In this study, the replacement of the hydrated layers with various dicarboxylic acids while the OCP synthesis from DCPD precursor was investigated in distilled water at pH 5.0 to 5.5 and temperature 60°C to 80°C with succinic, adipic, and suberic acids. The expansion of (100) interplanar spacing was measured by low angle XRD and compared with the Yokoi's results which were prepared by conventional precipitation method. Unlike the results of Yokoi's, only partial organic acid chain replacement was observed, it is expected to due to the difference in the synthesis speed of OCP.

G5-3 Bio-application of Parylene Passivation Layer Coated in situ-synthesized Cadmium Sulfide Nanowires Photosensor

파릴렌 보호막이 코팅된 카드뮴설파이드 나노선 광센서의 바이오 응용

김홍래*, 변재철. *연세대학교*

The direct in situ synthesis of cadmium sulfide (CdS) nanowires (NWs) was presented by direct synthesis of CdS NWs on the gold surface of an interdigitated electrode (IDE). In this work, we investigated the effect of a strong 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.

G5-4 Ball Mill Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Improving Enzyme Digestibility; Current Status and Challenges

이진형*. *한국세라믹기술원*

볼밀 공정을 이용한 목질계 바이오매스 전처리 기술은 독성 부산물이 발생하지않고 세척공정이 필요없어서 친환경 전처리 공정 개발이 가능하다.

본 발표에서는 그동안 볼밀 공정을 이용한 목질계 바이오매스 기술에 의한 바이오매스의 특성 변화와 당화 효율 향상에 대해 소

개하여 목질계 바이오매스 전처리 효율 향상을 위한 핵심 공정 요소를분석하고 이들에 의한 바이오매스의 특성 변화 및 최적조건 확립에 관해 발표하고자 한다. 특히 바이오에탄올 및 바이오부탄올 생산 발효공정과 연계하였을 때 본 볼밀 전처리 기술의 장점에 대해서소개하고 그 적용 가능성을 보여주기 위해 실제 바이오매스를 활용한 바이오부탄올 생산 공정에 적용한 연구 결과를 소개한다.

마지막으로 향후 기술의 상용화를 위한 문제점과 이를 극복하기 위한 방안에 대한 고찰을 논의 하고자 한다.

G5-5 Stabilized Multi- and Chemo-Enzymatic Systems for Biomimetic Transformation of Carbon Dioxide

생체모방형 이산화탄소 전환을 위한 안정화된 멀티/키모 효소 시스템

황이택[1*], 구만복[2]. *[1]한국세라믹기술원, [2]고려대학교*

In nature, CO_2 conversion to valuable chemicals is performed by several metabolic pathways through multi-enzymatic reaction. Here, we aimed to mimic this by introducing modular/compartmentalized strategies using carbonic anhydrase (CA) and phosphoenopyruvate carboxylase (PEPCase). Multi- and chemo-enzymatic modular systems for long-term stable continuous operation was prepared by using stabilized CA and PEPCase microbeads, respectively. Each microbeads were employed within a modular enzyme reactor system to show its long-term and stable use in the continuous and/or simultaneous production of oxaloacetate (OAA) and $CaCO_3$. It was found that the production of OAA and $CaCO_3$ was stable for more than 24 h and 6 days, respectively. The step-by-step constructions of the compartmentalized CA/PEPCase microbeads are monitored with cascade enzymatic OAA production rate from CO_2substrate. The CA/PEPCase system is retained about 75% of the OAA production rate of free CA/PEPCase multi-enzyme/microbeads complex structure. This is the first demonstration for both repeated-batch mode and a continuous mode for CO_2 utilization and sequestration biomimetically by using stabilized multi- and chemo- enzymatic pathway found in biological system.

G5-6 Comparison of Graphene and Ruthenium Oxide Modified Electrode for Photosynthetic Electron Harvesting

그래핀 및 산화 루테늄 개조 전극의 광합성 전자 추출 비교

홍현욱[1*], 이장미[2], 윤재형[1], 김용재[1], 김선일[1], 황성주[2], 류원형[1]. *[1]연세대학교, [2]이화여자대학교*

Photosynthetic electrons (PEs) are produced in a thylakoid membrane by splitting water during photosynthesis. These PEs are excited by photosystem through light energy absorption and excited PEs are transferred via electron carriers in order to synthesize NADPH. Recently, many researchers are interested in PEs and its potential power of photosynthetic light energy harvesting. They have tried to extract more PEs by various methods such as chemical tethering between thylakoid and electrode, enlarged electrode area, or mediator usage. However, although previous studies have great contributions to photosynthetic energy harvesting, still those studies have limitations in that practical uses. In this study, we suggest that electrophoretically deposited nanomaterials on Au electrode can improve the PEs extraction from thylakoid. Electrodes modified by 2-dimensional nanomaterials such as graphene or ruthenium oxide have 2~4 times larger area than before and photosynthetic current were measured up to 10 times higher than Au electrode.

G5-7 Preparation and Characterization of OCP/Gelatin Composite Cross-linked with HRP for Bone Tissue Engineering

HRP 가교제로 경화된 OCP/젤라틴 복합체의 합성 및 특성평가

Mertamani Riessa Nanda*, 김석영. *영남대학교*

Pure octacalcium phosphate (OCP) has been suggested to be an excellent bone substitute material compared with other calcium phosphate minerals due to fast bone regeneration. Nonetheless, the difficulty in forming and the low mechanical stability in a body fluid or cell culture medium were main problems for in vitro and in vivo assessments because the OCP material cannot be applied with the high temperature treatment. In this study, the inorganic (OCP) and organic (gelatin) mixture powder was prepared to enhance the formability and the mechanically stability for composite discs. The composite powders were prepared by a co-precipitation during the OCP synthesis and the gelatin mixing after OCP synthesis. The starting material for OCP was a dicalcium phosphate dihydrate (DCPD) and the gelatin was added in the range of 0.2 to 1.0 wt%. The influence of gelatin addition on the morphology and reaction time of OCP crystals and the mechanical strength and formability of the composite powders was investigated. The addition of gelatin into OCP powder improved the mechanical strength of OCP disc samples, but the addition of a HRP (horseradish peroxidase) as a crosslinking agent into the composite samples further enhanced the mechanical strength.

G5-8 TiO_2 Nanowire Chip for MALDI-TOF Analysis of Small Biomolecule

저분자량 분자의 MALDI-TOF 분석을 위한 TiO_2 나노선 칩 개발

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 TiO_2 nanowire target chip for MALDI-TOF MS to eliminate matrix noise, and to detect small biomolecules. TiO_2 nanowires integrated MALDI sensing chips were synthesized by mild hydrothermal process called “wet corrosion process”. SEM and TEM measurements revealed that morphology of synthesized TiO_2 nanowires have a diameter of 30 nm, and the crystal structure was determined by XRD and Raman spectrometry. The photocatalytic activity of TiO_2 nanowire chips was tested by the degradation of methylene blue under UV irradiation. The feasibility of detecting small biomolecules by TiO_2 nanowire chip was demonstrated with peptides, amino acids and drugs. In addition, quantitative analysis of glycine, arginine, glutamic acid, proline was carried out and limit of detection was 10 pM for glycine, arginine, glutamic acid, and 100 pM for proline.

S51-1 3D Printing of Permittivity-graded Material using UV-cured-resin/Alumina Composite

Muneaki Kurimoto*. *Nagoya University*

3D printing (i.e. 3D additive manufacturing) is a process of joining materials, usually layer upon layer, to make objects from 3D model data. It can provide various prototypes of solid insulator and the insulators with gradient material e.g. functionally graded material. This paper investigates the feasibility of 3D printing of 2 layered permittivity-graded material with using UV-cured-resin/alumina composite material.

UV-cured-resin/alumina composite was fabricated by compounding UV-cured-resin and micrometric alumina particle with particle loading of 10 vol%. The relative permittivity and dielectric loss tangent of UV-cured-resin/alumina composite were measured in comparison with unfilled UV-cured-resin. The composite was deposited layer upon layer with UV laser irradiation in the 3D additive fabrication process.

The relative permittivity of UV-cured-resin/alumina composite was higher than that of unfilled UV-cured-resin, which confirmed that alumina particles was introduced to UV-cured-resin. By the 3D printer with using the composite material and unfilled resin, we fabricated the 2 layered permittivity-graded material whose shape was cylindrical insulating spacer with 30 mm thickness.

We confirmed the 3D printer could produce a prototype of 2 layered permittivity-graded material using UV-cured-resin/alumina composite.

S51-2 Additive Building of Mortar Backbone Structures

몰탈 기반의 건축구조 적층 기술

최한신*, 박진수. *한국생산기술연구원*

Transition from “More-of-Less markets” to Less-of-More markets is supported by advances of disruptive manufactureing technologies and reconfiguarble-supply-chain management technologies. In the context of pervalence of cyber physical manufacturing system, additive manufacturing technology is of great impacts on idustries, economics, and societies, Traditionally, backbone structures are built via bottom-up manufacturing either with pre-fabricated building blocks such as bricks or with layer- by-layer concrete casting such as climbing formwork casting. In both cases, design selection is limited by formwork design and cost. Accordingly, tool-less building of freedom backbone structures is attractive. In this regard, KITECH has been developing Concrete Direct Building (CDB) technology, which is classified into material extrusion AM. Cementitious feedstock is extruded and placed on demand. In the present study, we introduce autonomous CDB system development project. It will cover articulated gantry framework, feedstock preparation extrusion module, in-situ process diagnostics modules, slicer and g-code edition software, real-time data analysis and control, faults definition and erro-codes specification, clearing module, and activity based cost/resources estimation model.

This research was supported by a grant(17AUDP-B121595-02)from Urban Architecture Research Program funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean goverment.

S51-3 Ceramic 3D Printing for Catalytic Applications: Current Status and Perspectives

세라믹 3D 프린팅을 이용한 화학촉매 연구동향 및 전망

곽근재*. *한국화학연구원*

3D 프린팅이랑 적층제조 (additive Manufacturing)으로 불리며, 디지털 디자인 데이터를 소스로 소재를 적층하여 3차원 물체를 제조하는 프로세스를 말한다. 이전까지 제조기술은 입체형상의 재료를 기계가공등을 통하여 자르거나 깎는 방식의 Top-down형 제조 방법이었다면, 3D프린팅은 이와 반대로 적층형태로 소재의 구조를 만들어 가는 bottom-up 형태의 새로운 제조 방법이다.

3D 프린팅 의 화학촉매분야 활용은 주로 금속과 고분자 가공에 제한된 소재의 한계로 인해서 최근까지 기초 연구단계 수준으로 촉매 지지체로 사용되는 세라믹들의 다양한 적층제조법들이 개발되고 나서부터 최근 연구가 시작되었다.

화학촉매에서 bottom-up형태의 3D구조 지지체가 갖는 장점은 반응중에 발생하는 열이나 필요한 열을 효율적으로 제거, 공급하기 위한 최적의 반응시스템의 구조에 맞춰 촉매를 제조할 수 있다는 것이며,촉매의 형태에 따라 시스템이 결정되는 일이 많기 때문에, 화학공정에서 시스템의 모양에 자유도를 줄 경우 이와 관련한 다양한 파생기술들이 생길 수 있다. 또한 화학반응에 있어서 효과적인 물질전달이 가능한 촉매디자인이 원천적으로 가능하기 때문에 촉매의 구조적인 개선을 통해 촉매 성능이상 반응 생성물을 얻을 수 있다.

본 발표에서는 최근 이슈가 되고 있는 세라믹 소재 3D프린팅을 이용한 화학촉매 연구동향을 살펴보고 앞으로의 전망을 예측해 보도록 하겠다.

S51-4 New Trial for Ceramic Additive Manufacturing based on Stereolithography

윤희숙*. *재료연구소*

Additive manufacturing (AM) technologies have attracted a lot of attentions and have advanced remarkably in the last decade. However, there are still limitations both on selecting materials and on controlling part performance. In the former case, polymers and metals are typically used as materials for AM. Development of AM technology for ceramics consequently keeps on being required. In the latter case, functionality of 3D structure was only controlled by designing 3D architectures, although we can expect much advanced functionality of 3D part by using multi-materials for AM process. To this purpose, our group has originally developed the digital light process (DLP) system, consisting of multi-film type material feeding system, 180°-horizontally rotatable stereolithography module and washing module to prevent contamination between materials, for using multi-ceramic materials. We believe that this new technology may provide big turning point to overcome limitation of traditional ceramic forming process.

S51-5 Making Porcelain Figures using a Binder Jetting 3D Printer

바인더 젯팅 방식의 3D 프린터를 이용한 도자기 조형물 제작

김응수[1*], 최정훈[2], 강은태[2], 이진욱[3], 조우석[1]. *[1]한국세라믹기술원, [2]경상대학교, [3]고려대학교*

실내외 장식을 목적으로 심미성에 중심을 두고 제작하는 Porcelain figure 제품은 다양한 소비층의 요구를 만족시키기 위해 소량 다품종 생산하여 고가에 판매된다. 이러한 관점에서 전통세라믹 분야 중 3D printing 기술의 우선적인 활용이 적합한 분야이다. Porcelain

figure의 구조 안정성을 고려하여 Digital Sketch를 작성하였으며 열유동 해석을 통해 최적의 기형과 두께(< 20 mm)를 결정하였다. 소결 후 glass phase, quartz, mullite 등으로 구성된 porcelain figure를 제작하기 위해서 starting materials로 glass bead, clay, quartz를 34, 46, 20% 비율로 건식 혼합하고 여기에 경화 과정을 돕기 위하여 alumina cement, sodium silicate powder를 각각 5%, 4%씩 첨가하였다. Powder shape과 size는flowability, packing density, pore size에 직접적으로 영향을 미친다. 그러므로 조성과 더불어 사용되는 분말들의 형상 및 물성을 최적화하여야 한다. 안식각 실험을 통해 구형 glass bead의 최적 입도를 86 μm으로 결정하였으며 비표면적이 90 m^2/g인 친수성 fumed silica 를 3% 첨가하여 추가적으로 흐름성을 개선하였다. Hydrophobic fumed silica를 첨가했을 때 flowability 변화가 크게 일어나지만 수성 바인더와의 호환성 문제로 인하여 실험에서 배제하였다. Bar 형태의 시편을 이용한 소결 실험과 유약 적용성 실험을 통해 1100°C에서 1차 소결을 진행하고 고형분 50%의 유약을 2번 시유하여 2차 소결하는 방법으로 시유 및 열처리 공정을 결정하였다. 최종 결과물인 porcelain figure는 Digital Sketch 대비 기형 일치도는 표면 질감을 포함한 비교에서는 ~67%로 확인되었으며 골격만을 비교한 경우 ~92%로 관찰되었다.

S51-6 Advancement of 3D Printing Inorganics at Corning, Incorporated

Laura B Cook*. *Corning Incorporated*

With over 167 years of expertise Corning, Incorporated is a global leader well known for its innovative practices in materials science.

Corning has specialties in glasses, glass-ceramics, ceramics, and related materials including the compositional development, forming, and processing of these materials.

It is because of this rich experience and knowledge that marks Corning at the forefront for 3D printing of inorganic materials.

This presentation will cover materials of interest to Corning for Additive Manufacturing forming.

S51-7 Multi-material based 3D Printing Technique for Manufacturing Functionally Graded Composite Structure
다종소재 기반 경사기능성 구조 3D 프린팅 기술

이윤희*, 고영학. *고려대학교*

Recently, 3D printing technique with improved capability of precisely realizing three-dimensional designed shapes using a computer has been utilized in various industrial fields. SLA (Stereo-lithography) and DLP (Digital Light Processing) technologies use a platform (stage) to create a thin layer of photo-curable materials such as photo-curable resin, ceramic/resin composites, by ultra violet light, selectively cure it according to a pre-programmed design, a technique of forming a three-dimensional structures in such a manner as to continuously laminate on an z-axis. Typical SLA and DLP technologies are used for forming a single-composition structure because 3D printing is performed in a container containing a single material with uniform composition. Recently developed multi-material based 3D printing technique can produce a composite material having a stacked structure of a plurality of materials, but there is a clear interface between different materials, which may result in a drastic decrease in physical properties. Accordingly, this study relates to the development of a new concept of 3D printing technique capable of printing a shaped article having a unique graded functional structure in which the composition capable of overcoming the limit of the discontinuous interface yet continuously changes.

In this study, homogeneously dispersed high-content ceramic slurry (ceramic loading 50 vol.%) is prepared by using Hydroxyapatite (HA) and β-tricalcium phosphate (β-TCP), which are biocompatible ceramic powders, and photo-curable monomers such as 1,6-Hexanediol diacrylate (HDDA), Acryloyl morpholine (ACMO) and dispersant.

The prepared ceramic/polymer structure is densified by removing monomer binders and heat treatment is performed at a high temperature of 1150°C to prepare and evaluate the final sintered body.

S51-8 Fabrication and Characterization of Porous Ceramic Scaffolds using Photo-curable Ceramic Slurry
광경화성 세라믹 슬러리 기반 3D 프린팅 기술 및 이에 의해 제조된 3차원 세라믹 구조물

이정빈*, 맹우열, 이윤희, 고영학. *고려대학교*

골 조직 결손 부위에 식립되어 효과적인 재건을 돕는 생체 세라믹 스캐폴드는 그 목적에 따라 다양한 제조 방법들이 개발되어 있다. 그러나 기존의 전통적인 제조 방법으로는 생체 세라믹 스캐폴드의 기계적 물성 및 생물학적 특성에 영향을 주는 기공 구조를 정밀하게 제어하는 데에는 어려움이 있어, 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 무기물을 유기물과 매우 균일하게 잘 복합화시키며, 또한 이를 응용하여, 3D 프린팅법 중 하나인 정밀도 및 속도 등이 우수한 DLP(Digital Light Processing)법에 적용 가능한 액체기반의 광경화성 세라믹 소재 및 기공유도중합체가 포함된 광경화성 슬러리를 사용하여, 최종적으로 매크로/마이크로 기공을 가지는 고품질 생체 세라믹 스캐폴드 제조에 관한 연구는 거의 보고되지 않았다. 이는 기본적으로 무기물과 유기물이 매우 균일하게 복합화되어야 하며, 이렇게 제조된 복합물이 층층이 적층시키기에 적절한 레올로지를 가지기 위해, 소재들의 특성 분석 및 적절한 배치를 잡는 것이 매우 중요하다.

이에 본 연구에서는 고충진 광경화성 세라믹 슬러리 기반 3D 프린팅 기술을 사용하여, 고품질의 생체세라믹 스캐폴드를 제조하고 평가하였으며, 또한 동결매체가 포함된 광경화성 세라믹 슬러리를 사용하여 세라믹 구조물 내에 3차원적으로 연결된 미크론 단위의 기공을 가질 수 있는 3D 프린팅 기술을 소개한다.

S51-9 Stereolithographic Additive Manufacturing of Ceramic Components with Functional Geometries

Soshu Kirihara*. *Joining and Welding Research Institute, Osaka University*

In stereolithographic additive manufacturing, 2D cross sectional patterns were created through photo polymerization by ultra violet laser drawing on spread resin paste including ceramic nanoparticles, and 3D composite models were sterically printed by layer lamination though chemical bonding. The stereolithography system has been developed to obtain bulky ceramic components with functionally geometric structures. An automatic collimeter was newly equipped

with the laser scanner to adjust beam diameter. Fine or coarse beams could realize high resolution or wide area drawings, respectively. Nanometer sized metal or ceramic particles were dispersed in to photo sensitive liquid resins from 50 to 67 % in volume fractions. The paste was spread on a glass substrate from 10 to 100 μm in layer thicknesses. An ultraviolet laser beam of 355 nm in wavelength was adjusted from 10 to 300 μm in variable diameter and scanned on the pasted resin surface. Irradiation power was changed automatically from 10 to 200 mW. The created precursors were dewaxed and sintered in an air atmosphere to obtain full ceramic components. Through the computer aided design, manufacturing and evaluation, ordered porous structures of zirconia noise suppressor, alumina electromagnetic crystals and calcium phosphate artificial bones were successfully fabricated. The microstructures of the sintered components were observed using a scanning electron microscope. Relative densities of these ceramic components were measured by the Archimedean method.

S51-10 성형외과 영역에서 활용되는 3D프린팅 기술과 재료

백정환*. *에이치 성형외과*

외상이나 선천성기형, 또는 수술로 인해 발생하는 안면골의 변형 및 함몰은 성형외과의사에게는 항상 새로운 도전이었고, 아직까지 완전히 정복되지 못한 영역이다. Defect 또는 Deficiency를 극복하는 방법은 크게 자가조직(Self)을 이용한 방법과 타가조직(Non-self)로 구분이 되고, 타가조직에는 사체조직이나 동물 조직 또는 인공 보형물이 쓰여왔다. 다양한 3차원 구조의 결손은 의사의 경험과 손맛에 의해 그 형태를 맞추는 정도에 그쳐왔고, 그렇기에 활용되는 재료 역시 제한적일 수 밖에 없었다. 이러한 상태에서 등장한 3D프린팅 기술은 많은 가능성을 보여 주게 되었고, 최근 4-5년간 의료영역에 급속도로 활용되기에 이르렀다. 3D 프린팅 재료의 개발 및 각 재료의 특성에 맞는 프린팅 방식의 개발이 현재도 계속되고 있으나, Bench to bed의 거리는 좀처럼 좁혀지지 않는듯 하다. 이는 각 영역별 전문화도가 심화되면서 생기는 현상으로 실재 사용자와 연구-개발자간의 간극을 줄이는 것이 현시점에서 무엇보다 중요할 것으로 생각된다. 이에 본 발표에서는 현재 임상에서 사용되어온 재료에 대한 간단한 리뷰와 세라믹재료를 필요로 하는 영역 및 이에 필요한 물성 및 구조에 대해 설명하고자 한다.

S51-11 치과 보철학적 관점에서 세라믹 3D 프린팅의 의미와 가능성

윤형인*. *서울대학교*

임상 치의학의 다양한 영역에서 컴퓨터를 이용한 보철물의 디자인과 제조 (밀링) 방식이 핵심 공정으로 자리잡은 지금, 보철 수복을 위한 주요 소재에 대해서 밀링을 대체하는 3D 프린팅에 대한 관심이 새로이 증가하고 있다. 전통적 제작 방식이 갖는 단점과, 밀링 방식이 갖는 한계를 극복하기 위한 방법으로 제시되는 3D 프린팅은 특히 치의학 영역에서 많은 가능성을 확인할 수 있다. 광경화성 acrylic resin의 경우 수술용 가이드(surgical guide), 임시 보철물(provisional restoration), 최근에는 의치(denture)까지 이미 적용되거나 적용을 앞두고 있으며, 코발트-크롬 합금의 경우 임플란트 수복을 위한 구조체(framework)에 사용되고 있다.

세라믹 소재는 심미적 치과 수복에 빼놓을 수 없는 재료로서, 전통적인 장석도재(feldspathic porcelain)와 알루미나 등을 거쳐 최근에는 밀링 기술의 도입과 함께 리튬 다이실리케이트(lithium disilicate)와 지르코니아를 사용한 정밀한 보철물 제작이 가능해졌다. 하지만 3D 프린팅을 이용한 세라믹 구조체는 치과 보철 영역에서 사용하려면 아직 요원한 것이 현실이다. 특히 3D 프린팅 특성 상 출력 방식에 따른 변수들을 세라믹 소재에 적용을 위해 충분히 고려해야 한다.

최근 치의학 영역에서도 세라믹, 특히 지르코니아를 사용한 3D 프린팅 가능성에 대해서 여러 연구들이 발표되고 있다. 주로 DLP 방식으로 세라믹 슬러리를 3차원 구조체로 출력하여 탈지 및 최종 소결하는 방식을 사용하는 것이 특징이다. 분명 지르코니아의 3D 프린팅을 사용한 치과 보철물 제작이 가까운 시일 안에 상용화될 것으로 예상할 수 있다.

최근 치과용 세라믹 소재의 연구 경향은 단일구조(monolithic) 형태와 혼합 구조체(hybrid network) 형태의 적용의 두 가지로 나뉜다. 이른바 혼합 세라믹(hybrid ceramic) 재료는 자연치의 물성에 가깝게 하기 위한 노력의 일환으로 개발되었으며, 단일구조(monolithic) 세라믹 소재는 구조적 장점을 기반으로 자연치와 가까운 광학적 특성을 부여하고자 개발되었다. 향후 세라믹 3D 프린팅 공정에 재료에 대한 임상적 요구사항이 반영된다면 복잡한 형상의 치과용 보철물을 자연치아와 유사한 물성을 갖는 세라믹 기반 소재로 출력하여 치료하는 방식도 가능해질 것이다.

본 발표를 통해 치과 보철 영역에서 세라믹 3D 프린팅의 의미와 가능성에 대해 함께 생각해보는 시간이 되기를 희망한다.

S51-12 In Recent Progress of 3D Printing Systems for Designing Ceramic-based Tissue Engineering Scaffolds

GeunHyung Kim*. *Sungkyunkwan University*

The achievement of tissue engineering can be highly depending on the capability to generate complicated three dimensional (3D) micro/nano-structures. 3D structure can induce more realistic cellular behavior when compared to that of 2D structure. So, various fabrication techniques that can be used to precisely design 3D architecture and topography of scaffolding materials will signify a key aspect of multi-functional tissue engineering. Previous methods for obtaining scaffolds based on top-down are often not satisfactory to produce complex micro/nano-structures due to the lack of control on scaffold architecture, porosity, and cellular interactions. In recent, the 3D printing method can be used to design sophisticated 3D tissue scaffolds that can be engineered to mimic the micro/nano-architecture of tissues, using computer aided approach. However, the fabrication of a bioceramic (high weight percent)-based 3D microfibrous structure is extremely difficult because of the low process-ability of bioceramics. In this presentation, the 3D printing methods including a cell-printing process for attaining highly bioactive and functional ceramic-based scaffolds for tissue engineering applications will be introduced. Moreover, various cellular responses will show that the fabricated scaffolds can carry out their structural and biological functionality.

S51-13 Porous Bio Ceramic Scaffolds using Three-Dimensional Co-extrusion based on Ceramic/Camphene feed Rod for Bio-mimicking

생체모방기술을 이용한 경사기능형 다공성 세라믹 지지체 제조기술

안민경*, 김종우, 고영학. *고려대학교*

Bio material scaffolds are great importance for tissue engineering and orthopedic implant owing to their enable support biological property and biomechanical property for surrounding bone. These biomaterial

scaffolds require good porous structure such as porosity, pore size and good interconnectivity with pores. Recently ceramic, polymer and metal have been extensively used as bio material for fabricating porous scaffold to promote bone ingrowth in to pore. We herein demonstrate a novel, versatile approach to produce biomimetic porous ceramics with a continuously gradient porous structure using three-dimensional extrusion of a bilayered ceramic-camphene mixture/pure camphene feedrod. In this study, bi-layered feed rod comprised of the ceramic/camphene mixtures and law contents of ceramic or pure camphene used as the lower and upper part feed rod. Bi-layered feed rod could be gradually extruded with core/shell structure because of the wall slip phenomenon. This enabled the formation of green filaments comprised of a camphene core surrounded by a ceramic/camphene shell, where the core/shell thickness ratio increased gradually as extrusion proceeded. Biphasic calcium phosphate (BCP) ceramics with a gradient porous structure could be successfully produced by three-dimensionally depositing the extruded filaments layer by-layer. We evaluated gradient micro structure with produced gradient porous BCP ceramic scaffold by scanning electron microscopy (SEM) and Micro CT.

S51-14 Photo-curable 3D Plotting Technique for Complex-shaped Architecture with High Shape Retention using a Ceramic Suspension

광경화성 세라믹 페이스트를 이용한 높은 형상 유지능을 가지는 3D 플라팅 기술

맹우열*, 이정빈, 고영학. *고려대학교*

This study proposes a novel way of creating three-dimensional ceramic object with pre-determine computer modelling design file by photo-curing-assisted 3D plotting technique, which can rapidly photo-polymerized *in situ* by UV light throughout extruding green filament mixture of biphasic calcium phosphate (BCP) ceramic powders and photocurable monomers and photo initiator, dispersant by a fine nozzle. In particular, a mixture of 90 wt% diruethane dimethacraylate (UDMA) and 10 wt% triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA) enables the favorable extrusion properties which can have a shear thinning behavior. Most importantly, the slurry also has good shape retention because of high green strength after photo-polymerization. This result has been proven by a free-standing helical architecture, which was successfully produced without any supporting materials. In addition, the unique *in situ* photo-polymerization process during extrusion allows the green filaments to be strongly bonded each other, while maintaining their circular cross-section, and thus a ceramic scaffold of interconnected pore with a tightly controlled porous structure could be produced. This innovative approach allows for the formation of complex shape architecture such as dense/porous object of mimic natural bone structure.

S51-15 Structural Stability Improvement of 3D Printed Ceramic Scaffolds with the Photo-Polymerization Based Material Extruding System

성아람*, 박홍현, 윤희숙. *재료연구소*

Material extruding (ME) process is one of the additive manufacturing method which utilizes layer by layer stacking of supplied materials to form 3D structures based on the desired model. Especially, the materials containing ceramic for ME need suitable rheological properties for stable and accurate printing. Lack of stable materials/pastes results in flattening of layers that lead very low printing accuracy or even collapse of structure itself over time. These limitations can be overcome by stabilizing the layers as they are printed, either by hardening the layers or controlling the paste conditions. In this study, standard 3D structures were printed with optimal extrusion printing condition (paste viscosity and scan speed) by our developed extrusion system. Cross-sectional images of the structures were investigated with the curing time and nozzle diameter change. After printed structures were sintered at specific temperatures, the effects of the UV curing time on physical properties such as linear shrinkage and density were measured.

G6-1 Infrared Transmission Edge and Refractive Index Dispersion of Ge-Sb-S-Se Glass

Ge-Sb-S-Se 유리의 적외선 투과단 및 굴절률 분산 거동

이준호[1*], 이우형[1], 김현[1], 신상열[1], 이지인[1], 최주현[2], 최용규[1]. [1] *한국항공대학교*, [2] *한국광기술원*

적외선 카메라에 대한 수요가 군수분야를 위시하여 다양한 민수분야로 확대되고 있는 상황에서 적외선 투과렌즈의 양산성 및 가격 경쟁력이 더욱 중요해지고 있다. 또한 스마트폰 등의 모바일 전자기기에 내장될 수 있는 수준의 소형화 추세와 더불어 고화질 적외선 영상의 취득을 위한 광학적 수차의 저감에 대한 요구가 증대되고 있다. 칼코지나이드 유리는 결정질 소재에 비하여 굴절률 및 분산의 제어가 매우 용이하며 몰딩 공정을 통한 렌즈 성형이 가능하다. 원적외선 대역에서 활용할 수 있는 상용 칼코지나이드 유리는 대부분 셀레나이드 유리이며 공히 저분산 특성을 나타낸다. 따라서 색 수차 및 구면 수차 등의 광학적 수차를 최소화하기 위하여 기존 저분산 유리와 함께 고분산 유리가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 삼성분계 Ge-Sb-Se 유리를 대상으로 셀레늄을 대체하여 황이 첨가될 때 발생하는 제반 물성의 변화를 조사하였다. 특히 황 함량에 대한 적외선 투과단의 변화를 정량적으로 파악하였으며 나아가 굴절률 분산을 제어하여 고분산 특성의 유리 조성을 확보하였다.

G6-2 Al_2O_3 슬러리를 이용한 스프레이 공법에 따른 화학강화유리의 제조 및 특성

임현태[1,2*], 권민형[1], 김선욱[1], 김진호[1], 배동식[2], 황종희[1,*]. [1] *한국세라믹기술원*, [2] *창원대학교*

최근 들어 모바일에 적용되는 얇은 박막의 글라스는 높은 강도가 요구되고 있으며 이온교환법을 이용한 화학강화가 일반적으로 채용되고 있다. 화학강화 방법으로 많이 사용되고 있는 것은 dipping 법이다. 하지만 dipping법은 공정 손실과 생산성이 낮다는 단점을 갖는다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 스프레이 공법을 이용한 방법이 제시되고 있으며, 이에 따른 KNO_3용액이 함유된 새로운 슬러리 제조가 필요하게 되었다. 따라서 본 연구에서는 KNO_3 용액과 Al_2O_3 나노분말을 이용한 새로운 슬러리를 제조하여 스프레이 공법으로 화학강화 후 특성평가를 함으로써 슬러리의 이용가능성에 대하여 평가하였다. 그 결과 KNO_3용액과 Al_2O_3 나노분말의 몰비가 1 : 0.3인 슬러리를 이용하여 450°C 강화온도에서 2.5 h 시간으로 강화한 시편이 가장 우수한 특성을 나타내었다. 이 시편의 표면 압축 응력(CS)은 793 MPa, 깊이(DOL)는 37 μm로 확인 되었다. 이는 기존에 보고된 스프레이 공법을 이용한 강화특성(CS: 700 MPa, DOL: 25 μm)보다 우수하였으며, 현재 상용되는

dipping법에 의해 강화처리된 박판유리(CS: 850 MPa, DOL: 40 μm)와 유사한 수준이다.

G6-3 Properties of AR-Glass Fibers with Refused Coal Ore in Fiber Spinning Conditions

방사 조건에 따른 석탄폐석을 함유한 AR-glass 섬유의 특성

이지선[1,2*], 김진호[2], 임태영[2], 이미재[2], 이영진[2], 전대우[2], 현승균[1]. *[1]인하대학교, [2]한국세라믹기술원*

본 연구에서는, 석탄폐석을 40 wt% 함유한 AR-glass 조성을 선택하여 연속 방사에 의해 유리섬유를 제조하였다. 먼저 마블 유리의 용융특성을 확인하기 위하여 원료를 백금도가니에 넣고 1650°C로 용융시킨 후 서냉 하였다. 비정질 유리인지 확인하기 위해서 XRD를 측정하였고 고온점도를 측정 하여 연속방사 조건을 조사하였다. 와인딩 속도를 100~700 rpm 변화에 따른 직경의 변화를 관찰하였다. 섬유화 온도를 1240~1320°C 변화에 따른 직경의 변화 또한 확인 하였다. 제조된 방사 섬유의 특성은 광학 현미경관찰, 인장강도, 탄성률, 내알칼리 테스트 등으로 확인 하였다.

G6-4 Thermal History-driven Glass Structure Variations in Alumino-borosilicate Glass System

Alumino-borosilicate 계에서의 열이력에 따른 유리 구조 변화

백지연*, 신승호, 김선효, 조중욱. *포항공과대학교*

It is important to control the glass network structure which governs various thermos-physical properties such as viscosity, thermal and electric conductivities, and crystallization kinetics. In order to identify the effect of temperature on structural changes in alumino-borosilicate glass network, we imposed different temperature ranges to a Na_2O-CaO-Al_2O_3-SiO_2-B_2O_3 glass system. We analyzed aluminate molecular structures in the glass using ^{27}Al MAS NMR spectroscopy. At around the glass transition temperature, most of aluminate structures exist as AlO_4, which acts as a glass former. When the temperature is above the melt crystallization temperature, the AlO_4 structure is drastically decreased and glass structures are mainly composed of AlO_5 and AlO_6, which act as glass modifiers. Thermodynamic assessment based on Gibbs energy minimization was used to confirm the dependency of aluminate structure's amphoteric characteristic on temperature by calculating the site fraction of aluminate molecular structures at different temperatures. Temperature-induced aluminate structural variation can also influence silicate and borate structural changes, which have been confirmed by the ^{29}Si and ^{11}B NMR spectra. Our research involves important data to understand the temperature effect on structural variations in aluminate glass system.

G6-5 Structural-rheological Study of Silicon Carbide (SiC) Effects on Shear Thinning Behavior of CaO-SiO_2-CaF_2 based Mold Flux for a Continuous Steel Caster

SiC 첨가 시 CaO-SiO_2-CaF_2계 몰드플럭스의 전단박화능 변화 관찰을 위한 유변학적 및 구조적 분석 연구

정영찬*, 조중욱, 신승호. *포항공과대학교*

강의 연속주조 공정에서 사용되는 몰드플럭스는 주로 용강의 재산화 방지, 윤활작용 및 열전달 제어의 역할을 한다. 이 중 몰드프럭스의 윤활작용은 주편의 표면 품질 측면에 있어서 매우 중요하다. 윤활작용이 제대로 기능하기 위해서 주형 벽면에서의 몰드플럭스 점도는 낮을수록 바람직하지만, 용강 탕면에서는 슬래그 혼입의 문제로 인해 점도가 높을수록 바람직하다. 이와 같은 모순점은 몰드플럭스가 전단박화 특성을 갖도록 함으로써 해결이 가능해진다. 기존의 몰드플럭스가 향상된 전단박화능을 가질 수 있도록 만들기 위해 유리 구조를 변화시키고자 하였다. 이를 위해 몰드플럭스 내 silicate 구조의 O 원자를 C 원자로 치환하여 cross-linking의 효과를 도모하고자 하였으며, 이러한 효과가 실제로 전단박화능을 향상시키는지를 회전식 점도계를 통한 점도 측정을 통해 확인 해 보았다. 샘플의 제조를 위해 C을 직접 투입하는 대신 SiC를 precursor로 사용하였는데, 몰드플럭스 조성 계 내에 C의 고용도가 낮기 때문에 이미 Si과 결합을 이루고 있는 물질을 통해 원하는 유리 구조를 합성하고자 하였다. 또한 SiC가 구조에 참여하는데 필요한 충분한 에너지를 주기 위해 아크전기용해로를 이용하여 샘플을 용융시켰다. 만들어진 샘플은 Raman spectroscopy를 통해 원하는 구조가 합성되었는지를 확인 해 보았다. Silicate 구조에 해당하는 Raman shift 영역의 peak를 de-convolution하여 C의 투입량에 따라 degree of polymerization이 어떻게 변화하는지를 알아보고, 이를 통해 C의 O 치환여부를 간접적으로 알아보았다.

G6-6 Light-Facilitated Formation of Quantum Dots in Glasses for Photonic Applications

빛을 이용한 유리 내 양자점 형성 및 포토닉스 응용

허종*, 소병진. *포항공과대학교*

나노 미터 크기의 양자점은 결정의 크기 조절에 따라 광특성이 변화하는 양자제한효과를 나타낸다. 특히, IV-VI 물질인 PbS 양자점의 경우, 다른 재료에 비해 엑시톤 보어 반지름(a_B = 18 nm)가 크기 때문에 광학적 특성을 제어하기가 용이하고, 크기 조절을 통하여 광통신에서 주로 사용되는 1.3 ~ 1.7 um 파장범위의 형광 발생이 가능하다. 이러한 양자점은 박막증착 또는 콜로이달 합성 등의 방법을 이용하기도 하나 유리 내에 형성시키는 경우, 기계적, 화학적 특성을 획기적으로 향상시킬 수 있어 광소자로의 활용이 용이하다.

양자점의 위치를 제어하며 석출하는 방법으로 이온주입방법과 펨토세컨드레이저를 조사하는 방법이 있다. 그러나, 양자점 성장을 위한 후처리 열처리 혹은 5시간 이상의 조사가 필요하며 레이저 장비가 고가인 단점이 있다. 그에 반하여 연속 발진 레이저(cw laser)를 이용하는 경우, 결정 성장에 필요한 시간(~us) 동안 에너지를 연속적으로 공급해 줄 수 있다. 본 연구에서는 이러한 연속 레이저를 이용하여 양자점을 석출하고 포토닉스 소자로 매몰형 광도파로를 제조하는 연구를 수행하였다. 532 nm 연속 레이저 광을 Ag 나노입자가 형성된 유리 표면에 조사하여 PbS 양자점을 석출하였고, 조사한 영역의 온도는 Sm^{3+} 이온의 형광세기비 방법을 통하여 측정하였다. 조사방식의 변화를 통하여 매몰형 채널을 형성하였고, 도파손실, 굴절률, 채널 내 미세구조 등을 분석하여 능동 매몰형 광도파로써의 채널 성능을 평가하였다.

G6-7 Eu^{3+}-Tb^{3+} co-doped Oxyfluoride Glass for Wide Color Gamut UV-LED Color Converter

고색재현 범위 구현을 위한 Eu^{3+}-Tb^{3+}가 동시 첨가된 Oxyfluoride 유리 UV-LED 색변환 소재

이한솔[1*], 최용규[2], Kenji Shinozaki[3], 정운진[1]. *[1]공주대학교, [2]한국항공대학교, [3]National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*

Oxyfluoride 유리는 fluoride 유리의 낮은 포논 에너지로 인해 첨가되는 희토류 이온의 양자효율이 향상되고, oxide 유리의 높은 화학적, 열적 안정성을 갖는다. 이러한 장점으로 인해 희토류가 첨가

된 oxyfluoride 유리는 색변환소재로써 많은 연구가 진행되어 왔으나, 첨가되는 희토류에 따른 양자효율의 제한과 발광 파장의 넓은 선폭으로 인해 색재현범위가 제한되는 등의 문제로 인해 색변환 소재로써 적용에 한계가 있다. 일본 AIST의 Kenji shinozaki는 BaF_2를 이용한 oxyfluoride 유리에 Eu-Tb을 첨가하여 높은 색변환 효율과 90%이상의 양자효율을 갖는 색변환 소재를 제조하였다. 하지만, 가공이 어려울 만큼 유리의 안정성이 취약하고 강한 적색발광으로 인해 색재현 범위가 좁은 문제가 있다.

본 연구에서는, BaF_2를 이용한 oxyfluoride 유리 소재의 특성을 향상시키고자, SiO_2를 치환첨가하여 양자효율의 감소는 최소화하며 우수한 안정성을 갖는 유리를 제조하였다. 제조된 유리는 양자효율을 측정하고 열분석을 통해 열특성 변화를 확인하였으며, 유리의 파손없이 가공이 가능한 수준의 SiO_2 첨가량을 확인하였다. 또한, 색재현 범위 향상을 위해 Eu-Tb의 함량을 조절하였으며, 이에 따른 375 nm LED를 이용한 PL spectrum을 측정하여 녹색과 적색 파장의 세기가 유사해 지는 비율을 확인하였다. 이를 백색 LED로 구현하기 위해 375 nm UV-LED와 450 nm의 청색 LED를 함께 사용하였으나, 청색 LED의 intensity가 녹색과 적색에 비해 높아 이를 제어하기위해 희토류가 첨가된 유리 세라믹을 필터로 활용하였다. 최종적으로 375 nm와 450 nm LED로 여기하고 제조된 유리와 필터 유리 세라믹을 활용하여 백색 LED의 구현을 확인하였다.

G6-8 Phosphor-in-Glass Composites Designed for Color-Tunable White Light-Emitting Diodes

형광체 / 유리 복합체를 적용한 백색 LED 의 색상 조절

이승렬*, 허종. *포항공과대학교*

백색 LED는 Ce^{3+}:YAG 황색 형광체와 청색 LED를 이용하는 2색 방식이 일반적이다. 이렇게 구현된 백색광은 적색 비율이 낮은 냉백색이라는 문제점이 있어 부족한 적색 형광을 보완하여야 하며, 조명용 LED의 적용 범위가 확대됨에 따라 다양한 색상을 구현할 수 있는 백색 LED 또한 요구되고 있다. 또한 황색 형광체를 도포할 때 이용하는 고분자 바인더는 고온에서 열화되어 백색 LED 의 수명 특성을 저하시키기 때문에 안정성이 우수한 바인더 재료를 적용할 필요가 있다. 백색 LED 는 Ce^{3+}:YAG 형광체의 황색 형광과 투과된 청색광이 혼합되어 백색광을 구현하는데, 각도에 따라 청색광과 황색광의 비율이 달라 백색광의 색상에 차이가 발생한다. 본 연구에서는 형광체/유리 복합체를 제조하여 백색 LED를 구현하고, 백색광의 각도에 따른 색상 특성을 측정함으로써 불균일한 색상 분포가 발생하게 되는 원인을 분석하였다. 또한 이를 바탕으로 색온도 및 색상 조절이 가능한 형광체/유리 복합체 및 백색 LED 를 제조하여 광 특성을 분석하였다.

G6-9 Thick-film Phosphor-in-glass with Nd^{3+} Doped Phosphate Glass for White LED with Wide Color Gamut

Nd^{3+}가 첨가된 인산염계 유리 프릿을 이용한 고색재현성 백색 LED 용 후막형 Phosphor-in-Glass

김성현*, 한가람, 정운진. *공주대학교*

기존 LCD-BLU에 사용되는 백색 LED는 유기 바인더에 녹색 및 적색 형광체를 혼합하여 사용하였으나, 유기 바인더의 문제점으로 고출력 장시간 운용시 수명과 효율이 저하되며, 색좌표의 이동이 발생한다. 또한, 녹색 및 적색 형광체는 넓은 발광 선폭으로 인해 색재현 범위가 제한되어, 고색품질의 LCD 적용에 한계가 있다. 이를 보완하기 위해, 최근 색변환 소재로서 양자점이 사용되고 있으나, 낮은 장기 내구성과 높은 생산단가의 단점을 갖는다. 또 다른 방식의 색변환 소재인 phosphor-in-glass (PiG)는 무기바인더인 유리를 이용하여 내구성이 향상되었으나, 소성 후 가공공정이 필요하며, 형광체를 직접 적용함에 따른 넓은 발광 선폭으로 인해 색재현 범위가 제한되는 문제가 있다.

본 연구에서는, 녹색 및 적색 형광체의 발광 선폭을 제어하기 위해 Nd^{3+}가 첨가된 P_2O_5-ZnO-SiO_2-R_2O-R_2O_3(R=Na, K, Al, B)계 유리를 제조하였으며, 녹색형광체로서 $Lu_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ (LuAG) 및 적색형광체로서 $CaAlSiN_3:Eu^{2+}$ (CASN)을 복합 첨가한 paste를 제조하였다. Paste는 간단한 스크린프린팅 공정을 통해 유리기판 위에 50 um 두께의 후막형 PiG를 형성하였다. 백색을 구현하기 위해 유리 및 형광체 비율을 조절하였으며, 최적의 발광스펙트럼 조절을 위해 Nd^{3+}의 농도를 변화시켰다. 제조된 샘플은 적분구를 이용하여 PL spectrum, 색좌표, CRI 및 색재현 범위를 측정하였다.

G6-10 Precipitation of Surface Passivated CdSe QDs in Silicate Glasses by Laser Irradiation

레이저 조사를 통한 표면 개질 CdSe 양자점 석출

이호정*, 허종. *포항공과대학교*

양자점은 다양한 파장대의 빛이 발생하므로 디스플레이, 태양전지, LED 등에 응용되고 있다. 그러나 양자점은 단위 부피당 표면적이 넓어 표면에 결함준위가 많이 형성되고 효율이 저하되는 단점이 있다. 콜로이드 양자점의 경우 core/shell 및 graded shell 구조 도입 방법 등을 통해 양자효율을 증가시키는 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는, 레이저 조사를 통해 유리내부에 석출된 CdSe 양자점의 표면에 $Cd_{1-x}Zn_xSe$ graded shell 구조를 형성하여 표면의 결함에 의해 나타나는 빛의 방출(λ = 620 nm)을 감소시켰다. 먼저 용융급냉법으로 ZnSe/CdO를 다량 함유하고 있는 유리를 제조한 후, Ag 나노 입자를 이온 교환과 후속 열처리를 통해 유리표면에 형성시켰다. 이후 유리 표면에 532 nm 파장의 연속파 레이저 빔(continuous wave)을 조사하여 양자점을 석출하였다. 레이저세기에 따른 유리 내부의 온도증가는 희토류 이온의 형광변화를 이용한 optical thermometry 법으로 측정하였고, 라만 분광, XRD (X-ray diffraction)과 TEM (Transmission electron microscopy)을 통해 양자점의 구조를 분석하였다.

G7-1 Corrosion Behavior of Stabilized-Zirconia by Calcium Fluoride Mold Flux

Calcium Fluoride가 포함된 Mold Flux에 의한 안정화 지르코니아 침식 거동

소성민[1*], 김경훈[1], 박주석[1], 김형순[2]. *[1] 한국세라믹기술원, [2] 인하 대학교*

Zirconia (zirconium dioxide, ZrO_2) is particularly used in carbon containing refractories of steelmaking such as sliding plates, submerged entry nozzles (SEN) because of good fracture toughness, low thermal conductivity, high corrosion resistance against various types of molten slags. Corrosion rate of zirconia-containing refractory is influenced by the presence of fluoride and Na_2O in slag or mold flux. Therefore, it is very important to investigated corrosion behavior of zirconia by CaF_2 containing mold flux to improve zirconia-containing refractory. In this study, we investigate the corrosion of MgO, CaO and Y_2O_3 stabilized zirconia by CaF_2 containing mold flux for submerged entry nozzles at 1,550°C under kinetic condition. After experiment, mold flux-zirconia interfaces were analyzed by FE-SEM/EDS, XRD to compare corrosion behavior depending on the type of stabilizing agents. It was determined that interaction of zirconia and

mold flux precipitate a phase transformation of zirconia from tetragonal or cubic into monoclinic.

G7-2 High Porosity Refractory Utilized by Tailing and Smelting Byproducts

광미와 제련 부산물을 활용한 내화재의 제조 및 평가

김영재*, 박현식, 김민석. *한국지질자원연구원*

보크사이트의 제련 부산물인 적니와 광산 폐기물인 광미를 활용하여 겉보기 기공률 75% 이상의 고기공 내화재를 제조하고, 이의 물리적 특성을 평가하였다. 미세 단층 촬영기(Micro-CT)를 통하여 기공의 크기 및 분포를 정량적으로 평가하였다. 기공의 평균 입경(D50)은 약 100 ~ 200 μm 임을 확인하였으며, 광미 함량의 증가에 따라 평균 입경이 증가함을 확인하였다. Hot-disk 법을 통하여 내화재의 열전도도를 측정하였고, 결정상의 종류가 열전도도에 미치는 영향을 확인하였다. 적니와 광미의 혼합 조성 변화에 따른 주요 결정상의 변화를 확인하였으며, Quartz 결정의 형성에 따라 열전도도가 크게 증가함을 확인하였다. 끝으로 Ashby-Glicksman 모델을 통하여 기공률에 따른 열전도도의 변화를 평가하였다. 적니와 광미 함량에 따라 셀 구조가 변화함을 관찰하였고, 정확한 열전도도 예측을 위해서는 Ashby-Glicksman 모델에서 이러한 차이를 고려해야됨을 확인하였다.

G7-3 Preparation and Evaluation of Artificial Aggregates Using Fluidized Bed Boiler Ash

순환 유동층상 보일러 석탄회를 이용한 인공 골재 제조 및 평가

이응걸*, 전세훈, 송명신, 김경남. *강원대학교*

최근 화력발전소에서 기존의 미분탄 연소 보일러 방식 대신 연소효율 및 연료의 다양성 등의 장점을 살린 순환 유동층상 보일러 방식이 국내에서는 늘어나고 있다. 미분탄 플라이애시의 경우 수화열의 저감, 장기강도의 증대, 유동성의 개선 등의 특성으로 시멘트 및 콘크리트 혼합재료로서 많이 사용되고 있다. 순환 유동층상 보일러 플라이애시의 경우 연소 방식에서 탈황을 위해 석회석을 첨가하는데 이때 석회석의 탈탄산화 반응 후 탈황 반응에 참여하지 못한 CaO 성분이 플라이애시 내에 잔재하여 free-CaO 상태로 존재하게 된다. 이러한 순환 유동층상 보일러 플라이애시를 시멘트 및 콘크리트의 혼화재 및 치환재료로 사용할 경우 급결, 유동성 저하, 발열, 부피팽창 등의 문제를 발생시키게 되어 활용되지 못하고 대부분 매립되고 있어 처리방안이 시급히 요구되고 있는 실정이다. 그리고 현재 우리나라는 최근 환경 규제의 강화와 골재 채취에 대한 민원이 급증하면서 골재의 고갈 현상이 심화되고 있으며 골재 자원의 안정적 공급이 점차 어려지고 있는 실정이다. 따라서 이를 해결 할 수 있는 하나의 방안으로 유동층상 보일러 플라이애시의 포졸란 반응을 이용한 비소성 인공 골재를 제조하였다. 본 연구는 비소성으로 제조된 인공 골재는 KS F 2527(콘크리트용 골재)의 기준에 부합과 경량콘크리트용 골재가 아닌 일반콘크리트 제품에 적용 가능성에 대하여 평가하였다.

G7-4 A Method for Performance Assessment of Self-healing Using by Cementitious Material

시멘트계 재료를 사용한 자기치유 성능 평가를 위한 분석 방법

김동현*, 강국희, 임영진, 이승헌. *군산대학교*

콘크리트 구조물의 수명 연장에 대한 연구가 진행되면서 자기치유에 대한 가능성이 제기되어왔다. 자기치유의 메커니즘으로는 크게 Autogenous healing과 Autonomous healing이 있다. 이 연구에서는 Autogenous healing 중 시멘트를 활용한 자기치유의 성능을 이미지 분석을 통하여 정량화하는 방법을 연구하였다. 이미지는 FE-SEM (Field-Emission Scanning Electron Microscopy)를 통해 BSE (Backscattered Electron) 이미지를 획득하였으며, 이를 위해 시편의 전처리를 진행하였다. 시편은 자기치유 양생 후 수화물의 형태를 유지하기 위해 진공 건조를 시행하였으며, 에폭시의 진공 함침으로 Cold mounting을 하였다. 기기 분석을 위해 시편을 연삭 및 연마를 하였다. 이미지는 파노라마의 형식으로 전체의 균열을 확인할 수 있도록 촬영했으며, 획득된 이미지는 Image Pro-Plus 6.3 프로그램으로 분석을 진행하였다. 이미지 분석의 전처리를 시행한 후 이미지에서 시편의 부분을 mask 한 후 균열에서 자기치유 수화물과 수화물로 인해 충진되지 못한 이미지로 분류한 후 면적 계산을 통해 충진율 값을 도출하였고, 각 이미지에서 일정한 간격으로 총 10군데의 너비를 측정한 후 평균값을 냈다. 이 충진율 값과 평균값을 통해 균열 너비에 따른 충진율의 값을 보정하여 시편에 대한 자기치유 성능에 대해 평가하였다.

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업의 연구비지원(18SCIP-B103706-04)에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

G7-5 Effect of Fructan from Microbes on the Pore Structure of Cement Materials

시멘트 재료의 Pore Structure 개선을 위한 미생물 유래 Fructan의 효과

전세훈*, 이응걸, 김경남, 송명신. *강원대학교*

콘크리트는 사용재료, 배합, 제조방법, 양생, 환경 등의 요인에 따라 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있지만, 콘크리트 열화에는 초기 콘크리트 배합 재료 중에서 물에 의한 영향이 가장 크다고 할 수 있다. 콘크리트의 기본 결합재인 시멘트 페이스트 경화체는 10 μm부터 0.5 nm 미만의 광범위한 공극 크기를 갖는 다공성재료이다. 시멘트 페이스트 중의 공극은 크게 두 그룹으로 나뉘게 되는데 C-S-H 수화물 내부에 존재 하는 gel pore와 물의 증발에 의하여 생성되는 capillary pore로 존재하며, 시멘트 페이스트의 공극분포가 콘크리트 열화의 정도를 지배하는 것이 일반적이며 표면마모, 공극 속에 생기는 염류의 결정압으로 인한 균열, 동결융해 및 화염과 같은 온도 환경에 영향을 받아 내구성 및 사용 수명이 줄어들게 된다. 콘크리트의 수명은 약 20~30년으로 볼 때 콘크리트의 열화 방지 또는 열화 지연에 의해 콘크리트의 수명을 10년 이상 향상시키면 상대적으로 콘크리트의 사용이 적어질 수 있을 것이며, 그만큼 OPC의 사용량을 줄이고 CO_2 배출량을 감소 시킬 수 있을 것이다. 그러므로 콘크리트의 내구성 향상은 지구 환경개선에 크게 기여할 수 있다고 할 수 있다. 한편, 콘크리트의 내구성 향상을 위한 연구의 일환으로 콘크리트 균열을 자기 치유하고자 하는 연구가 진행되고 있으며, 콘크리트 균열의 자기 치유는 유기재료 및 무기재료에 의한 다양한 방법으로 연구되고 있으나, 유기재료 및 무기재료의 한계로 인하여 새로운 시도 중의 하나인 미생물에 의한 균열자기 치유에 대한 연구가 진행되고 있다. 미생물에 의한 콘크리트 균열의 자기 치유는 학술적으로 매우 유용한 기술임에는 틀림이 없으나, 콘크리트 균열 발생 시기 또는 균열발생 조건 등에 맞추어 반응을 주도하기 위한 미생물의 생육 조건의 어려움으로 실용성에 많은 의문이 제기되고 있다. 본연구에서는 콘크리트에서의 미생물의 생육 조건의 어려움을 극복하기 위한 방안으로, 미생물인 박테리아의 중간 생성물을 콘크리트에 적용하여 콘크리트의 균열 치유 또는 내구성 향상이 가능한지의 여부를 검토하고자 하였다. 따라서, 본 연구에서는 콘크리트의 내구성을 향상 시키기 위해 영국의 Newcastle university에서 연구 중인 concrete crack healing이 가능한 박테리아 접착제인 BacillaFilla의 중간생성

물인 Levan glue를 사용하여 콘크리트의 내구성에 미치는 영향을 검토하기 위하여, 박테리아의 반응 중간 생성물인 Levan glue와 같은 특성을 갖는 미생물의 반응생성물인 fuctan (levan)을 이용하여 시멘트 페이스트의 수화에 미치는 영향과 미세구조에 미치는 영향을 검토하였다.

G7-6 Characteristics of Phosphorus in Fly Ash Generated by Co-firing with Renewable Energy Fuel

신재생에너지연료 혼소로 배출된 플라이 애시 중의 인 특성

이승용[1*], 강국희[1], 이원준[2], 이승헌[1]. *[1]군산대학교, [2]군산대학교 R&D 협동조합*

최근 국내 화력발전소에서는 신재생에너지 의무할당제도(Renewable energy Portfolio Standard) 도입으로 말미암아 신재생에너지연료인 바이오에너지연료 및 폐기물에너지연료가 석탄과 같이 혼소하여 운영되어지고 있다. 바이오에너지연료 및 폐기물에너지연료 사용량은 현재 석탄 대비 5% 미만이나 2020년에는 10%까지 증가할 전망이다.

바이오에너지연료 및 폐기물에너지연료 혼소 시 우려되는 성분으로 인을 들 수 있다. 인 성분은 시멘트의 수화반응을 지연시키고 강도 발현을 저해시키는 물질이다. 본 연구에서 사용된 신재생에너지연료는 우드펠렛, Bio-SRF, 하수슬러지, 하수슬러지 연료탄이며 이를 혼소한 플라이애시를 검토하였다. 총 인은 XRF를 사용하였고, 수용성 인은 EN 450-1 Annex C에 따라 실험하였다. 그 결과 신재생에너지연료 혼소에 의한 플라이 애시의 총 인은 0.31~1.19%로 EN 기준치 5.0%를 만족하였고, 수용성 인 또한 0.31~7.02 mg/kg로 EN 기준치 100 mg/kg를 만족하였다.

S71-2 Suggestions on Improvement Procuring Durable Life of Concrete Structures

콘크리트 구조물의 내구수명 확보를 위한 개선방향 제언

박민용*. *㈜삼표산업*

주요 사회 환경 인프라로 시공된 콘크리트 구조물이 설계시 적절하게 고려하지 못한 환경적 요인으로 심각한 열화에 지나치게 급속히 노후화되는 콘크리트의 내구성 문제가 사회적으로 문제를 야기하고 있다. 또한, 국내에서 콘크리트 구조물에 대한 내구성 문제의 심각성은 각 언론의 집중적인 조명을 받아 '무너지는 콘크리트신화', '콘크리트 대재앙', '콘크리트 부식과의 전쟁' 등 특집 기획기사로 다루어져 왔으며, 최근에는 '한국은 콘크리트 공화국' 등의 헤드라인 기사로 보듯이 그 심각성이 사회적인 환경문제로 까지 확대되고 있는 실정이다. 이에 콘크리트 구조물의 급속한 노후화로 인한 잠재적인 안전사고로부터 국민의 재산 및 안전을 보장하기 위하여 내구수명 확보를 위한 대책 마련이 필요하다.

그렇다면 '미래의 콘크리트 구조물은 어떤 모습이어야 하는가?'에 대해 생각해 볼 때, 열화 환경 조건에서 저항성이 우수하며, 내구성이 양호한 양질의 콘크리트 구조물이라고 말할 수 있다. 이러한 콘크리트 구조물의 특성을 위해서는 콘크리트 구조물의 성능중심설계 및 내구성설계, 다양한 고품질 원료의 사용, 제조시 최적의 배합설계, 선진화된 유통시스템 및 시장형성이 제도적으로 요구된다.

따라서 내구적이고 환경적으로 지속가능한 콘크리트 구조물을 건설하기 위한 많은 연구가 관련 분야의 업계 및 학계의 적극적 지지와 활발한 연구수행이 요구되어야 하며 제도개선, 연구과제, 정부정책 등에 대한 개선방향 및 실용적 대안을 제안하고 추진하여야 한다.

S71-3 The Role and Task of Portland Cement on Concrete Durability

콘크리트 내구성에 미치는 포틀랜트 시멘트의 역할과 과제

정연식. *쌍용양회기술연구소*

콘크리트는 반영구적인이라고 하는 것에 대해서 대부분의 사람들은 잠재적으로 그럴 것이라고 생각하는 경향이 강하다. 아마도 이것은 과거의 콘크리트 구조물이 여전히 사용되고 있기 때문이라서 반영구적이라고 생각하는 것 같다. 하지만, 최근 들어 콘크리트 구조물의 내구성 즉 공용성과 관련된 여러 가지 의문 내지는 안전과 관련된 사건 들이 국내외 매스 미디어를 통해 연이어 발생하고 있다. 그러면 과거의 콘크리트와 현재의 콘크리트는 구성 재료에서 큰 변함이 없는데 어떤 차이점이 존재하기에 오히려 과거 건설한 콘크리트 구조물이 장기간에 걸쳐 사용해도 문제가 없는 것일까? 콘크리트 내구성이라는 것은 재료 외에도 기간, 환경이라는 요소가 포함되어 있다. 다시 말해서 기간과 환경 속에서도 견딜 수 있는 재료이어야 한다. 이러한 평가는 장시간 소요되고, 예측 어려운 속성이 있기 때문에 단순히 강도만으로 내구성을 대신할 수 밖에 없는 현실로 강도=내구성 즉 강도 지상주의에 빠질 수 밖에 없는 것 같다. 따라서 강도의 역할을 많이 담당하고 있는 시멘트는 지속적으로 강도가 높아져 왔다. 이렇게 과거 보다 강도가 높은 시멘트를 사용한 콘크리트가 왜 안정성에 문제가 되고 있는 가 과연 강도가 높은 시멘트가 좋은 시멘트인가에 대한 의문점을 가질 수 박에 없다. 그러면 좋은 시멘트란 어떤 것인가에 대한 앞으로의 역할과 과제에 대해서 방향을 재설정 할 때가 왔다고 생각한다.

S71-4 The Role of Cement Industry in the Use of Mineral Mixtures

무기질 혼합재 사용에 대한 시멘트 산업의 역할

송명신*. *강원대학교 삼척캠퍼스*

시멘트는 건설산업의 핵심이 되는 콘크리트의 기본 결합재로서 가장 중요한 재료이다. 시멘트의 수경화 특성으로 인하여 수십년 전부터 다양한 폐기물 또는 부산물이 시멘트에 대하여 부분적으로 치환 또는 혼합되어 콘크리트의 결합재로 사용되어 왔다. 이러한 부산물 또는 폐기물의 가장 대표적인 재료는 플라이애시와 고로슬래그가 있다. 이 중에서 플라이애시는 화력발전소 부산물로서 포졸란 반응에 의해 콘크리트의 물성이 개선된다는 논리로 가장 오랫동안 콘크리트의 시멘트 치환용 혼합재로 사용되어 왔다. 그러나 최근 화력발전소에 사용하는 연료인 석탄의 물성 변화 및 연소방식의 변화로 인하여 다양한 형태의 플라이애시가 배출되고 있다. 최근의 이러한 다양한 연료 및 연소 방식에 의해 배출되는 플라이애시는 과거 사용되었던 플라이애시와는 화학적 조성 및 물리적 특성이 많은 차이가 있다. 특히 일부 연소방식의 차이에 의해 발생하는 플라이애시는 포졸란 반응에 기여하지 못하는 물성을 갖고 있음에도, 일부 콘크리트 산업에서는 무분별하게 과거의 플라이애시와 동일하게 사용되고 있는 실정이다. 이러한 플라이애시 사용에 따른 콘크리트의 물성은 매우 다양한 형태로 나타나고 있으며, 콘크리트의 품질에 대한 검증조차 제대로 이루어지지 않고 있는 실정이다. 혼합재의 사용에 의한 품질이 검증되지 못한 콘크리트의 물성 또는 내구성 등에 대한 책임은 혼합재를 사용한 콘크리트 제조업자의 책임이겠지만, 콘크리트의 기본 결합재인 시멘트의 제조자의 책임 역시 무관하다고 할 수 없다. 시멘트 산업에서는 콘크리트에 혼합재 사용을 위한 시멘트의 물성을 개선하려는 노력도 필요하겠지만, 표준화된 시멘트에 콘크리트 품질에 영향을 미칠 수 있는 부적절한 혼합재의 사용에 대한 적절한 규제 또는 사전 대응방안을 수립해야 할 필요가 있다고 할 수 있다. 따라서 본 발표에서는 콘크리트 산업에

서 부적절한 혼합재 사용에 따른 시멘트 산업의 역할에 대하여 논의해 보고자 한다.

S71-5 ICT(Information and Communication Technology) and Cement/Concrete Industries

ICT(Information and Communication Technology)와 시멘트 콘크리트

김원기*. *아세아시멘트*

최근 화두가 되는 제4차 산업혁명은 새롭게 발전하고 있는 ICT(ICT(Information and Communication Technology)를 기존 제조업과 융합하여 가치를 혁신하는 것을 의미한다. 전형적인 프로세스 제조(Process Manufacturing) 산업에 속하는 시멘트 콘크리트 산업은 주로 인력 절감이나 품질 관리를 목적으로 공장 자동화, 현대화 작업을 진행하고 있다. 시멘트 콘크리트 산업에서 제4차 산업혁명은 공장 자동화에서 한 차원 높은 스마트 플랜트(Smart Plant)로 진화하는 것으로 기존 시스템(Legacy System)을 새로운 ICT 시스템과 연동하는 것이 가장 중요하다.

여기에서는 시멘트 콘크리트 산업에서 스마트 플랜트 추진에 있어서 문제점과 과제를 중심으로 논하고자 한다.

S71-6 Improvement of Performance and durability of cement and concrete by nanotechnology

나노기술에 의한 시멘트-콘크리트의 성능 및 내구성 향상

이승헌*. *군산대학교*

나노기술은 나노레벨의 물질의 이해와 제어에 관련된 분야로서 건설소재를 포함한 여러 분야에서 가장 활발하게 연구되는 분야이다. 오늘날 포틀랜드 시멘트 산업은 온실가스를 다량으로 배출되는 산업으로 인식되고 있어, 온실가스를 감축하고자 하는 노력을 꾸준히 진행하여 오고 있다. 나노레벨에서 시멘트 소재의 복잡한 구조를 잘 이해한다면 강도 및 내구성을 향상시킨 새로운 세대의 시멘트 소재를 개발할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 그리고 나노기술을 적용하면 시멘트 입자의 수화반응에 대한 해석을 명확하게 할 수 있어 나노입자 사용으로 인한 성능 및 내구성 향상 기술이 한층 더 발전할 수 있다. 또한 건설소재의 생산 및 환경비용을 낮출 수 있을 것으로 예상하고 있다. 본 발표에서는 시멘트·콘크리트에서 나노입자의 역할에 대해 언급하고자 한다.

G8-1 First-Principles Investigations on Defect Properties of $(CH_3NH_3)PbI_3$

제일원리를 이용한 $(CH_3NH_3)PbI_3$ 의 결함성질 분석

이동화*, 김성훈. *포항공과대학교*

$(CH_3NH_3)PbI_3$ 기반 디바이스는 저비용으로 손쉽게 제작이 가능하면서도 우수한 성능을 지니고 있어 태양전지, 멤리스터 등 다양한 분야에서 각광받고 있다. 하지만 $(CH_3NH_3)PbI_3$ 기반 디바이스가 실제 산업에 활용되기 위해서는 hysteresis, endurance 등과 같은 안정성과 관련된 문제들이 해결되어야 한다. 선행 연구들은 $(CH_3NH_3)PbI_3$ 내의 다양한 종류의 결함들이 안정성에 영향을 미치는 주요한 요인으로 보고하였다. 따라서 이 연구에서는 제일원리 기반 DFT 계산을 적용하여 $(CH_3NH_3)PbI_3$ 내의 결함 특성에 대해 조사하였다.우리의 계산결과는 $(CH_3NH_3)PbI_3$의 hysteresis, endurance 등이 특정한 결함과 밀접한 관련이 있다는 사실을 밝혀내었다. 우리의 연구결과는 $(CH_3NH_3)PbI_3$ 기반 디바이스가 다양한 산업에 응용되는게 있어 초석이될 것이다.

G8-2 Hydrogen Bonding as the Primary Cause of Structural Stabilization and Rashba Splitting in Hybrid Halide Perovskites

하이브리드 할라이드 페로브스카이스 결정계에서 수소결합이 구조 안성정 및 라시바 현상에 미치는 영향

이준호*, 이동화, 장현명. *포항공과대학교*

The role of hydrogen-bonding (HB) in hybrid halide perovskites is a crucial issue in understanding the structural stabilization of polar octahedron cages and the observed enhanced carrier lifetimes. Herein, we show that the octahedral network in $CH_3NH_3PbI_3$ (abbreviated as $MAPbI_3$), the prototypic hybrid perovskite, is stabilized by the HB interaction between the organic MA cations and the PbI_6 octahedron cage. On the contrary, the Pb-I orbital hybridizations within the octahedron cage give rise to the overall destabilizing effect on the octahedral tilting. In addition, we show that the structural polarization in the PbI_6 octahedron cage is determined primarily by the direction of the dominant HB. On the basis of band-structure calculations, we further show that the Rashba splitting is determined primarily by the polar direction in the PbI_6 cage which, in turn, is determined by the HB interaction. Since the suppression of carrier-recombination rate is intimately connected to the Rashba splitting, the present discovery would greatly facilitate our understanding of the enhanced carrier lifetime in the room-temperature-stable tetragonal $MAPbI_3$ on the basis of the HB interaction.

G8-3 DFT-guided Defect Engineering on Solar Energy Conversion Materials for High Efficiency of TiO_2

제일원리 계산을 통한 효과적인 TiO_2 광변환소재 결함제어

최희채*. *(주)버추얼랩*

Defect engineering is one of the longest research topics in field of ceramic materials since defects determines the various properties such as carrier transports, optical transitions, and magnetism. Photocatalytic reaction of a ceramic material is the integral of the optical transition and carrier transport. Therefore, exact understanding in the point defect equilibria and the effects must be given to engineering of photocatalytic material. Density functional theory (DFT) calculations is a powerful tool that gives the exact value of thermodynamic parameters and defect levels in oxide band gaps. In this talk, I will present several examples that DFT calculations could efficiently guide defect engineering and gas mixtures in thermal treatments on doped and undoped anatase and brookite TiO_2 photocatalysts toward highest photocatalytic activities.

G8-4 Monte Carlo Simulation on Densification Process of Liquid-phase Sintered Ceramics

액상소결 세라믹스 치밀화 과정에 대한 몬테카를로 시뮬레이션

이재욱*. *재료연구소*

세라믹스의 액상소결과정은 액상형성에 따른 입자재배열, 모세관 현상에 의한 시편수축, 고립기공의 소멸 등으로 구성된다. 이 중 앞의 두 단계는 시편이 소결온도에 도달한 후 수 분 안에 이루어지는 반면 세 번째 단계는 수 시간 내지 며칠에 걸쳐 천천히 진행된다. 때문에 대부분의 액상소결 연구는 세 번째 단계 즉, 고립기공의 소멸에 대해 이루어졌으며 특히 액상량이 극히 작을 경우 어떤 현상들이 벌어지는지에 집중되어 있다.

본 연구에서는 몬테카를로 시뮬레이션을 이용하여 고립기공의 소멸과정을 모사하였다. 현재까지 몬테카를로 방법은 주로 고상소

결이나 액상소결에서의 입성장을 모사하는 데에 이용되었는데, 본 연구에서는 액상 내 고상과 기상의 확산을 모두 고려하여 액상소결에서의 입성장과 기공소멸 과정을 동시에 모사하였다. 2차원과 3차원 미세조직에서 입도분포, 기공크기 분포 등을 조사하였고 젖음각(wetting angle)의 영향을 알아보았다.

G8-5 A Simulation for Electrostatic Behaviors of Resistive Memory using Finite Element Method

유한요소법을 이용한 저항 메모리의 정전기적 거동에 대한 시뮬레이션

민경환*, 권용우. *홍익대학교*

전이금속산화물을 기반으로하는 저항 메모리의 스위칭 동작은 전도성 필라멘트의 형성과 파괴에 의해 일어나는 것으로 알려져 있다. 최근, 이러한 정전기적 거동을 해석하기 위한 많은 모델들이 제시되어 왔는데, FEM (finite element method)와 DEM (discrete element method)를 이용하여 해석하거나, 기 형성된 전도성 필라멘트를 토대로 열적, 전기적 거동에 대한 해석을 진행한 연구, 그리고 이 외에 제일원리를 이용한 결함형성에 대해 연구한 많은 사례들이 있다.

본 연구에서는 FEM만을 이용한 적은 컴퓨팅 자원을 통해 시뮬레이션하는 모델을 수립하였다. 먼저, 산화물과 결함이 형성된 부분을 두 개의 상(phase)로 해석하고자 하였고, 결함형성에 있어 전기장의 크기에 비례하는 스위칭 모델을 적용하였다. 본 발표에서는 수립한 FEM simulation에 대해 자세히 설명하고, 금속산화물의 물성값에 따른 스위칭 특성을 살펴볼 것이다. 또한, 결함 형성의 무작위성(randomness)를 반영한 모델로써, forming voltage의 산포 역시 다뤄질 예정이다.

G8-6 Computer Simulation Study to Improve Analog Characteristics of Phase-change Memory

상변화메모리(Phase-change memory)의 아날로그 특성 향상을 위한 전산모사 연구

신민규*, 권용우. *홍익대학교*

인공지능 하드웨어 기술 중 인간의 신경세포의 기능을 모사하는 뉴로모픽 컴퓨팅 칩 기술이 기존 von Neumann 구조와 비교했을 때 에너지 효율 측면에서 많은 연구가 진행되고 있다. 뉴로모픽 소자의 구성요소 중에 시냅스 소자는 뉴런 소자 간의 연결과 가중치를 담당하는데, 이러한 시냅스 소자를 위한 메모리로써 상변화메모리가 많은 수의 중간상을 통해 실제 시냅스의 아날로그 적인 신호를 표현할 수 있어 기존의 실리콘 기반 메모리에 비해 이점을 가질 수 있다. 본 연구에서는 상변화메모리가 가지는 아날로그 특성을 향상시키기 위해 구조 및 상변화물질의 특성을 변화시켜가며 전산모사를 진행했다. 소자의 구조에 대한 영향성은 confined type과 line & space type을 비교하여 아날로그 특성의 향상에 유리한 구조를 분석해 보았다. 상변화물질의 특성은 결정질 상태의 비저항과 열전도도를 변화시켜가며 transition 영역과 on/off ratio에 미치는 영향에 대해 분석을 하였다. 이러한 분석들을 바탕으로 시냅스 소자를 위한 상변화메모리의 구조와 상변화물질의 재료 엔지니어링의 방향에 대해 제안하고 논의하고자 한다.

S81-1 *Ab initio* Study for Native Defects in PbTe

PbTe의 고유결함에 대한 제일원리 연구

박성진[1*], 이민호[2], 류병기[1]. [1] *한국전기연구원,* [2]*Leibniz Institute for Solid State and Materials Reserarch Dresden*

PbTe is very noteworthy thermoelectric material at intermediate temperatures. Most investigations of PbTe were mainly focused on PbTe-based ternary or quaternary alloys to control band convergence, formation of resonant level, and nanostructuring. However, the intrinsic nature of PbTe is still not well understood yet. The semiconductor type of PbTe-related alloys is known to be determined by the Pb concentration with respect to the Te concentration. In binary, Pb-rich or Te-rich condition typically exhibits n-type or p-type behavior, respectively. It also affects the electrical behavior of ternary or quaternary PbTe-based alloys. In PbTe, our experimental results show that 10% excess-Pb doping merely affect the lattice parameter (~ +0.3%). To understand such an off-stoichiometry behavior and its electric behavior in binary, we theoretically investigated the formation of native vacancies and interstitials in PbTe. We suggest that the formation of Pb interstitial or Te vacancy defects might be responsible for the off-stoichiometry in PbTe.

S81-2 First Principles Study on Optical and Electrical Properties of $BaSnO_3$

$BaSnO_3$의 전기 및 광학적 성질에 관한 제일원리 계산 연구

강영호*. *한국재료연구소*

The cubic perovskite $BaSnO_3$ (BSO) has emerged as a particularly promising wide band gap oxide for numerous technological applications such as photovoltaics, light-emitting diodes, flat-panel display, and touch screen. The electrical conductivity of BSO is highly tunable by doping (controlled doping up to $n \sim 6\times10^{20}$ cm^{-3} has been achieved). In addition, its room-temperature mobility has been reported to exceed 300 cm^2/Vs even for $n > 10^{20}$ cm^{-3}, which surpasses mobility records of well-known conducting oxides such as Sn doped In_2O_3 and Al doped ZnO. Despite outstanding properties of BSO, their fundamental understanding is still lacking.

In this study, we investigate electrical and optical properties of BSO using first principles calculations. The electron mobility is calculated in a fully predictive manner taking into account electron-phonon and impurity scattering, which provides physical insights into the excellent transport ability of BSO. We also evaluate the optical absorption. By comparing with experiments, we shed light on the variety of bandgap values that have been previously reported, concluding that the indirect gap is 2.98 eV and the direct gap is 3.46 eV.

S81-3 Influence of Alloying Elements on the Martensite Start Temperature of High Manganese Steel

고망간강 마르텐사이트 변태 시작 온도에 미치는 합금 원소 영향

장재훈*. *창원재료연구소*

목표하는 미세구조와 물성을 만족시키는 합금을 설계하는 것은 다양한 합금 원소들과 열처리 조합에서 하나를 선택하는 과정으로 많은 시간과 비용을 필요로 한다. 따라서, 합리적인 물리 야금학 모델을 통해 각 원소가 조직과 물성에 미치는 영향을 정확히 예측하는 것은 새로운 합금을 설계하는 데 있어 이러한 시간과 비용을 줄여줄 수 있다. 그 예로, 고망간강에서 마르텐사이트 변태 시작 온도에 미치는 각 원소 효과를 이해하려는 시도는 열처리 후 미세조직 및 TRIP, TWIP 등의 변태기구와 밀접한 관련성이 있어 다양하게 진행되어 왔다. α''-마텐사이트의 경우에는 다양한 실험 측정치와 열역학 방법으로부터 변태 시작 온도를 예측하는 모델이 제안되어 활용되고 있으나, ε-마르텐사이트 의 경우에는 성분 범위나 정확도의 측면에서 열역학 데이터의 제약으로 인해 적용에 어

포스터 발표 I

2018년 4월 12일(목)

P1-G1-1 Study on Al-Si-C-O Insulation Coating of Soft Magnetic Metal Powders

연자성 금속분말의 Al-Si-C-O 절연체 코팅에 관한 연구

오혜령*, 양형우, 이우성. *전자부품연구원*

Soft magnetic composites (SMCs) are important in inductors and transformers applications due to high permeability and low eddy current loss at high frequencies. The annealing process in SMCs core fabrication is essential to eliminate the residual stress. Accordingly, the insulating material should have a high thermal stability. In this study, the formation of chemical bonding with Al-Si-O-C layer in the magnetic powder gives rise to improved thermal stability. The ceramic coated layer with Al-Si-O-C component were used for the insulation layer of metal powder, and the magnetic material with ceramic insulated layer were obtained by glass reaction with reduced the resistivity.

P1-G1-2 Effect of Complex Substitution on Microwave Dielectric Properties of $Mg_2Ti_{1-x}(Ni_{1/3}Sb_{2/3})_xO_4$ ($0.05 \leq x \leq 0.3$) Ceramics

$Mg_2Ti_{1-x}(Ni_{1/3}Sb_{2/3})_xO_4$ ($0.05 \leq x \leq 0.3$) 세라믹스의 복합치환이 마이크로 유전특성에 미치는 영향

박윤식*, 김응수. *경기대학교*

Microwave dielectric properties of $Mg_2Ti_{1-x}(Ni_{1/3}Sb_{2/3})_xO_4$ ($0.05 \leq x \leq 0.3$) ceramics were investigated. For the specimens sintered at 1400℃ for 4h, single phase with inverse-spinel structure was observed through the entire range of compositions. Although the dielectric polarizability of $(Ni_{1/3}Sb_{2/3})^{4+}$ (4.08 Å) was larger than that of Ti^{4+} (2.93 Å), the dielectric constant (K) of the specimens was decreased with increasing x due to the larger ionic size of $(Ni_{1/3}Sb_{2/3})^{4+}$ (0.63 Å) than that of Ti^{4+} (0.605 Å). These results could be attributed to the rattling effect which describe the large ionic size reduce the dielectric constant. In addition, dielectric constant (K) of $Mg_2Ti_{0.5}(Ni_{1/3}Sb_{2/3})_{0.5}O_4$ ceramics was enhanced from $\varepsilon_r \sim 14$ to $\varepsilon_r \sim 9.45$ with no significant degradations of Qf value. Qf values of the specimens decreased with the increase of x. However, Qf values above 100,000 GHz and K below $\varepsilon_r \sim 10$ were obtained with complex substitution of $(Ni_{1/3}Sb_{2/3})^{4+}$ for Ti^{4+} of $Mg_2Ti_{1-x}(Ni_{1/3}Sb_{2/3})_xO_4$ ($0.05 \leq x \leq 0.3$) ceramics, which could be applied to the communication systems.

P1-G1-3 Microwave Dielectric Properties of $Mg_4Ta_2O_9$-based Ceramics with Substitution of $(Li_{3/4}Ta_{1/4})^{2+}$ for Mg^{2+} sites

Mg^{2+} 자리에 $(Li_{3/4}Ta_{1/4})^{2+}$ 치환에 따른 $Mg_4Ta_2O_9$계 세라믹스의 마이크로파 유전특성

조현우*, 김응수. *경기대학교*

Dependence of microwave dielectric properties on the substitution of $(Li_{3/4}Ta_{1/4})^{2+}$ for Mg^{2+}-site of $Mg_{4-x}(Li_{3/4}Ta_{1/4})_xTa_2O_9$ ($0 \leq x \leq 0.1$) were investigated at microwave frequencies. For the $Mg_{4-x}(Li_{3/4}Ta_{1/4})_xTa_2O_9$ specimens sintered at 1350°C for 5 h, the single phase of $Mg_4Ta_2O_9$ was detected up to x = 0.025 mol, while the secondary phase of $MgTa_2O_6$ was observed along with the main phase of $Mg_4Ta_2O_9$ for further substitution of $(Li_{3/4}Ta_{1/4})^{2+}$ for Mg^{2+}. With substitution of $(Li_{3/4}Ta_{1/4})^{2+}$ ions for Mg^{2+} site, the quality factors (Qf) were increased and showed the highest value (Qf = 230,000 GHz) at x = 0.025 mol due to the increase of Ta-O bond strength. However, the quality factor (Qf) decreased for the specimens with higher content $(Li_{3/4}Ta_{1/4})^{2+}$ above x = 0.025 mol due to formation of secondary phase $MgTa_2O_6$. Dielectric constant (K) of $Mg_{4-x}(Li_{3/4}Ta_{1/4})_xTa_2O_9$ were not changed remarkably with compositional changes. The relationship between Ta-O bond strength and microwave dielectric properties were also discussed.

P1-G1-4 Structural Characteristics and Microwave Dielectric Properties of $Mg_4(Nb_{x/8}Ta_{y/8}Sb_{z/8})_2O_9$ Ceramics

$Mg_4(Nb_{x/8}Ta_{y/8}Sb_{z/8})_2O_9$ 세라믹의 구조적 특성 및 마이크로파 유전특성

김재민*, 김응수. *경기대학교*

Microwave dielectric properties of $Mg_4(Nb_{x/8}Ta_{y/8}Sb_{z/8})_2O_9$ ($1 \leq x, y, z \leq 5$) ceramics were investigated with the structural characteristics by the Rietveld refinement. For the $Mg_4(Nb_{4/8}Ta_{2/8}Sb_{2/8})_2O_9$ specimen sintered at 1400°C for 5h, a single phase with a corundum structure was detected and high quality factor (376,000 GHz) was obtained. The microwave dielectric properties of the specimens were dependent on the relative ratio changes of B-site ions (Nb^{5+}, Ta^{5+}, Sb^{5+}) of $Mg_4B_2O_9$, which could be attributed to the structural characteristics with the types of B-site ions (Nb^{5+}, Ta^{5+}, Sb^{5+}). Dielectric constant (K) of $Mg_4(Nb_{2/8}Ta_{2/8}Sb_{4/8})_2O_9$ was 9 which is lower than 11~12 of typical $Mg_4Nb_2O_9$ ceramics with corundum structure. Based on the structural characteristics of corundum structure with the relative ratio of B-site ions (Nb^{5+}, Ta^{5+}, Sb^{5+}) of $Mg_4B_2O_9$, the relationships between the microwave dielectric properties and the structural characteristics were also discussed.

P1-G1-5 Electrical Pattern-incorporated Photo-curable Inorganic/Organic Composites

전도 패턴이 결합된 광경화성 유무기 복합소재

윤재영[1]*, 양현승[2], 박성대[2], 이우성[2]. [1]*경기대학교*, [2]*전자부품연구원*

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. 광경화형 고분자를 이용한 웨어러블 기기 제작을 위해서 기존에는 전도성 잉크를 이용한 전도 패턴을 구현하였지만, 가격 및 복잡한 공정면에서 한계를 가지고 있다. 본 연구에서는 전도 도금 패턴 형성에 활용 가능한 무기 세라믹 입자가 복합된 광경화성 유무기 복합소재를 제조하였다. 특히, Photo DSC 및 UV 흡광도 측정을 통해서 광경화성 3D 프린팅 공정에 적합한 무기 입자를 선택하였고, 무기 입자의 종류 및 함량에 따른 전도 패턴 구현 특성을 확인하였다. 또한 Tape peel test을 이용하여 전도 패턴이 결합된 3D 프린팅용 광경화성 소재의 기계적 안정성도 확인하였다.

P1-G1-6 Synthesis of Layered-structured Mn_5O_8 Nanowires by Electrospinning and its Electrochemical Properties

전기방사법에 의한 층상구조를 갖는 Mn_5O_8나노와이어 합성 및 전기화학적 특성 평가

한진주[1]*, 송찬근[1], 원종한[2], 윤종원[1]. [1]*단국대학교*, [2]*한국기초과학지원연구원*

금속산화물 중 의사캐패시터(pseudo capacitors)에 널리 상용되고 있는 망간산화물의 경우 전기용량의 이론적 값이 800 F/g로 매우 높게 알려져 있다. 본 연구에서는 1차원 나노구조체를 비교적 간단히 제작할 수 있는 전기방사법을 활용하여 망간산화물 1차원 나노와이어를 제작하고 300°C부터 500°C까지 열처리 온도를 다르게 합성

하였다. 열처리 온도에 따른 망간산화물의 결정구조, 미세구조 및 화학양론조성 평가를 수행하였다. FESEM을 통한 미세구조 분석결과 나노와이어의 평균직경은 200~300 nm로 확인되었으며, X선 회절 분석을 이용하여 결정구조를 분석한 결과 500°C 열처리 시료의 경우 Mn_2O_3 단일상이었으며, 400~350°C 열처리 시료의 경우 Mn_5O_8상이 지배적이고 일부 Mn_2O_3가 혼재된 상으로 확인되었고, 한편 320°C 열처리 시료에서는 Mn_5O_8 단일상이 확인되었다. 또한 300°C 열처리 시료의 경우 Mn_5O_8 및 Mn_3O_4가 혼재된 상으로 확인되었다. 본 발표에서는 망간산화물의 열처리 온도별 결정상에 따른 의사캐패시터 적용 가능성을 검토하고자 전기화학적 특성평가인 삼전극 법을 활용한 순환전류전압(CV)측정, 임피던스측정 및 직류충방전(GCD)특성평가의 결과를 발표하고자 한다.

P1-G1-7 Influence of *A*-site Cations Ordering on the Electric Properties of BNT Lead-free Piezoceramics

BNT 무연압전세라믹스의 *A*-site 양이온 배치가 전기적 특성에 미치는 영향

이주현[1*], 홍창효[1], 안창원[2], 조욱[1]. [1] *UNIST,* [2] *울산대학교*

Previously, we attempted to control the degree of oxygen octahedral tilting by adjusting *A*-site deficiency levels for some selected compositions in $(1-x)Bi_{1/2}Na_{1/2}TiO_3$-$xBaTiO_3$ (BNT-BT) system, i.e., $(Bi_{1/2})_{1-x}Ba_x[(Na_{1/2})_{1-x}]_{-y}TiO_3$ (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 random fields (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 addition, The effect of *B*-site cations ordering is evident in $Pb(Sc_{1/2}Ta_{1/2})O_3$ system (N. Setter, 1980[1]). So, I wonder that we can control the order of *A*-site ions in the pure BNT system which shown any intensity of RFs despite the presence of oxygen octahedral tilt system. We tried to control the degree of *A*-site ions order in pure BNT system by thermal annealing. After sintering at 1150°C for 2.5 h, each $(Bi_{1/2})(Na_{1/2})_{1-x}TiO_3$ (x = 0, 4, 5) samples was annealed by three conditions 1) 700°C for 24 h, 2) 800°C for 24 h, 3) 700°C for 100 h. As a result, some new peak appear in front of (001) peak in XRD data of 700°C for 100 h annealing condition. Also, In high electric field measurement, relaxor property that is incipient piezoelectricity appears as increase *A*-site deficiencies. In this presentation, we would like to present the data of relevance to these results.

P1-G1-8 Corrosion Behavior of Cu-Fe Alloy Flake Coated with Complex Solution Consisted of Ferrous and Nonferrous Metallic Corrosion Inhibitor

철금속 및 비철금속 방청제로 구성된 혼합용액으로 코팅된 Cu-Fe 합금 Flake의 부식거동

박수영[1*], 전명표[1], 배동식[2]. [1] *한국세라믹기술원,* [2] *창원대학교*

Corrosion inhibitor solution is a chemical solution composed of silica nanoparticles, binder and solvent and plays a role of reducing its corrosion rate. Cu-Fe alloy flakes will be weak to corrosion due to their iron composition and small particle size. The effect of a mixed rust inhibitor on the corrosion of CuFe alloy flake was investigated using complex solutions consisted of a ferrous and a nonferrous metal rust inhibitor based on SiO_4 and SiO_2, respectively. The ratios of ferrous and nonferrous inhibitor solution are 7 : 3, 6 : 4, 5 : 5 and 4 : 6, respectively. Cu-Fe alloy flakes coated with the mixed rust inhibitor solution were placed in pH 2, pH 4 solution, respectively at 25°C and 80°C. After 24 and 48 h, the corrosion status was examined with XRD, SEM/EDS and FT-IR.

P1-G1-9 Influence of the Water Quenching Process on the Electrical Properties of Sm-modified Bismuth Ferrite based Ceramics

사마륨이 첨가된 비스무스 페라이트 세라믹의 물을 이용한 급속 냉각에 따른 전기적 특성

무하마드 하비브[*], 이명환, 김다정, 최해인, 송태권, 김명호, 김원정. *창원대학교*

Bismuth ferrite based bulk ceramics $(1-x)Bi_{0.92}Sm_{0.08}FeO_3$-$xBaTiO_3$ (BSF-BT, x = 0.00 - 0.03) have been synthesized by conventional solid-state reaction method followed by water quenching process. The water quenching procedure dramatically enhanced the remnant polarization (P_r) from 11.5 μC/cm^2 to 21 μC/cm^2 and also for 3 mol% of $BaTiO_3$ addition the coercive field (E_c) significantly reduced and its corresponding P_r value reached to 28.5 μC/cm^2. The well-saturated P - E loops with such a high P_r value for the first time have been reported in Sm-modified $BiFeO_3$ bulk ceramics. The temperature dependent polarization revealed that the corresponding P_r values were improved, this behavior may be related to the thermally activated domain walls motion. In addition, at optimum composition (3 mol%) maximum static and dynamic piezoelectric constant d_{33} = 47 pC/N and d_{33}* = 38 pm/V were observed. The structureal and electrical properties of BSF-BT ceramics will be presented in detail.

P1-G1-10 Piezoelectric Ceramic Composition for Cu MLCA

Cu MLCA용 압전 세라믹 조성

최정식[1*], 신효순[1], 이창현[2], 여동훈[1], 이준형[3]. [1] *한국세라믹기술원,* [2] *고려대학교,* [3] *경북대학교*

다층의 압전 세라믹 시트로 구성된 MLCA (Multilayer Ceramic Actuator)는 고정밀 엑츄에이터로써 반도체 장비, 자동차 등 전 산업 부분에서 핵심적인 부품으로 다양하게 사용되고 있다. 현재 상용화 되고 있는 MLCA는 Ag-Pd 같은 고가의 내부 전극을 사용하기 때문에 적층 수가 많은 엑츄에이터의 경우 가격 경쟁력을 높이기 위하여 Cu, Ni 등과 같은 저가의 내부 전극을 적용하기 위한 연구가 필요하다. 그러나 기존의 MLCA에서 사용되는 Pb계열의 세라믹 시트는 1200°C 이상의 높은 소결 온도를 지니고 있는 반면 Cu 내부 전극은 900°C~1000°C에서 소결 되기 때문에 세라믹 소재와 전극의 동시 소결이 어렵다는 단점이 있다. 또한 산화 분위기에서 소결 시 내부 금속이 산화 반응이 일어나므로 Cu 내부 전극을 사용하기 위해서는 1000°C 이하의 저온 소결 특성을 지니며, 내부 전극이 산화되지 않는 분위기에서 소결이 진행 되어야 하며, 이때 세라믹 시트는 산화물 상태로 유지 되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 Pb계열의 압전 세라믹스에 첨가제를 추가하여 소결 온도를 900°C~1000°C에서 형성하며, d_{33} 및 k_p가 400 (pC/N), 50 (%) 이상에 해당하는 특성을 얻고자 하였다. 또한 소결 시 질소와 수소 가스의 유량을 변화시켜 산소 분압을 조절하여, 내부전극은 산화되지 않는 상태에서 충분한 압전 특성이 유지될 수 있도록 하는데 목적을 두었다.

P1-G1-11 Hybrid Flexible Nanocomposite Energy Harvester based on Perovskite Nanostructures-employed Piezopolymer

유-무기 하이브리드 압전나노소재 기반의 플렉서블 에너지 하베스팅 소자

박귀일[1*], 정창규[2], 현동열[1], 박현빈[1]. [1]*경남과학기술대학교*, [2]*전북대학교*

Energy harvesters which can convert electrical energy from vibrational and mechanical energy sources are very promising tools to realize the sustainable energy generation in isolated, inaccessible or indoor environments and even in human body condition. Mechanical energy harvesting technologies have been developed in various ways to support or power small-scale electronics. Nevertheless, the strategy for enhancing current and charge performance of flexible piezoelectric energy harvesters using a simple and cost-effective process is still a challenging issue. Herein, we develop fully-piezoelectric nanocomposite using perovskite nanostructures-employed poly(vinylidene fluoride-co-trifluoroethylene) (P(VDF-TrFE)) for a highperformance hybrid nanocomposite generator (hNCG) device. Inorganic piezoelectric nanomaterials were synthesized via a facile hydrothermal reaction. The hybrid-pizoelectric composite was produced by dispersing the inorganic piezo-materials into organic P(VDF-TrFE) piezo-polymer. Finite element analysis method simulations study that this outstanding performance of hNCG devices attributes to not only the piezoelectric synergy of piezo-ceramics and within P(VDF-TrFE) matrix but also the effective stress transferability of piezopolymer. We also characterized the output performance of flexible hNCG under the periodic bendings and demonstrated the practical application by using the generated electricity from a flexible energy harvester.

P1-G1-12 Improved Bending Fracture Behavior of Graphene-Intervened Flexible Oxide Thin Films

그래핀 적용에 따른 유연 산화물 박막의 굽힘 파괴 거동의 향상

최홍제*, 김다빈, 조용수. *연세대학교*

We introduce the improved bending fracture resistance of flexible inorganic thin films by incorporating a large-scale graphene monolayer, using a typical example of transparent conducting Al-doped ZnO (AZO) thin films. A graphene monolayer of ~1 cm × 1 cm scale was successfully transferred onto a flexible polyethylene terephthalate (PET) substrate prior to the sputter-deposition of thin films with variable film thickness from 50 nm to 200 nm. The highlights of the substantial improvements are the crack-initiating strain of 1.64% and the fracture energy of 364.2 Jm^{-2}, which were obtained for the graphene-intervened 200 nm-thick AZO films. The values correspond to respective improvements of ~61% and ~272% compared to the reference sample without graphene.

P1-G1-13 Plasmonic-Enhanced Luminescence Using an ZnO Nanorod-Array for White Light-Emitting Diodes

백색 LED용 플라즈모닉 증강 ZnO 나노로드-어레이

권오현*, 장진우, 정예슬, 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-G1-14 Inhomogeneous Sn Distribution in ITO and its Phase Relations

ITO 소결체 내 Sn의 불균일한 분포와 상관계

오성욱[1*], 김도겸[1], 유춘석[2], 허용혁[2], 김영기[3], 허영우[1], 김정주[1], 이준형[1]. [1]*경북대학교*, [2]*희성금속(주)*, [3]*UNIST*

ITO 박막의 제조는 소결타겟을 스퍼터링하여 박막을 제조하는 방법이 가장 널리 사용되고 있다. 이때 ITO 타겟 내 Sn의 함량은 약 9.3 at%가 첨가된 것이 보편적으로 사용된다. 평형상태를 가정한 상태도에 의하면 In_2O_3내 SnO_2의 고용량은 1500도에서 약 5~6 at% 미만, 1000도 부근에서는 약 2 at% 미만의 고용한계를 가지기 때문에 소결체는 Sn-rich 상 ($In_4Sn_3O_{12}$상)과 같은 2차상의 생성을 필수적으로 동반하게 된다. 따라서 약 9.3 at%가 첨가된 ITO 소결체는 $In_4Sn_3O_{12}$상과 Sn이 균일하게 고용된 ITO 상 (bixbyite 구조) 으로 구성되는 것으로 받아들여져 왔다.

본 연구에서는 ITO 입자 내부에서도 Sn의 분포가 균일하지 않으며, Sn의 함량이 20~24 at%에 이르는 약 100~200 nm 크기의 입자들이 다량 생성됨을 발견하였다. 이러한 Sn 과량 나노입자들은 X-ray diffraction (XRD) 분석으로 검출되지 않을 뿐 아니라 TEM의 SAED 분석으로도 ITO 모상과의 구조 유사성으로 인하여 검출이 까다로웠다.

본 연구에서는 HRTEM 분석을 통하여 ITO 모상과 Sn 과량 나노입자와의 결정구조 상관관계를 규명하였으며, 이를 통하여 In_2O_3-SnO_2 상발달관계에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있었다.

P1-S13-1 Al- and Ga-doped HfO_x Thin Film Deposition for Resistive Switching Memory

저항변화메모리를 위한 Al 또는 Ga이 도핑된 HfO_x 박막의 원자층 증착법

류성연[1*], 오승익[1], 남효원[1], 박우영[2], 김수길[2], 최병준[1]. [1]*서울과학기술대학교*, [2]*SK하이닉스*

Bipolar type resistive switching random access memories (RRAMs) are utilized by HfO_x thin film. It has been reported that crystalline HfO_2 film could not create enough oxygen vacancies for resistive switching. Crystalline HfO_2 RRAM may cause even higher forming voltage, which in turn, device variability could be worse or even catastrophic breakdown could be happen. To change the structure of the film, defect engineering by doping has been deliberately investigated by using various methods, such as, co-sputtering, implantation, thermal and photo-assisted diffusion, etc.

In this study, Al- and Ga-doped HfO_x films are grown by using atomic layer deposition (ALD) to change the structural and chemical properties of HfO_2 film. Tetrakis(ethylmethylamino)hafnium (TEMAH), trimethyl aluminum (TMA), and cyclic dimethylamide complex DMG $(Ga(NMe_2)_3)_2$ are used as Hf, Al, and Ga precursors, respectively. Dopant concentration and location are controlled by the ALD cycle ratio and sequence. Structure and chemical states of the films are investigated. In addition, the resistive switching characteristics caused by internal structure of Al- and Ga-doped-HfO_2

films are compared with that of HfO_2-based resistive switching memory device.

This paper was result of the research project supported by SK hynix Inc.

P1-S13-2 Low Operating Voltage, Electroforming-free, and Self-rectifying Characteristics of Pt/HfO_2/Ti Crossbar Array Device

저전압 구동과 자기 제어 특성을 갖는 Pt/HfO_2/Ti 크로스바 어레이 소자

김용*, 정원희, 윤희주, 한정환, 최병준. *서울과학기술대학교*

Recently, interest in crossbar array (CBA) is growing to improve functionality in memory devices. However, there are some issues as implementing memristor with CBA structure. For example, memristor requires the electroforming process, which demands excessive drive circuit, and additional selector is needed to reduce the sneak path problem.

In this study, we have developed electroforming-free memristor with rectification functionality to help alleviate these problems. A device with Pt/HfO_2/Ti stack was fabricated. The HfO_2 thin film is deposited using atomic layer deposition (ALD) used as resistance switching (RS) layer. During this process, TiO_x layer is formed between Ti and HfO_2 because of thermal process under oxygen-rich atmosphere in chamber. This layer acts as a barrier for electron injection, which plays an important role in the self-rectifying behavior. The RS behavior of fabricated device in CBA shows forming-free and low operating voltage for set and reset switching, respectively. As a result, we demonstrate the selector-free memristive CBA through self-rectifying characteristics.

P1-G2-1 Analysis of Crystal Structure, Electrical Conductivity, and ASR Characteristic of Ca Substituted into Layered Perovskite for Cathode Materials of IT-SOFC

고체산화물 연료전지 공기극으로 사용되는 Layered Perovskite에 Ca 치환에 따른 결정구조, 전기 전도도 및 면적비 저항 특성 분석

김정현[1*], 우성훈[1], 추슬기[1], 신태호[2]. *[1]한밭대학교, [2]한국세라믹기술원*

고온 영역에서 운전되는 고체산화물 연료전지(Solid Oxide Fuel Cell)는 세라믹 전극의 활성화에 의해 높은 전력밀도를 보이는 장점이 있으나 금속 재료 및 세라믹 전극의 열적 퇴화의 문제점이 발생하고 있다. 본 연구에서는 $AA'B_2O_{5+\delta}$ 구조의 $SmBa_{0.5}Sr_{0.5}Co_2O_{5+\delta}$ (SBSCO) Layered Perovskite 조성을 이용하여 단계적으로 Strontium (Sr)을 Calcium (Ca)으로 치환한 Layered Perovksite 을 합성하여 산화물의 결정구조 특성, 온도에 따른 전기 전도도 및 면적비 저항 특성을 분석 하였다.

P1-G2-2 Phase Synthesis and Electrochemical Properties of Pr and Sm Substituted into Layered Perovskites

$AA'B_2O_{5+\delta}$ Layered Perovskite구조에 Pr 및 Sm 치환에 따른 상합성 및 전기화학 특성

김정현[1*], 우성훈[1], 추슬기[1], 신태호[2]. *[1]한밭대학교, [2]한국세라믹기술원*

고체산화물 연료전지는 고온 영역에서 운전될 경우 공기극의 크롬 피독현상 및 스택의 밀봉, 분리판 금속의 내구성 및 열적퇴화 등의 다양한 문제를 가지고 있다. 최근에는 이러한 문제를 해결하기 위하여 국내외의 많은 연구기관에서는 실용적인 측면과 상용화에 유리한 중·저온형 고체산화물 연료전지 연구에 많은 노력이 진행되고 있다. 본 연구에서는 Pr을 A Site에 치환한 Layered perovskite를 상합성 하였으며 이에 따른 전기화학 특성을 분석하였다.

P1-G2-3 Highly Efficient Electrochemical Synthesis of Ni Nanoparticles-dispersed Ceria Nanostructures for High-temperature Electrocatalyst

전기증착을 통한 고효율의 니켈 나노입자가 분산된 세리아 나노구조체 고온 전기화학촉매 합성

김진욱*, 최윤석, 정우철. *KAIST*

Lowering operation temperature of solid oxide electrochemical cells (< 700°C) is crucial to overcome longstanding cost barriers by extending the choice of materials and lifetime with minimal thermal degradation. However, decreased performance due to the increased electrode overpotential at reduced temperature is one major problem to be addressed. Highly active metal nanoparticles (NPs) have become desired to develop high performance electrode at reduced temperature by uniformly dispersing on the mixed ionic and electronic conducting oxides such as doped ceria, which is a prerequisite for effective electrochemical reactions. While it has become evident that nanoscale architecturing can provide further improvement due to the high density of active sites corresponding to metal/ceria interfaces, the practical fabrication methods for such complex structures are not easily available. In this study, we present a cost-effective, simple electrochemical synthetic route of metal NPs-dispersed ceria nanostructures. We successfully controlled not only ceria support microstructures but also the size and distribution of supported metal NPs by varying the process variables such as applied potentials or deposition time. Finally, we demonstrated the dramatic enhancement of electrochemical activity of Ni/YSZ anodes with electrochemically prepared electrocatalytic layers.

P1-G2-4 High-temperature Methane Oxidation of Pt@SiO_2 Core-shell Catalyst with Long-term Stability

장기안정성을 갖는 Pt@SiO_2 코어-쉘 촉매의 고온 메탄 산화 반응

김승현*, 이시원, 정우철. *KAIST*

Recent improvements in colloidal synthesis have made it possible to synthesize morphologically well-defined metal nanoparticles for catalytic applications. Due to their high reactivity and advantage in high surface-to-volume ratio, metal nanoparticles have been widely used as a catalyst for hydrocarbon reforming and automobile exhaust control. These industrially significant reactions usually require high-temperature conditions. However, under high temperature, metal nanoparticles loses the advantages due to particle aggregation. Agglomeration causes surface area loss and in turn, leads to degradation of catalytic activity. Core-shell structure has been proposed lately to physically shield metal nanoparticles from agglomeration. However, most studies are focused on the synthetic method, and there are limited studies on an actual catalytic test of core-shell catalysts in high-temperature conditions.

Here, we this study have prepared a Pt@SiO_2 catalyst, confirmed its thermal stability in temperature up to 650°C and made physical characterizations using TEM, XRD and CO chemisorption. More importantly, we conducted a high-temperature methane oxidation at 550°C with the core-shell catalyst, and it showed decent and stable

long-term activity compared to conventional supported type catalyst. These observations provide the possibility of the core-shell particles as a candidate for catalyst in real high-temperature reactions with both stability and activity.

P1-G2-5 Long-term Stability Enhancement and Development of Reversible Solid Oxide Fuel Cell

가역운전 고체산화물연료전지의 수소극 장기성능 향상 및 기술 개발

신재화*, 이민진, 황해진. *인하대학교*

고체산화물전해셀(solid oxide electrolysis cell, SOEC)은 고온에서 수증기를 전기분해하여 수소를 제조하는 전기화학 디바이스이다. SOEC는 고체산화물연료전지(SOFC)의 역반응을 활용하는 기술로서 필요에 따라 수소로부터 전기를 생산하기도 하고 전력으로부터 수소를 제조하는 차세대 전력생산 및 저장 시스템에 활용을 목적으로 하고 있다. 한편 SOEC는 수소극에 고온/고압의 수증기를 공급한다는 점과 공기극에서는 산소가 매우 빠르게 방출된다는 점 때문에 SOFC에 비하여 셀 및 스택의 열화가 크고 상업화의 걸림돌이 되고 있는 상황이다. 본 연구에서는 SOEC의 수소극 성능 및 열화에 미치는 작동 조건의 영향에 대하여 연구하였으며, 수소극의 내구성을 향상하기 위하여 Ni/YSZ의 산화를 억제하는 소재 기술을 검토하였다. 수소제조용 셀은 공기극으로 LSCF를, 수소극으로 Ni-YSZ 사용하여 구성하였고 전해질(YSZ) 및 전극 지지형 셀을 제조하여 실험에 사용하였다. 제조한 셀에 대하여 SOFC/SOEC 모드에서의 분극저항과 j-V 특성을 평가하였다. 셀에 0.1 A/cm^{2}의 전류밀도를 인가한 상태에서 10, 30, 50%의 수증기 분압 변화에 따라 전압의 변화를 관찰하였으며 SOFC-SOEC 전환운전에 따른 전압의 변화를 측정함으로써 셀의 내구성을 평가하였다. 또한 수증기 분위기에서의 수소극(Ni-YSZ)의 산화를 억제하기 위하여 방식(anti-corrosion) 기술을 응용한 금속 복합화 수소극을 제조하였고, Ni의 산화 억제에 따른 미세구조의 안정성과 장기내구성의 향상을 확인할 수 있었다.

P1-G2-6 Development of Environment-friendly Building Materials Using Bottom Ash

바텀애쉬를 이용한 친환경 건축자재 개발 및 특성 분석

이유진*, 양현경. *부경대학교*

전력 수급에 이용되는 주요 발전 설비로는 화력, 수력, 원자력, 태양력, 육·해상 풍력등이 있으며 그 중 석탄화력발전의 의존도는 매우 높은 상황이다. 석탄의 수요는 전 세계적으로 2000년대 이후 꾸준히 증가하는 추세이며, 이와 함께 배출 부산물·폐기물인 석탄회의 배출량도 늘어나고 있으며 국내 배출량은 연간 800만톤 이상이다.

화력발전소에서 발생하는 폐기물인 소각회는 바텀애쉬와 플라이애쉬로 구분 할 수 있다. 석탄재 발생량 중 대부분을 차지하는 플라이애쉬는 콘크리트용 혼화재나 시멘트 2차제품의 원료 등으로 활발히 재활용 되고 있다. 바텀애쉬는 석탄이 화력발전소에서 연소될 때 괴상 또는 입자의 크기가 큰 회성분이 보일러 하부로 떨어진 것으로 석탄재 발생량의 약 10%를 차지한다. 바텀애쉬는 아직까지 활발히 재활용 되지 못하고 있는 실정이다.

이러한 문제를 해결하기 위해 바텀애쉬를 이용한 친환경 건축자재를 연구 개발 중이다. 바텀애쉬를 주 재료로 하였으며, 첨가제 와 바인더로 각각 활성탄, 물유리를 사용하였다. 안정적인 지지체 형성을 위해 정량, 혼합, 발포 후 건조 과정을 통해 제작되었으며 탈취 효율 및 압축강도를 측정, 분석하였다. 이를 통해 탈취 기능을 갖는 건축자재로서의 활용 가능성을 기대 해 볼 수 있다.

P1-G2-7 Study on the Characteristic of Mine Liner and Cover Material Containing Polymer Resin

고분자 수지를 혼합한 광산 차수재의 특성연구

조용광[1]*, 남성영[1], 김춘식[1], 조성현[1], 이형우[1], 안지환[2]. [1] *한일시멘트*, [2] *한국지질자원연구원*

폐광산을 안정화 시키기 위해 폐석, 산업부산물 등을 갱내에 충전시켜 지반안정화를 시키고 있으며, 현재 다양한 충전재의 연구가 진행되고 있다. 그러나 충전재의 경우 산성배수 및 침출수로 인한 토양오염 등 2차적인 오염은 제대로 억제하지 못하는 문제점을 가지고 있다. 따라서 유출되는 물질로 인해 주변 환경에 미치는 영향을 최소화하고 차수층의 재료가 갖는 유해 금속 및 유기물질 이동을 억제하기 위해 차수층을 설치한다. 이러한 차수재는 침출수 누수를 억제할 수 있도록 기능을 가지기 위해서는 저투수성을 가져야 한다. 따라서, 저투성 광산 차수재를 제조하기 위해 고분자 수지인 etyhene vinyl acetate(EVA) 분말수지를 혼합하여 제조하였다. EVA 수지는 방수성, 내구성이 우수하여 여러 산업에서 다양하게 활용되고 있다. 본 연구에서는 시멘트와 골재사이의 공간을 EVA 고분자 필름으로 채워 기초 물성 향상 및 수밀성 향상을 통해 차수 성능을 향상시키고자 하였다. 연구결과 EVA분말수지 4%까지는 휨강도, 압축강도, 건조수축안정성 등 기초 물성이 향상되는 것을 확인하였다. 하지만 EVA분말수지 5%를 사용할 경우 물성이 크게 향상되지 못하거나, 4% 대비 감소하는 것을 확인하였다. 투수계수 측정결과 8.30×10^{-10}에서 5.50×10^{-12} 까지 저투수성이 발현되어 차수성능이 향상되는 것을 확인하였다.

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부, 환경부, 산업통상자원부)의 재원으로 한국연구재단-탄소자원화 국가전략프로젝트사업의 지원을 받아 수행함. (2017M3D8A2086037)

P1-G2-8 Ceramic Slurry Properties and Surface Modification Experiments for Quartz Tube Inner Layer Coating

쿼츠튜브 내면코팅용 세라믹 슬러리용액의 물성특성과 표면개질 실험

정경채*, 오석진, 박정용. *한국원자력연구원*

차세대원자로로 고려되고 있는 고속로에서는 핵연료로 U-Zr합금을 기반으로 하는 금속연료를 기본연료로 예정하고 있으며, 사용후 연료의 재활용 관점에서 U-Zr-TRU-RE합금의 사용도 고려하고 있다. 연료 제조과정은 fuel rod(연료심)제조를 기본으로, 피복관 개발과 더불어 핵연료의 성능평가가 동시에 이루어지고 있다. 연료심제조 공정개발과 관련된 사항으로, 연료심의 제조과정은 다음과 같다. 먼저 원자로 로심에서 사용될 금속연료의 조성이 결정되면, 로심의 특성에 따라 적절한 조성을 갖는 금속 원료물질들을 선정, 정확한 구성 원소비율로 배합, 고온, 진공분위기에서 용융한 후, 중력(사출) 주조과정을 거쳐 적당한 직경과 길이를 갖도록 연료심이 제조된다. 이 과정에서, 적절한 규격의 연료심제조를 위해, 상기의 용융물을 규격화하기 위한 주형(mold)이 필요하게 되는데, 일반적으로 고온에서 활용이 가능한 재질로 쿼츠튜브가 주형재료로 사용된다. 쿼츠튜브는 용융물과 접촉하기 전, 튜브내면에 고온에서 용융물과 반응이 거의 없는 이트리아(혹은 지르코니아)를 기반으로 하는 세라믹 슬러리용액을 내면에 코팅하고, 건조해서 주형으로 사용한다. 본 연구는 상기에서 언급한 금속연료심 제조과정에서 주형으로 사용하는 쿼츠튜브 내면의 코팅에 활용하고 있는 이트리아 (혹은 지르코니아) 세라믹 슬러리용액의 기초물성을 파악하고, 세라믹 슬러리용액의 튜브 표면접착력 향상을 위해 표면거칠기를 향상시키는 실험을 수행하여 접착력향상 가능성을 파악하였다. 또한 코팅공정개선을 위해, 현재 수작업으로 진행되고 있는 쿼츠튜브 내면 코팅작업

을 개선하기 위한, 새로운 반자동 코팅장치에 대한 기본개념을 제시하고 그 제작가능성을 제시하고자 하였다.

P1-G2-9 Evaluation of Physical Properties of Mine Backfill Utilizing CO_2-Solidification CFBC Coal ash

CO_2고정화된 CFBC석탄재를 활용한 광산 채움재의 물성평가

조용광[1*], 남성영[1], 김춘식[1], 조성현[1], 이형우[1], 안지환[2]. [1]*한일시멘트*, [2]*한국지질자원연구원*

산업이 발전함에 따라 다양한 산업분야에서 많은 산업부산물들이 발생되고 있다. 대표적인 산업부산물은 화력발전소에서 석탄연소 후 발생되는 석탄재(coal ash), 제철산업에서 발생되는 고로슬래그 등이 있다. 이중에서 화력발전소에서 발생되는 석탄재는 비산재(fly ash)와 바닥재(bottom ash)로 나누어지며 발생량의 70% 이상이 비산재로 알려져 있다. 화력발전소에서 순환유동층보일러(Circulating Fluidzed Bed Combustion, CFBC)는 낮은 연소로 질소산화물 생성을 억제할 수 있는 장점이 있어 청정 화력 발전으로 인식되고 있으며, 그결과 전 세계에서 차지하는 비중이 점차 증가하는 추세이다. 하지만 CFBC보일러에서 발생되는 석탄재는 탈황과정에서 투입되는 석회석에 의해 CaO, SO_3 성분이 증가하여 이를 건축재료로 적용할 경우 급열과 균열발생의 우려가 있어 사용이 제한되어왔다. 따라서 CFBC석탄재를 효과적으로 재활용할 수 있는 방안이 연구가 진행 중에 있으며 한국지질자원연구원에서는 CFBC석탄재를 가속탄산화(CO_2고정화)시켜 중금속 용출을 억제함으로 인해 환경적인 안정성을 확보하는 방안을 마련하고 있다. CFBC석탄재를 활용할 수 있는 방안으로 광산에 적용되는 채움재가 검토되고 있으며, CFBC석탄재를 활용할 수 있는 유망한 기술 분야로 대두되고 있다. 따라서 본 연구에서는 CFBC보일러에서 배출되는 석탄재를 탄산화시켜 제조한 비산재와 바닥재를 활용하여 채움재를 제조하고 물성평가를 통해 그 특성을 연구하였다.

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부, 환경부, 산업통상자원부)의 재원으로 한국연구재단-탄소자원화 국가전략프로젝트사업의 지원을 받아 수행함. (2017M3D8A2086037)

P1-G2-10 Preparation of Er-TiO_2 Nanotubes and their Photocatalytic Activities

Er-TiO_2 나노튜브 제조 및 광분해 특성

이득용[1*], 이혜란[1], 김도현[1], 허현서[1], 김배연[2], 이명현[3]. [1]*대림대학교*, [2]*인천대학교*, [3]*한국세라믹기술원*

0.7 mol% Er-TiO_2 나노튜브를 졸-겔법과 전기방사법을 이용하여 제조하여 메틸렌 블루(methylene blue)의 광분해(photocatalytic activity) 특성을 조사하였다. 전기방사법은 17G/23G의 중공노줄(dual concentric nozzle)을 이용하여 방사하였고 core의 오일을 화학적으로 제거하였다. 전기방사한 Er-TiO_2 나노튜브는 500~650도 구간에서 50도 간격으로 열처리 하였다. 열처리 온도에 따른 Er-TiO_2 나노튜브 비표면적이 메틸렌 블루 광분해 특성에 미치는 영향을 XRD, BET, TEM을 이용하여 조사하였다.

P1-G2-11 Superior Lithium Storage in Nitrogen-Doped Carbon Nanofibers with Open-Channels

질소 도핑된 다공성 탄소나노섬유의 우수한 리튬 저장 특성 평가

박성우[1*], 김동완[1], 김재찬[1], 김인하[1], 심현우[2]. [1]*고려대학교*, [2]*아주대학교*

Li-ion batteries (LIBs)의 음극 소재로 흔히 사용되는 흑연계 활물질은 흑연의 낮은 이론용량 (372 mA h g^{-1} @LiC6)으로 인한 낮은 에너지밀도 때문에 시장에서 요구하는 중·대형 이차전지에 적용하기에는 많은 한계를 지닌다. 본 연구에서는 질소 도핑된 다공성 탄소나노섬유 (N-CNFO)를 제조하여 LiBs의 음극소재로 활용해 고용량/장수명 특성을 구현하고 관련 기전에 대해 분석하였다. N-CNFO는 기존 전기방사법을 통해 제조됨에 있어서 urea와 폐 Poly-vinylbutyral (W-PVB)를 첨가해 질소 도핑 및 다공질 특성을 부여하였다. 제조된 N-CNFO의 미세구조를 분석한 결과, 기존 CNF에서는 볼 수 없던 마이크로 크기의 1자형 포어가 발견되었고 비 표면적 분석에서 기존 대비 2배 가량의 높은 표면적을 확인 할 수 있었다. 또한, XPS를 통해 질소 도핑농도를 확인한 결과 17 wt%의 높은 도핑 농도를 함유하고 있음이 확인되었으며, 질소 도핑 종 중에 리튬 저장에 용이한 pyridonic-N의 함량이 29%로 높은 수준임을 확인했다. 합성된 N-CNFO를 LIBs의 음극 소재로 적용하였을 시, 0.2C-rate에서 725 mA h g^{-1}의 초기 방전용량을 보여 기존 CNF 대비 약 2배가량 높은 용량을 가지는 것을 확인했다. 특히, 고속 충/방전시 (1C-rate)에도 500회의 충/방전 후에 초기 용량대비 83%의 높은 용량보존율을 보여 훌륭한 장기수명특성을 확인 할 수 있었다. 위와 같은 N-CNFO 음극의 고용량/장수명 특성은 탄소나노섬유 내 다공질특성과 질소 도핑으로 인한 활성면적의 증가 및 고전기전도성 때문인 것으로 판단된다.

P1-G2-12 Optimization of Flow Behaviors of Carbon Suspension Using Recycled Raw Materials

재활용 원료를 활용한 카 본 현탁액의 유동 특성 최적화

김영훈*, 김우형, 이석근. *한국내화(주)*

본 연구에서는 재활용 원료를 친환경적으로 활용하고, 다양한 산업분야에서 활용되고 있는 카본 현탁액 개발의 일환으로 폐카본 입자를 사용하여 카본 현탁액을 제조하였다. 해당 제품들의 물성을 최적화하기 위하여 카본의 적절한 수분산이 요구되지만 강한 소수성으로 인한 어려움이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 폐카본의 표면을 개질하여 친수성을 부여하였으며, 이를 위해 분자량이 다른 나프탈렌계 분산제(A, B)를 적용하였다. 또한 침강방지를 위해 벤토나이트를 적용하였다. 폐카본 입자를 효과적으로 수분산시키기 위해, 분산제 첨가량을 달리하여 제조한 수용액에 카본을 투입하고 Plate를 이용하여 900 rpm, 10 min 조건으로 Pre-mixing 후, Planetary mill을 통해 300 rpm, 20 min 조건으로 분산시켜 현탁액을 제조하였다. 분산성을 확인하기 위해 점도계를 활용하여 점도 특성을 비교평가하였으며, 분산안정성을 확인하고자 경시변화를 비교 관찰하였다. 점도 특성을 분석한 결과, 현탁액의 점도는 분산제 함량이 증가할수록 낮아졌으며, 경시변화의 관찰 결과, 벤토나이트는 5 wt% 이상일 때 침강이 발생하지 않았다.

P1-G2-13 Effect of Hydrogen Gas Flow Rate on Grain Size in MnO-Al_2O_3 doped UO_2

수소가스 주입 속도에 따른 MnO-Al_2O_3가 첨가된 이산화우라늄 결정립 크기에 끼치는 영향

정태식*, 임광영, 김정범, 나연수, 이승재. *한전원자력연료*

현재까지 개발된 원자력발전소에서 사용되는 이산화우라늄의 성능 향상을 위해 다양한 첨가제 개발이 전 세계적으로 이루어졌다. 이산화우라늄 성능 개선은 기본적으로 결정립 크기를 증가시킴으로써 얻을 수 있는 크립속도 증가 및 연소가스방출 저감을 목표로 한다. 해외에서는 노내 연소성능이 우수한 Al_2O_3-SiO_2(미국, GNF-A), Cr_2O_3(프랑스, AREVA), Cr_2O_3-Al_2O_3(스웨덴, WEC ATOM) 첨가 시스템을 개발하였다. 마찬가지로 한국에서도 MnO-Al_2O_3 첨가제가 개발되었으며 KNF(한전원자력연료)에서 건식 재변환된 이상 화우라늄과 적합성을 평가하기 위해 다양한 실험을 수행되었다.

일반적으로 소결 분위기 가스 분율을 조절하여 산소포텐셜을 바꿔주거나 첨가제를 바꿔 결정립 크기 성장속도 변화를 확인하는 실험과는 달리 본 연구에서는 MnO-Al_2O_3가 첨가된 이산화우라늄을 소결할때 환원성 가스로 사용되는 수소 흐름 속도를 바꾸면서 발생하는 결정립 크기 성장속도 변화가 나타나는 것을 관찰하였다. 이러한 실험을 통해 이산화우라늄 소결체 대량 생산 중 발생할 수 있는 환원성 가스량에 의해 영향을 받을 수 있는 비정상 미세조직 성장 거동을 예측할 수 있다.

P1-G2-14 Controlled Electronic Structures of MnO_2 QDs on TiO_2 Nanorods for Enhancing CO_2 to CH_3OH Conversion Selectivity

MnO_2 양자점 적용 TiO_2 나노로드의 CO_2 전환 메탄올 selectivity 향상

김현*, 김동윤, 양비룡. *금오공과대학교*

When quantum confinement is occurred, the electronic structures of nanoparticles formed with different density of states of electrons and holes. This discrete electronic energy states are controlled by a size, a shape and intrinsic properties of quantum dot materials. And also band gap sizes are normally reduced with respect to increasing size of nanoparticles. Those quantum dots could improve the CO_2 conversion hydrocarbon fuels such as carbon monoxide (CO), formic acid (HCOOH) and methane (CH_4) that are most low barrier to convert because of aforementioned tunable electronic structures. In this study, MnO_2 quantum dots with wide band gap range of 0.25 eV~3.1 eV are comparably studied for enhancing CO_2 to CH_3OH conversion selectivity. This metal oxide quantum dots were synthesized by metal deposition with different voltage, duration and solution compositions on hydrothermally grown rutile TIO_2 nanorods/anatase TiO_2 seed layer/FTO glass electrode and that were subsequently conducted rapid thermal annealing process. Micro-structures and photo-electrochemical performances of as prepared MnO_2 quantum dots decorating TiO_2 electrode was studied by microscopic analysers and potentiostat respectively. Furthermore CO_2 to CH_3OH conversion test was studied by gas chromatography with mass spectrometer involving both flame ionization detector and thermal conductivity detector.

Acknowledgement (2017R1D1A1B03034141)

P1-G2-15 MnO_2 QDs/$CaFe_2O_4$/TiO_2/RGO/FTO Photo-cathode for CO_2 to CH_3OH Conversion

CO_2 전환 메탄올 합성용 MnO_2 양자점/$CaFe_2O_4$/TiO_2/RGO/FTO 광캐소드

김현*, 김동윤, 양비룡. *금오공과대학교*

Quantum dots (QDs) could improve the CO_2 conversion hydrocarbon fuels such as carbon monoxide (CO), formic acid (HCOOH) and methane (CH_4) that are most low barrier to convert because of tunable electronic structures. In this study, MnO_2 quantum dots with wide band gap range of 0.25 eV~3.1 eV are comparably studied for enhancing CO_2 to CH_3OH conversion selectivity. This metal oxide quantum dots were synthesized by metal deposition with different voltage, duration and solution compositions on hydrothermally grown rutile TIO_2 nanorods/anatase TiO_2 seed layer/FTO glass electrode and that were subsequently conducted rapid thermal annealing process. Utilization of the mixed oxides photoelectrochemical system consisting of the electrodeposited, onto RGO/FTO glass support, $CaFe_2O_4$ nanobranch/CuO nanorods catalyst and next coupled to MnO_2 nanoparticles, acting as a methanol selective co-catalyst. Micro-structures and photo-electrochemical performances of as prepared MnO_2 quantum dots decorating TiO_2 electrode was studied by microscopic analysers and potentiostat respectively. Furthermore CO_2 to CH_3OH conversion test was studied by gas chromatography with mass spectrometer involving both flame ionization detector and thermal conductivity detector. These resulting are going to be discussed detail in presentation.

Acknowledgement (2017R1D1A1B03034141)

P1-G2-16 TiO_2 Nanotube Arrays Supported RuO_{2-x} as Efficient Gas Evolving Catalysts

이산화티타늄 나노튜브 격자를에 담지된 산화루테늄 촉매의 가스 발생촉매로의 응용

허성은*, 조덕기. *서울대학교*

RuO_2 is a promising material for various catalytic reaction. However, ruthenium is relatively scarce element in earth, so the reduction of ruthenium is necessary for its wide commercialization. We fabricated novel RuO_2/TiO_2 nanostructure by electrochemical procedure. TiO_2 nanotube arrays (NTAs) substrate has highly ordered nanostructure, which is able to provide numerous active site. By using these nanostructures, we diminished the content of ruthenium metal. Moreover, we simply alter electrochemical/electrical properties of TiO_2 nanotube arrays through changing annealing condition. It is shown that air-annealed TiO_2 NTAs substrate is a good support for hydrogen evolution reaction but not for chlorine evolution reaction. Also, non-annealed TiO_2 NTAs substrate has a stability issue in acidic condition at cathodic potential. Thus, to use both hydrogen evolution and chlorine evolution Ar-annealed black TiO_2 NTAs substrate is appropriate to a support for gas evolving reaction at both cathodic and anodic region.

P1-G2-17 Morphology and Composition of $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$ Fabricated with Pulse Reverse Electrodeposition

펄스 역 전착으로 제작한 $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$ 박막의 형상 및 조성

천기범*, 서세원. *서울대학교*

Because of its non-toxicity and earth abundancy, kesterite ($Cu_2ZnSn(S,Se)_4$/CZTSSe) has received much attention as a solar cell absorber material. Electroplating is competitive process for kesterite film fabrication because of its cost-efficiency, ease for scaling-up, and high precursor usage rate, those are important features for mass production.

In this work, pulsed reverse current electrodeposition - annealing processes were performed to fabricate kesterite thin film. This method has advantages in roughness control. Rough surfaces are detrimental to the production of additional layers on the surface, especially in the case of tandem cells, and can also cause severe surface scattering between layers. Since anodic current can dissolve the rough protrusions in pulsed reverse method, we could control the surface roughness by varying many parameters such as current level, deposition/strip time, etc.

Fabricated kesterite films showed a much smoother surface than the film deposited in constant current mode. X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM) analysis were performed to

observe its crystal structure and surface morphology. The atomic composition was observed from energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS).

P1-G2-18 Fabrication of TiO_2/InP/FTO Photo-electrode for CO_2 Reduction

CO_2 환원용 TiO_2/InP/FTO 광전극

김동윤*, 김현, 양비룡. *금오공과대학교*

Since a photocatalytic CO_2 reduction has been attention over several decades, to reduce recombination of photo-excited electron-hole pairs before reaction with CO_2 molecule adsorbed on the surface of photo-catalysts is become principal issue. It is recognized that among p-type semiconductors, most metal oxides are undergone photo-corrosion when it immersed in electrolyte without scavengers with irradiation of sunlight. In other words, to find out chemically stable p-type semiconductor and reducing recombination probability of electron-hole pairs. In this study, It is suggested that n-TiO_2/chemically stable p-type InP hetero-junction for the reduction of CO_2 adsorbed at surface of photo-catalyst. InP was grown on FTO substrate by chemical bath deposition and TiO_2 nanoparticles were electro-deposited on InP nanorod surface respectively. Those microstructures were investigated by transmission electron microscope and crystallinity of electrodes were also characterized. The recombination of electron-hole pairs was studied by time resolved photo-luminescence as well as time resolved photo response current density measurement. CO_2 reduction tests were performed using three electrodes system with potentiostat under continuous CO_2 gas bubbling at cathodic side. Detail results about effects of p-n heterojunction on CO_2 reduction will be discussed.

Acknowledgement (2017R1D1A1B03034141)

P1-G2-19 Fabrication and Characterization of Pd@Cu-CeO_2 Nanopowders by Hydrothermal Process for Reduction Activity

수열합성법을 이용한 촉매특성을 지니는 Pd@Cu-CeO_2의 합성 및 특성분석

Yeon bin Choi, Jeong hun Son, Dong Sik Bae*. *Changwon National University*

Cu doped CeO_2 nanoparticle was synthesized by hydrothermal process at 180°C for 2~10 h. The average size and distribution of the synthesized Cu doped CeO_2 nanoparticles was controlled by reaction times. The crystallinity of the synthesized Cu doped CeO_2 nanoparticles was investigated by X-ray diffraction (XRD) and the morphology was characterized by FE-SEM, also, the specific surface area was measured by BET. The crystal size of the synthesized Cu doped CeO_2 nanoparticles decreased with decreasing reaction times. The average size of the synthesized Cu doped CeO_2 nanoparticles was below 10 nm and narrow, respectively. The shape of the synthesized Cu doped CeO_2 nanoparticles was spherical type. The specific surface area of the synthesized Cu doped CeO_2 nanoparticles increased with decreasing reaction times. Pd@Cu-CeO_2 was synthesized by incipient wetness impregnation and calcined at 500°C for high reducibility of Cu doped CeO_2 surface. Catalytic activity of Pd@Cu-CeO_2 particles was measured by H_2-temperature-programed reduction (TPR). As a result, The H_2 consumption increased with increasing specific surface of Cu doped CeO_2 nanoparticles.

P1-S21-1 Exploring High Performance and Reliable Air Electrodes for Proton Conducting Reversible Solid Oxide Cells

가역 프로톤전도고체산화물연료전지용 공기극의 높은 성능 및 안정성 탐색

Saqib Muhammad*, 이전인, 박준영. *세종대학교*

In recent decades due to increasing economic growth and environmental protection awareness, researchers are highly interested in renewable energy sources to build sustainable and decarbonized society [1]. Reversible solid oxide cells (RSOCs) are anticipated to be one of the cleanest and most efficient electrochemical devices for energy conversion and storage. The main advantage of RSOCs are: It can store electrical energy and thermal energy as chemical energy (hydrogen) in solid oxide electrolysis cell (SOEC) mode when the power is surplus, on the other hand, it can produce electrical energy from chemical energy (such as hydrogen and hydrocarbon) in solid oxide fuel cell (SOFC) mode when the electrical energy is deficient [2].

Conventional oxide-ion-conducting electrolyte based RSOCs (OC-ROCs) (*e.g.* yttria-stabilized zirconia) suffer from the problems of high cost and short service life due to their high operating temperatures (800-1000°C), which prevent the large-scale application of RSOCs. In contrast recently, extensive efforts have been devoted to develop the proton-conducting RSOCs (PC-RSOCs) with proton-conducting electrolytes operating at intermediate temperatures (500-800°C). PC-RSOCs have several additional advantages: low activation energy for proton transport (0.3-0.6 eV) compared to that of oxygen ion conductors (0.7-1.0 eV), less Ni oxidation and no further gas separation for H_2 [3].

However, the perfor mance of PCFCs still need to improve with the lack of high performance and durable cathode materials [4].

In this study, we develop cathode materials to increase electrolysis efficiency and durability using advanced materials for SOECs. The accelerated durability test is also designed to investigate the practical use of PCFCs, and carried out by periodic cyclic conversion between SOFC and SOEC under constant current operations. To investigate the degradation analysis of the cell, microstructural analysis is performed with SEM, TEM and XRD [5, 6]. The objective of this work is to achieve high performance and long term stable cathode materials for PC-ROCs.

P1-S21-2 Sulfur Poisoning of Solid Oxide Fuel Cell Based on Ni/Fe Cermet Anode

이호성*, 이현미, 임형태. *창원대학교*

Solid oxide fuel cells (SOFCs) operate under various types of fuel, such as biogas and syngas, due to their high operating temperature (> 700°C) without the need of pre-reforming. H_2S poisoning is an important issue for solid oxide fuel cells when operated with biogas and syngas. This study investigates various factors, such as H_2S concentration, operating temperature and water content in fuel, affecting degradation of SOFCs. Anode supported SOFCs comprising Ni/Fe and yttria stabilized zirconia (YSZ) cermet anode and YSZ thin film electrolyte were fabricated, and their performance was evaluated. 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.

P1-S21-3 The Gradient Structure SOFC Anode for the Prevention of Anode/Electrolyte Delamination

손민지*, 임형태. *창원대학교*

The stability of a solid oxide fuel cell (SOFC) stack is strongly dependent on the magnitude and profile of the internal chemical potential of the solid electrolyte. If the internal partial pressure is too high, the electrolyte can be delaminated from the electrodes. The formation of high internal pressure is attributed to a negative cell voltage, and this phenomenon can occur in a bad cell (with higher resistance) in a stack. This fact implies that the internal chemical potential plays an important role in determining the lifetime of a stack. In the present work, we fabricated anode functional layer containing ceria to locally increase electronic conduction at the anode/electrolyte interface region, eventually to prevent high internal pressure, and we test the fabricated cells under a negative voltage condition. The results indicate that the addition of electronic conduction in the electrolyte can effectively depress internal pressure and improve the cell stability.

P1-S21-4 Experimental Study of In-plane Performance Variation on Anode Supported Solid Oxide Fuel Cells

김민우*, 김정명, 박희성, 임형태. *창원대학교*

In the planar solid oxide fuel cells, in-plane electrochemical performance can be significantly varied, depending upon operating conditions such as current density and fuel/oxidant utilization, etc. The larger planar is expected to show the significant in-plane performance variation, usually due to the fuel gas concentration changing with fuel supply direction. In addition, the contact resistance can be locally varied unless the actual contact area is maximized. Even in the case of small size button cell, the in-plane performance variation may exist, depending upon the experimental setup as well as operating conditions. In the present study, anode-supported cells, consisting of Yttria Stabilized Zirconia (YSZ) electrolyte, Ni+YSZ anode and Lanthanum Strontium Cobalt Ferrite (LSCF) cathode, were tested with four segmented cathode design, under co-flow and counter-flow conditions. It was observed that the voltage difference between the segments was considerable, which can be more significant, especially under co-flow and high current density conditions. The experiments results will be discussed with numerical analysis.

P1-S21-5 Development of Highly Durable $La_xSr_{1-x}Ti_yNi_{1-y}O_{3-\delta}$ Electrode for Solid Oxide Fuel Cell (SOFC)

SOFC용 고내구성 $La_xSr_{1-x}Ti_yNi_{1-y}O_{3-\delta}$ 연료극 개발

이민진*, 신재화, 정재훈, 황해진. *인하대학교*

La-doped $SrTiO_3$ (LST)는 수소분위기에서 전기전도도가 우수하고 산화-환원 분위기에서 화학적으로 안정하며 황 및 카본 코킹에 대한 내성이 우수하다는 점 때문에 고체산화물연료전지용 산화물 연료극 소재로 많은 주목을 받고 있다. 그러나 기존의 Ni-YSZ cermet에 비하여 전기화학반응에 대한 촉매활성이 낮아 연료극 소재로 사용되기 위해서는 촉매활성의 개선이 요구되고 있는 상황이다. 본 연구에서는 동적인 작동환경에 안정하고 성능이 우수한 연료극을 개발하고자 LST의 titanium 격자에 촉매활성이 뛰어난 Ni을 치환하여 LSTN을 합성하였다. LSTN의 Ni은 산화분위기에서 격자내에 고용체를 이루고 있다가 환원분위기에 노출 되면서 LST 표면에 나노 크기의 Ni입자가 석출되는 거동을 확인하였다. LSTN의 A site와 B site의 조성을 변경함에 따라 이차상 없이 전도도가 높은 연료극 조성을 확정하였고, LSTN을 연료극으로 하고 LSCF를 공기극으로 구성한 full cell을 제작하였다. 낮은 분극저항과 높은 전기화학적 성능을 얻기 위하여 셀 구조와 공정을 최적화 하였다. 또한 H_2와 Air의 공급가스 전환에 따른 LSTN 연료극 안정성 및 성능변화를 확인하고자 공급가스 전환에 따른 cycle을 측정하여 연료극으로서의 내구성을 확인하였다.

P1-S21-6 Design Evaluation of Tubular Solid Oxide Fuel Cells based on Multiphysics Computational Fluid Dynamics Analysis

멀티피직스 전산해석을 통한 평관형 연료전지의 설계 평가

유재영*, 강주현, 배중면. *KAIST*

This study evaluated four design options of a tubular solid oxide fuel cell (SOFC) to find optimum design conditions. The design case study started with a default cell whose dimensions and channel height were 295 × 58.7 mm^2 and 0.48 mm, respectively. Two cells in different flow configurations were added. The analysis also developed another case of the length-to-width ratio, 185 × 111 mm^2, with the default flow channel. A comprehensive computational fluid dynamics (CFD) model calculated the gas composition, current density, and temperature distribution of the four different SOFCs. They were tested in their SOFC and SOEC modes. The CFD analysis confirmed that the 185 × 111 mm^2 ratio had higher performance than the default design. The model also showed that the channel shape, not the channel height, contributed to the cell performance. The results of this study are significant because they can give future studies a preview of designing an efficient tubular SOFC.

P1-S21-7 Manipulation of Nanoscale Intergranular Phases for High Proton Conduction and Decomposition Tolerance in $BaCeO_3$ Polycrystals

$BaCeO_3$ 다결정 산화물에서 입계 비정질층 제거를 통한 수소 이온 전도성 및 화학 안정성 향상

김혜성*, 배형빈, 정성윤. *KAIST*

In many ion-conducting polycrystalline oxides, grain boundaries are generally accepted as rate-limiting obstacles to rapid ionic diffusion, often resulting in overall sluggish transport. Consequently, based on a precise understanding of the structural and compositional features at grain boundaries, systematic control of the polycrystalline microstructure is a key factor to achieve better ionic conduction

performance. In this study, we clarify that a nanometer-thick amorphous phase at most grain boundaries in proton-conducting $BaCeO_3$ polycrystals is responsible for substantial retardation of proton migration and moreover is very reactive with water and carbon dioxide gas. By a combination of atomic-scale chemical analysis and physical imaging, we demonstrate that highly densified $BaCeO_3$ polycrystals free of a grain-boundary amorphous phase can be easily fabricated by a conventional ceramic process and show sufficiently high proton conductivity together with significantly improved chemical stability. These findings emphasize the value of direct identification of intergranular phases and subsequent manipulation of their distribution in ion-conducting oxide polycrystals.

P1-S21-8 Microstructural Stability of SSC Fibrous Cathode with Embedded SDC Particles for Solid Oxide Fuel Cells Operating on Hydrogen

고체산화물연료전지를 위한 SDC 입자가 내재된 SSC 섬유구조 양극의 미세구조 안정성 연구

이세욱*, 최진이, 박상호, 신동욱. *한양대학교*

In recent years, the beneficial effects of the fibrous cathode using mixed ionic and electronic conducting (MIEC) materials have been reported. Although many researchers deal with the performance enhancement by applying the fiber structure in SOFCs, the research on the microstructural stability under operating conditions is sparse. In mixed conducting perovskites-type cathode system, the degradation of SOFC commonly results from the following reasons. Firstly, the particle coarsening occurs during the operation, which is a dominant contribution to performance degradation for cathode materials. Secondly, the Sr-enrichment on the surface of cathode materials, which blocks the oxygen reduction reaction sites and decreases the effective surface. In our previous work, a fibrous mixed conducting cathode with embedded ionic conducting particles has been successfully fabricated by a simple and easy approach using an electro-spinning method. However, since the fibers are prone to lose their structures under operating conditions, the long-term stability test should be examined.

In this work, we conducted the stability test using a half cell under cathodic polarization (700°C, 500 $mA \cdot cm^{-2}$, 120 h) to identify the degradation phenomenon from the cathode. The cause of this degradation in fibrous composite cathode could be considered as common problems of perovskites cathode materials such as Sr-enrichment and grain growth. Fortunately, the fibers retain their shape, porosity and interfacial adhesion.

P1-S21-9 Stability of 3, 6, 8 mol% yttria Stabilized Zirconia in Molten Flux Using Solid Oxide Membrane Process

Solid oxide membrane 공정시 염욕에서 3, 6, 8 mol% YSZ의 상안정성에 대한 연구

황국진[1]*, 신태호[1], 신미영[1], 이희수[2]. [1] *한국세라믹기술원*, [2] *부산대학교*

Due to its salient features such as high oxygen ion conductivity, chemical and thermal stability and high mechanical strength, yttria-stabilized zirconia (YSZ) is widely used as an electrolyte in solid oxide fuel cells (SOFCs), oxygen pump and thermal barrier coating etc.. Recently, YSZ has been used as a solid oxide membrane (SOM) process for the direct reduction in metal oxides by an electrolysis reaction: $MO_x \rightarrow M$ (cathode) + x/2 O_2 (anode). In the SOM process, the YSZ tube is inserted in a molten oxy-fluoride based salt and separates a liquid metal anode and cathode. The metal oxide is dissolved in the molten fluoride flux. When an electrical potential is applied, the metal cations diffused to the cathode where they are reduced. The oxygen anions travel through the flux and YSZ to the anode where they are oxidized.

In this study, three different composites of 3YSZ, 6YSZ and 8YSZ powders were investigated. The Raman scattering technique and X-ray diffraction were used to analyze the phase change after the SOM processing. The electrical properties studied by DC 4-prove measurement as a function of temperature. Microstructure was investigated using FE-SEM to analyze infiltration depth of molten flux. These results suggested that the relation between electrical conductivity and phase transition on yttria-stabilized zirconia was caused by the SOM process.

P1-S21-10 Application of Atomic Layer Deposition to Solid Oxide Fuel Cells Based on High-k Oxide Materials

원자층 증착법을 이용한 고유전율 산화물 박막 증착 및 응용 연구

오지원[1]*, 황진하[1], 배승묵[2], 김재환[1]. [1] *홍익대학교*, [2] *군산대학교*

Solid oxide fuel cells (SOFCs) have attracted the academic and industrial interests as one of the powerful next-generation energy resources, due to the unique advantages such as high operation efficiency, contamination-free fuel flexibility, and minimized pollution. The SOFCs are typically constructed using dissimilar materials of physical and chemical properties, involving a cathode, an electrolyte, and an anode, in addition to the subsidiary sealing and interconnect materials. In order to maintain the highly efficient operation of SOFCs at intermediate temperatures ranging from 650 and 800°C, the electrodes should be improved dramatically by minimizing the polarization losses along with the improved ionic conductivity. There have been few attempts involving the artificial controls on triple boundary reactions which is based on the charge transfer between electronic/ionic carries and fuels and depends largely on the microstructure of electrodes and interfacial geometries adjacent to the ionic electrolyte. The conformal feature of atomic layer deposition can be employed to control the oxide-based cathodes and anodes, in terms of performance improvement or performance degradation. The current work reports the exemplary works of atomic layer deposition combined with solid oxide fuel cells. The current work chose metal oxide materials for controlling the SOFC cathodes, in order to testify the feasibility of atomic layer deposition with special emphases on the degradation in solid oxide fuel cells. The roles of atomic layer deposition in SOFCs are discussed along with the processing designs with the aim to fabricating towards achieving the optimized SOFC performance and stability.

P2-S24-1 Electrical Properties of Cu_2Se Sintered Body Fabricated by an Oxide Reduction-Hot Pressing Process

산화물 환원과 가압소결에 의해 제조된 Cu_2Se 소결체의 전기적 특성

신지은*, 임영수, 이길근. *부경대학교*

열전재료는 Seebeck효과와 Peltier효과를 이용하여 열에너지와 전기에너지를 고체 상태에서 상호 변환 시키는 반도체 재료로서 최근

에너지 효율적 활용을 위한 신재생에너지의 한 종류로 주목받고 있다. 현재 상업적으로 많이 사용되는 열전재료는 Bi-Te계로 상온영역에서 성능이 우수한 것으로 알려져 있다. 하지만 Te의 자원희소성과 가격불안정성 등과 같은 자원적 문제점으로 인하여 최근에는 Cu-Se계, Mg-Si계, Sn-Se계 등과 같이 Te을 사용하지 않는 열전재료에 대한 개발이 활발해지고 있다. 그 중, Cu-Se계는 자원이 풍부한 구리 금속을 사용하며, 낮은 격자열전도도를 가지므로 높은 ZT 값을 가지는 열전재료로 보고되고 있다. 한편, 종래의 열전재료 제조 방법으로는 단결정성장법과 용해분쇄법이 이용되고 있으며, 최근 나노재료기술을 통한 급속응고-분쇄법, 고에너지 밀링법 등이 시도되고 있다. 이들 공정기술들은 초기원료로써 고가의 순금속 혹은 합금을 이용할 뿐만 아니라, 장시간, 고에너지를 요구하며 개발된 공정기술을 저비용으로 상용화 시키는데는 어려움이 있다. 저자는 열전합금분말 제조를 위해 전술한 종래의 다른 열전분말 제조기술들(단결정성장법, 용해분쇄법, 급속응고-분쇄법, 고에너지 밀링법)과는 달리 출발원료로써 산화물을 이용하여 저온, 단시간에 합금을 제조할 수 있는 산화물환원법 공정을 제안하고 있다. 본 연구에서는 초기원료로서 구리 산화물과 셀레늄 산화물을 이용하여 Cu_2Se 합금분말을 제조하고, 제조된 합금분말을 가압소결한 소결체의 전기적 특성을 검토하고자 하였다.

P2-S24-2 Effects of Cl-doping on Thermoelectric Transport Properties of Cu_2Se

Cl-doping이 Cu_2Se의 열전수송특성에 미치는 효과에 대한 연구

김민지[1*], 임영수[1], 이길근[1], 김우철[2], 김교민[2], 탁장렬[3], 신원호[4], 서원선[4], 조형균[3]. [1]*부경대학교*, [2]*연세대학교*, [3]*성균관대학교*, [4]*한국세라믹기술원*

저렴하고 풍부하며 환경에 무해한 원소로 구성되어 있는 열전소재인 Cu_2Se는 고온에서의 높은 ZT로 인하여 최근 들어 큰 주목을 받고 있다.

본 연구에서는 Cu2Se의 Se 자리에 할로겐 원소인 Cl을 도핑하였을 때의 열전수송특성 변화에 대해 보고한다. $Cu_2Se_{1-x}Cl_x$ (x = 0, 0.02, 0.04 및 0.08) 화합물은 550 에서 고상반응공정을 통하여 합성하였고, 합성된 화합물을 방전 플라즈마 소결법을 통하여 소결하였다. Se자리에 치환된 Cl은 전자주개로 작용하여 정공 농도를 감소시키며, 이러한 효과를 통해 전하농도에 따른 출력인자의 최적화를 가능하게 하였다. 또한 정공 농도의 감소에 따른 전기전도도와 열전도도의 동시 감소는 Cl 도핑에 따른 열전성능지수의 향상을 가져올 수 있었다. 그러나 650 ~ 700 K의 온도구간에서는 전기전도도의 급격한 감소로 인한 출력인자의 저하가 관찰되었으며, 이는 이차상인 CuCl의 열분해와 관련이 있는 것으로 확인되었다. 이로 인하여 Cl이 도핑된 Cu_2Se화합물에서 출력인자의 향상과 열전도도 저감의 동시 구현을 통한 열전성능지수의 향상은 623 K까지 가능하였다.

P2-S24-3 Sb-doping Effects on Thermoelectric Transport Properties of $SnSe_2$ Compounds

Sb 도핑이 $SnSe_2$의 열전수송특성에 대한 미치는 효과에 대한 연구

최진식[1*], 김민지[1], 임영수[1], 이길근[1], 심지훈[2], 이창훈[2], 신원호[3], 서원선[3]. [1]*부경대학교*, [2]*포항공과대학교*, [3]*한국세라믹기술원*

본 연구에서는 Sb를 도핑한 $SnSe_2$의 열전수송특성에 대해 살펴보았다. 도핑 자리에 따른 효과를 비교하기 위하여 Sn을 치환한 양이온 자리($(Sn_{0.96}Sb_{0.04})Se_2$) 및 Sb를 치환한 음이온자리($Sn(Se_{0.96}Sb_{0.04})_2$)에 Sb를 각각 치환시켜가며 실험을 진행하였다. 모든 시료는 용융 및 어닐링 방식으로 제작되었으며, 분말화한 후 방전 플라즈마법을 통해 소결을 수행하였다. 이러한 방식으로 준비된 소결체는 이차상이 존재하지 않는 층상 육방정계의 구조를 가진 단일상(JCPDS #89-3197)을 가지고 있었다. 5족의 원소인 Sb가 4족 원소인 Sn 자리에 치환되면 전자를 제공하는 전자주개로 작용을 해야하고, 반대로 6족 원소인 Se 자리에 치환되면 전자를 받아들이는 전자받개로 작용을 해야한다. 하지만 본 실험에서 양이온자리를 치환한 복합체는 도핑을 하지 않은 $SnSe_2$ 복합체에 비해 n-type의 전기전도도가 감소하는 것을 볼 수 있었고, 음이온자리를 치환한 복합체의 경우에는 n-type의 전기전도도가 증가하는 것을 관찰하였다. 이러한 모순된 도핑 효과는 제벡계수의 측면에서도 관찰할 수 있었다. 이러한 현상은 밀도 함수 이론 계산을 토대로 연구 중에 있으며, 이를 통해 복합체의 열전수송 특성에 대한 자세한 결과가 제시될 것이다.

P2-S24-4 Effects of Zn-doping on Thermoelectric Transport Properties of Cu_2Se

Cu_2Se의 열전수송특성에 대한 Zn-도핑 효과 연구

진승현[1*], 김민지[1], 임영수[1], 이길근[1], 김우철[2], 김교민[2], 탁장렬[3], 신원호[4], 서원선[4], 조형균[3]. [1]*부경대학교*, [2]*연세대학교*, [3]*성균관대학교*, [4]*한국세라믹기술원*

We present thermoelectric transport properties of Zn-doped Cu_2Se. $(Cu_{1-x}Zn_x)_2Se$ compounds were prepared by solid state reaction, followed by the consolidation using spark plasma sintering. The Zn content was limited up to $x = 0.02$ due to the formation of a secondary phase of ZnSe. As the Zn content increased, the electrical conductivity decreased monotonously in both *a*- and *b*-phases. This donor doping effect of Zn on Seebeck coefficient was also observed clearly in the both phases. However, the dependence of power factor on the Zn content was different from each other. The power factor could be enhanced with increasing the Zn content in *a*-phase at relatively low temperatures, while it exhibited more complicated behavior in *b*-phase at relatively high temperatures. Detailed effects of Zn-doping on the thermoelectric transport properties were discussed and the results will be presented.

P2-S24-5 A Study on Thermoelectric Transport Properties of $Bi_{0.3}Sb_{1.7}Te_3$-graphene Oxide Composites

$Bi_{0.3}Sb_{1.7}Te_3$-graphene oxide 복합체의 열전수송특성 연구

황의경[1*], 임영수[1], 이길근[1], 김우철[2], 김교민[2], 남우현[3], 신원호[4], 서원선[4]. [1]*부경대학교*, [2]*연세대학교*, [3]*KAIST*, [4]*한국세라믹기술원*

본 연구에서는 $Bi_{0.3}Sb_{1.7}Te_3$-그래핀 산화물(graphene oxide, GO) 복합체의 열전특성에 대해 보고한다. 먼저 용융 및 열처리 공정을 통해 $Bi_{0.3}Sb_{1.7}Te_3$ 잉곳을 제작하였으며, 이를 spex-mill을 통해 분쇄하여 분말화 하였다. 제작된 분말의 표면에 GO의 함량(0 ~ 0.2 wt%)을 제어하며 코팅을 수행하여 $Bi_{0.3}Sb_{1.7}Te_3$-GO 복합분말을 제작하였다. 이러한 복합분말을 방전 플라즈마법을 활용하여 소결하여 $Bi_{0.3}Sb_{1.7}Te_3$-GO 복합체를 제작하였다. $Bi_{0.3}Sb_{1.7}Te_3$ 표면에 코팅된 GO는 높은 전류밀도로 진행되는 방전플라즈마 소결 시, 전자에 의해 환원 그래핀산화물(reduced graphene oxide, RGO)로 환원되었다. 복합체에서 GO의 함량이 증가함에 따라 복합체의 전기전도도는 감소하였지만, 한편 제벡계수는 증가하는 경향이 관찰되었다. 또한, 전기전도도에서는 소결 압력축에 따라 매우 큰 이방성이 관찰되었지만, 제벡계수에 있어서는 이방성이 거의 관찰되지 않았다. Hall 측정을 기반으로 그래핀 산화물이 이러한 열전수송특성에 미치는 효과가 자세하게 논의되었으며, 그 결과를 보고할 예정이다.

P2-S24-6 Thermoelectric Properties of *p*-type Polycrystalline Si Prepared by Melt-spinning

Melt-spinning 법으로 제작된 *p*-type 다결정 Si의 열전특성 연구

선주형*, 임영수, 이길근, 김성규. *부경대학교*

지구 상에 풍부하고 환경에 무해하며 반도체 산업의 핵심원소인 Si은 우수한 출력인자에도 불구하고 높은 열전도도로 인하여 매우 낮은 열전특성을 나타낸다. 본 연구에서는 Si의 열전도도를 저감시키기 위하여 급속 응고 공정 중의 하나인 Melt-spinning 법을 이용하여 Si 분말을 제작하고 이를 방전 플라즈마법으로 소결하여 p-type 다결정 실리콘 소결체를 제작하여 열전특성을 연구하였다. 이상과 같이 제작된 p-type 다결정 Si의 전기전도도는 원료로 사용한 B-doped Si에 비해 증가하였는데, 이는 공정 중 Cu wheel에 의한 오염에 의한 의도치 않은 Cu 도핑효과로 여겨진다. 한편, 열 전도도의 경우 단결정 Si의 상온 열전도도인 149 W/mK 보다 현저히 낮은 46 W/mK가 얻어졌으며, 이를 통하여 melt-spinning에 의한 열전도도 저감효과가 잘 구현된 것을 확인하였다. 본 연구에서 최대 열전성능지수는 1073 K에서 약 0.1을 얻었으며, 자세한 열전수송현상들을 미세구조의 효과와 함께 고찰하였다.

P2-S24-7 Study of Thermal and Mechanical Properties of Porous Cu_2SnSe_3 Thermoelectrics

다공성 Cu_2SnSe_3 열전재료의 열적 및 기계적 특성 연구

Siyar Muhammad*, Jun-Young Cho, Chan Park. *Seoul National University*

Currently available commercial TE materials such as Bi_2Te_3, Sb_2Te_3 and PbTe consist of either toxic or expensive elements. The study on TE materials with less toxic, less expensive and more earth-abundant elements, is attracting more attention of the TE research community these days. The ternary chalcogenide Cu_2SnSe_3 is expected to be one of these auspicious TE materials, owning large flexibility to tune its physical and electronic properties. The elements of Cu_2SnSe_3 are less toxic, abundant in nature and relatively cheap compared to Te and Pb. High electrical conductivity of the CTSe put it in the favorite thermoelectric list, but at the same time high thermal conductivity is an obstacle for its high thermoelectric efficiency. Incorporating porosity within the bulk CTSe can be one choice to control its thermal conductivity without affecting its composition and sacrificing electrical conductivity. To reduce the thermal conductivity of the porous thermoelectric structures, researchers recently used hot press method, followed by leaching of the inert species to get reasonable porosity. In such systems, the mechanical properties of the bulk structure are degraded, and the structures may not be directly used as a thermoelectric module. Herein we introduce a novel method to get reasonable porosity with reduced thermal conductivity, during conventional spark plasma sintering process followed by annealing. Synthesis and optimization of the low thermal conductivity with minimum loss in mechanical properties of the porous Cu_2SnSe_3 structure will be presented.

P2-S24-8 Thermoelectric Properties of High Temperature Phase of SnSe

SnSe 고온상의 열전 특성

조준영[1*], Siyar Muhammad[1], 류종훈[1], 진우찬[1], 김성우[1], Rita Galvez[1], 배성환[2], 박찬[1]. *[1]서울대학교, [2]경남대학교*

SnSe is considered as a potential thermoelectric (TE) material for practical application due to its high seebeck coefficient and ultralow thermal conductivity. The low electrical conductivity, however, is the barrier in the way of its commercial application. The rapid change of ZT value of SnSe at temperature around 800 K was reported, which can be caused by the phase transition from low temp pahse (Pnma) into high temp pahse (Cmcm). But the phase transformation of the SnSe from Pnma (low temp) into Cmcm (high temp) is not fully understood. There is no detailed investigation on the low and high temperature phases of SnSe present in the available literature. Higher electrical conductivity and ZT values of the SnSe at high temperature around 800 K, was the motivation to study the structural and TE properties of high temperature phase of SnSe. In this study, high temperature phase of SnSe was obtained by melting and annealing of precursor elements in an evacuated quartz tube followed by water quenching. The detailed phase study of both the low and high temperature phases of SnSe were performed by Rietveld refinement using X-ray diffraction data. The effect of annealing temperature on the phase transition, band gap and thermolectric properties of SnSe will be presented.

P2-S24-9 Electronic and Thermal Properties of Si-doped InSe Layered Chalcogenides

Si가 도핑된 InSe 층상 칼코겐화합물의 전기적, 열적 특성

유준연*, 김지일, 조현준, 추성실, 김상일. *서울시립대학교*

The conversion efficiency of the thermoelectric material is represented thermoelectric figure of merit (zT). In order to have a high conversion efficiency, a high power factor and low thermal conductivity are required, In this work, we investigated thermoelectric material InSe (Indium Selenide), which is known to have low thermal conductivity (0.37 - 1.2 W/mK) in a single crystal due to weak interlayer bonding (Van der Waals bonding). However, InSe has low carrier concentration (10^{14} cm^{-3}). The n-type semiconductor InSe was doped with cation to form a donor level, which increased the carrier concentration. We synthesized $In_{1-X}Si_XSe$ (x = 0.01, 0.02, 0.04 and 0.08) in InSe polycrystalline sample and sintered with SPS, electrical and thermal properties were investigated. As the doping amount of Si improved, the electric conductivity incresed constantly and approached 8.5 S/cm at 795 K. Also the carrier concentration was greatly increased to 1.54×10^{17} cm^{-3}. The Seebeck coefficient increased to -280 μV/K at 300 K, and the power factor was greatly enhance. Also, thermal conductivity was slightly decreased. These results show the potential for researching of InSe and its feasibility as thermoelectric power generation.

P2-S24-10 Effect of Dislocation Arrays at Grain Boundaries on Electronic Transport Properties of Bismuth Antimony Telluride

입계에 형성된 전위 배열이 비스무스 안티몬 텔루라이드의 전자수송 특성에 미치는 영향

황재열[1*], 김정원[1], 김현식[2], 김상일[3], 이규형[4], 김성웅[1]. *[1]성균관대학교, [2]삼성종합기술원, [3]서울시립대학교, [4]연세대학교*

Taming electronic and thermal transport properties is an ultimate goal to realize unprecedentedly high performance of thermoelectric (TE) materials. In common, most state-of-the-art TE materials are inherently narrow bandgap semiconductors, which have an inevitable

contribution of minority carriers, concurrently decreasing Seebeck coefficient and increasing thermal conductivity. Nevertheless, the restraint control of minority carrier transport has been seldom considered as a key element to enhance the TE figure of merit (*zT*). Herein, it is verified that the localized dislocation arrays at grain boundaries enable the suppression of minority carrier contribution to electronic transport properties, resulting in an increase of Seebeck coefficient and carrier mobility in bismuth antimony tellurides. It is also suggested that the suppression of minority carrier via the generation of dislocation arrays at grain boundaries is an effective and non-invasive strategy to optimize overall electronic transport properties without sacrificing predominant characteristics of majority carriers in TE materials.

P2-S24-11 Thermoelectric Properties of n-type $(Bi,Sb)_2Te_3$ Alloys
N형 $(Bi,Sb)_2Te_3$ 소재의 열전특성
문현아[1*], 이규형[2], 김성웅[1]. [1]*성균관대학교*, [2]*연세대학교*
In room temperature thermoelectric materials, state-of-the-art materials are p-type $(Bi,Sb)_2Te_3$ alloys and n-type $Bi_2(Te,Se)_3$ alloys. Thus far, researchers have successfully enhanced zT in p-type Bi_2Te_3-based alloys by subjecting the bulk materials to nanostructuring processes. However, similar approaches have been ineffective so far in enhancing zT in n-type Bi_2Te_3-based alloys due to the inevitable deterioration of its thermoelectric properties in the basal plane. In addition to, Se segregation at the grain boundaries and Se inhomogeneities lead to a lowering of the thermoelectric performances of the material. Therefore, we investigated thermoelectric propertie of the $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$ with n-type character. And we checked reproducibility of the thermoelectric properties.

P2-S24-12 Synthesis of $CoSb_3$ Nanoparticle by Solvothermal Synthesis
용매열 합성법을 이용한 $CoSb_3$ 나노분말 합성
안종필*, 김민숙, 박주석, 김세훈. *한국세라믹기술원*
열전발전(Thermoelectric generation)기술은 온도차를 이용한 발전 방식으로 별도의 동력원 없이 온도차만으로 전기에너지를 생산할 수 있는 친환경적인 발전방식이다. $CoSb_3$는 중고온(600~900 K) 영역에서 우수한 특성을 갖는 열전소재로 알려져있다. 일반적인 $CoSb_3$ 분말 합성 방법은 용기에서 용융, 냉각시켜 볼밀, 핸드밀과 같은 기계적인 방법으로 분쇄하여 제조하고 있으나 나노사이즈의 분말을 제조하는데 한계가 있다. $CoSb_3$ 나노사이즈의 분말은 열전 성능 향상에 이점이 있지만 $CoSb_3$ 합성 시 느린 상 변태 거동에 의해 단일 상으로 합성하기 어려우며 균질한 크기를 갖는 분말을 합성하는데 어려움이 있다. 본 연구에서는 용매 열 합성(solvothermal synthesis)방법을 이용하여 $CoSb_3$ 나노분말을 합성하고자 하였으며 $[Co(NH_3)_6]Cl_3$(1 mol%)와 $C_{17}H_{33}COONa$ (3 mol%)를 이용한 Co-oleate를 활용하여 나노 분말을 합성하고 합성 조건 변화에 따른 결정상 변화 및 입자 크기 변화에 관한 연구를 진행함으로써 $CoSb_3$ 나노분말 합성거동에 대하여 연구하였다.

P1-G3-1 Rapid Consolidation of Nanostructured ZrB_2 and its Mechanical Properties
나노 구조의 ZrB_2 급속소결과 기계적 성질
손인진*, 조우진, 김성은. *전북대학교*
ZrB_2 powders were milled using high-energy ball for various durations and consolidated using the pulsed current activated sintering (PCAS). The effects of milling on the sintering behavior and crystallite size ZrO_2 powders were investigated. A nanostructured dense ZrB_2 specimen with a relative density of up to 97% was readily achieved within 3 min. The ball milling effectively refined the crystallite structure of ZrB_2 powders and facilitated the subsequent consolidation. The sinter-onset temperature was reduced appreciably by the prior milling for 10 h. Accordingly, the relative density of ZrB_2 compact increases as the milling time increases. The hardness and fracture toughness of sintered ZrB_2 increased as the density increases.

P1-G3-2 Sintering and Characterization of Oxygen-stabilized Transparent Y_2O_3 Ceramics
산소 안정화된 투명 이트리아 세라믹스 소결 및 특성평가 연구
정욱기*, 마호진, 김도경. *KAIST*
Transparent polycrystalline ceramics have been investigated for infrared (IR) windows, solid-state laser medium, scintillators and bio-applications in order to substitute for the single crystal. To obtain the fully dense polycrystalline ceramics, special sintering technologies are used such as vacuum sintering, vacuum hot pressing and spark plasma sintering (SPS). While the full density can be obtained via sintering in a vacuum, the final products show black color which is so-called discoloration. The oxygen vacancy in the sintered ceramics can be removed conventionally by post-annealing in air or in oxygen atmosphere. The post-annealing is insufficient to improve the optical transmittance due to the pore development in the bulk, and it inevitably deteriorates the optical performance. Therefore, it is difficult to obtain the highly transparent ceramics by post-annealing. In order to solve this problem, we introduced new strategy to fabricate the transparent Y_2O_3 ceramics preventing the formation of oxygen vacancy during the vacuum sintering. The suppression of the oxygen vacancy generation during vacuum sintering is demonstrated successfully by introducing the Y_2O_3-ZrO_2 dual powder bed considering the thermodynamics. The as-sintered Y_2O_3 ceramics shows almost the theoretical transmittance from the visible to the IR range.

P1-G3-3 Joining of Liquid-phase Sintered SiC Monoliths using a Preceramic Polymer, MAX Phase or SiC Tape
Preceramic polymer, MAX상, SiC 테이프를 이용한 액상소결된 SiC 단미체의 접합
박소정*, 윤당혁. *영남대학교*
SiC-based components can be used widely for various applications at high temperatures, including the structural components of Gen-IV nuclear reactors. However, the sintering of SiC into dense monoliths, due to the strong covalent bonding between Si and C, is a big challenge. Sintering additives based on binary Al_2O_3-Y_2O_3 system can produce high density by promoting the formation of a eutectic phase by the reaction with SiO_2 existed on the surface of SiC particles. Further challenge is in the integration of the simple shapes into complex geometries for practical applications. We present the fabrication of high density SiC monoliths using an Al_2O_3-Y_2O_3 sintering additive and their joining using preceramic polymers (polycarbosilane and polysilazane), Ti_3AlC_2 MAX phase and SiC green tape as filler materials. Efforts have been put to obtain a sound

joint by optimizing various parameters (heating rate, T and P etc.) to minimize the presence of pores and cracks. Bending strength for butt-joint samples was estimated and correlated with the interfacial microstructure/phases and joint thickness analyzed by a scanning electron microscopy (SEM) and X-ray diffraction (XRD).

P1-G3-4 Properties and Rapid Consolidation of Nanostructured ZrO_2 and 3YSZ

나노구조의 ZrO_2와 3YSZ 급속소결 과 기계적 성질

손인진*, 박근오. *전북대학교*

As Nanostructured materials possess high strength, high hardness, excellent ductility and toughness, undoubtedly, more attention has been paid for the application of nanomaterials. When conventional sintering processes are used to sinter nano-sized zirconia powders, concomitant grain growth leads to the destruction of the nano-structure. This focuses attention on consolidation methods in which grain growth can be eliminated or significantly reduced. To accomplish this, rapid sintering methods have been widely used to sinter nano-sized powders. Nanopowders of ZrO_2 and 3YSZ were fabricated and rapidly consolidated using high-energy ball milling and the pulsed current activated sintering (PCAS). The sintering behavior and crystallite size ZrO_2 and 3YSZ powders were evaluated. A nanostructured dense 3YSZ compact with a relative density of up to 99% was readily obtained within one min. The hardness and fracture toughness of ZrO_2 and 3YSZ sintered from powders milled for 10h were 450 and 1160 kg/mm^2, 3 and 4.4 MPa·m$^{1/2}$. Not only hardness but also fracture toughness of 3YSZ are higher than those of ZrO_2.

P1-G3-5 Mechanical Properties and Rapid Sintering of Nano-structured Nb_2C-Al_2O_3 Composite

나노구조 Nb_2C-Al_2O_3 급속소결과 기계적 성질

손인진*, 김신호. *전북대학교*

Although an extremely hard ceramic material, niobium carbide has low fracture toughness to use wide applications. To fabricate nanostructured composite is common method to improve fracture toughness. Nanopowder mixture of Nb_2C and Al_2O_3 were synthesized according to the reaction (Al_4C_3+ 6 Nb + 3O_2 → 3Nb_2C + 2 Al_2O_3) from Al_4C_3 and Nb powders by high-energy ball milling. The synthesized mixture of Nb_2C and Al_2O_3 powders was consolidated by pulsed current activated sintering method within two min under the 80 MPa pressure. Nb_2C and Al_2O_3 in the composite were nano-sized phases. The fracture toughness of a nanostructured Nb_2C-Al_2O_3 composite of this study is better than that of previous study.

P1-G3-6 Rapid Sintering and Synthesis of Nanostructured Al-TaC Composite

나노구조 Al-TaC 복합재료 합성 및 급속소결

손인진*, 정해철. *전북대학교*

The significance of Al matrix composites reinforced with metal carbide having low density and very high hardness increases in order to reduce CO_2 emissions and improve the efficiency of energy in automobile and transportation industries. Nanopowder mixture of Ta and Al_4C_3 were fabricated by high energy ball milling. Highly dense nanostructured 4Al-3TaC composite was consolidated by high-frequency induction heated sintering within one min from the mechanically activated nanopowder mixture of Ta and Al_4C_3 under the 80 MPa pressure. The microstructure, sintering behavior and mechanical properties (hardness and fracture toughness) were evaluated using FE-SEM and Vickers hardness tester.

P1-G3-7 Characterization of Thermal Conductivity and Mechanical Property of Pressureless Sintered Silicon Nitride Ceramics

상압 소결 질화규소 세라믹의 열전도성 및 기계적 특성 평가 연구

공정훈*, 정욱기, 마호진, 김도경. *KAIST*

Silicon nitride (Si_3N_4) is a useful ceramic material for various technical applications such as electronic substrate materials due to its outstanding properties: excellent mechanical properties, high chemical stability and good thermal shock resistance. Recently, the electronic devices require higher voltage, larger current, and greater power density. The high power consumption results in large thermal stresses, which can be overcome with ceramic substrates with high mechanical properties and high thermal conductivity. In this study, the Si_3N_4 was pressureless sintered with various sintering additives and its thermal and physical properties were investigated. The sintering additive systems consisted of MgO as a basic fixed additive, Y_2O_3, Yb_2O_3, La_2O_3 as rare-earth oxide additives, and SiO_2 as a non-rare-earth oxide additive, whose properties were evaluated. In order to analyze the factors affecting the thermal conductivity, the existence and the distribution of the secondary phase in grain boundary were investigated through the microstructure analysis using X-ray diffraction and scanning electron microscope. Furthermore, the investigation of thermal conductivity was approached by using Raman spectroscopy instead of the conventional laser flash method. This approach was based on a research of AlN ceramics that the oxygen-related defect in lattice and the FWHM (Full-Width of Half Maximum) of specific Raman peaks have shown a proportional relationship.

P1-G3-8 Method of Manyfacturing Nuclear Fuel Pellet Consisting of Duplex Grains

고연소시 핵연료 외부에 형성되는 rim 구조 억제를 위한 이중결정립 조직 UO_2 핵연료 제조기술

김정범*, 임광영, 나연수, 정태식, 이승재. *한전원자력연료*

원자로 가동 중 고연소의 경우 UO_2 핵연료 외부에서 rim 구조를 갖는 미세조직이 형성된다. UO_2 핵연료의 rim구조는 구조 건전성에 문제를 발생시키기 때문에 입자 크기를 증가시킴으로 UO_2 핵연료의 rim 구조를 억제할 수 있다. 본 연구에서는 첨가제가 혼합된 UO_2 성형체에 SiO_2 전구체를 기체로 침투시켜 첨가제와의 반응을 통해, 핵연료 소결체의 외부영역 입자크기를 증가시켜 내부영역과 외부영역의 결정립크기가 다른 소결체 제조기술을 연구하였다. 제조된 UO_2 소결체의 외부 결정립 크기는 약 36 μm의 큰 결정립을 갖고, 내부영역은 약 10 μm 미만의 크기를 나타냈으며, 외부영역의 범위는 외부표면에서 중심방향으로 3000 μm 이상의 크기를 갖는 것으로 확인되어졌다. 외부영역의 입자크기 및 형상은 소결첨가제의 조성에 의존하였으며, 입자크기의 경우 첨가제 함량보다 조성에 더 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 이와 같은 외·내부 영역을 구성하고 있는 UO_2 핵연료는 결정립의 기능적 상호 작용을 통하여 고연소도에서 핵연료의 안정성 및 연소도를 크게 증진시키며, 운전 출력 및 운전 온도를 높일 수 있을 것으로 예상되어진다.

P1-G3-9 Analysis of Wear Rate of Yttria Stabilized Zirconia Beads with Different Microstructure and Mechanical Properties
고에너지 분쇄 매체 지르코니아 비드의 미세구조 및 기계적 특성에 따른 마모율 분석

김정환[1*], 윤세중[2], 한병동[1], 윤운하[1], 최종진[1]. *[1]재료연구소, [2]과학기술연합대학원대학교*

최근 세라믹 나노 재료의 연구가 활발히 진행됨에 따라 나노 크기의 세라믹 분말을 생산하는 제조 공정 또한 주목받고 있다. 이중 Top-down 접근법 중 하나인 High-energy ball milling 방법은 고속으로 회전하는 교반 장치가 분쇄 매체에 가하는 충격 에너지에 의해 재료를 분쇄하는 방식이다. 분쇄 매체의 파괴와 마모가 피 분쇄물의 순도에 직접적인 영향을 주기 때문에 높은 기계적 특성을 가지는 분쇄 매체가 요구되어 높은 경도와 파괴 인성을 가지는 Yttria stabilized tetragonal zirconia polycrystals (Y-TZP)가 주로 사용된다. Y-TZP의 높은 파괴 인성은 Tetragonal 상에서 Monoclinic 상으로 상전이 하면서 발생하는 변형에 의한 충격 흡수에 의해 나타난다. Y_2O_3의 함량에 따라 상온에서 Tetragonal상의 안정성이 변화 하며 2~3 mol% Y_2O_3 첨가하였을 때 상온에서 Tetragonal 상의 열역학적 안정성이 감소하고 충격에 의한 상전이가 쉽게 발생하여 효과적으로 충격을 흡수한다고 알려져 있다. 때문에 최종 소결체의 균일한 Y_2O_3 분포를 요구한다.

본 연구에서는 상용품의 50~100 um급 세라믹 비드의 SEM 및 TEM 미세구조 분석을 통해 입자 크기 및 입내/입계의 이트리아 분포를 분석하고, 각종 물리적 특성 평가과 함께 High-energy ball milling 시간에 따른 분쇄 매체의 마모율를 측정하여 그 상관관계를 비교 분석하였다.

P1-G3-10 Fabrication of Building Integrated Solar System with PDLC Smart Window Applied Energy Harvesting
에너지 하베스팅이 적용된 건물일체형 태양광 시스템 PDLC 스마트 윈도우 제작

강성찬[1*], 오정표[1], 김은미[2], 강지연[2], 허기석[2]. *[1]전남대학교, [2]한국생산기술연구원*

본 연구에서는 박막형 태양전지를 결합하여 자체구동이 가능한 스마트윈도우를 제작하였다.

'스마트 윈도우'란 외부의 빛의 투과율을 자유롭게 조절하여 사용자에게 쾌적한 환경을 제공하는 윈도우이다. 간단한 조작을 통해 상태를 투명, 불투명으로 조절할 수 있으며 기본적으로 필름 또는 유리를 창문에 부착하여 동작시킨다. 투과율을 조절기능이 가능한 스마트 윈도우 기술은 PDLC (Polymer Dispersed Liquid Crystal), LCD (Liquid Crystal Display), ECD (ElectroChromic Device) 등의 기술이 있다. 이 중 PDLC 방식은 전압을 인가시켜 구동시키는 방식을 사용하며, 다른 스마트윈도우 기술에 비해 구동 전압이 낮고 투과도 on-off의 차이가 크며 구동속도(응답속도)가 빠르다, 또한 대면적으로 제작하기가 용이하여 스마트 윈도우로써 연구가 많이 되고 있다.

이에 따라, 본 연구에서는 PDLC형 스마트윈도우, 아누이노 보드, 태양전지를 활용하여 에너지 하베스팅이 적용된 건물일체형 태양광 시스템(BIPV, Building Integrated Photovoltaics) 스마트 윈도우를 제작하고자 한다. 부과기능을 제어하기 위해 ATmega328 마이크로컨트롤러를 사용한 아두이노 우노보드를 사용하였다. 이 보드를 통해 조작 및 제어를 시스템을 제작하였으며 조작부에서는 원하는 모드에 관한 신호를 송신해주고 제어부에서는 모드신호를 수신하여 선택된 모드에 대해 제어가 진행되게 된다. 또한 제어부에서는 조도센서 데이터를 통해 스마트윈도우의 투과도를 조절하고자 한다.

P1-G3-11 고에너지 방전플라즈마소결을 통한 Ni-Ti-Al/TiC 복합체의 방향성에 따른 기계적특성 평가
Evaluation of Mechanical Properties with Orientation of Ni-Ti-Al/TiC Composites through High-Energy Spark Plasma Sintering

이동진*, 반신혜, 임영훈, 박성환, 강명창. *부산대학교*

Ni-Ti-Al 을 기반으로한 합금소재는 높은 내열성을 가지고 있으며, 기존의 Ni-Ti합금에 Al을 첨가하여 내식성을 향상시키는 연구가 진행되고 있다. 한편 2차상을 첨가하는 경우에는 균일한 분포와 불순물상을 조절하기 어렵기 때문에 기계적특성을 향상시키는 연구가 필요하다. 따라서 본 연구는 고에너지 방전플라즈마 소결법(Spark Plasma Sintering, SPS)을 이용하여 합금조성이 50 : 40 : 10 인 Ni-Ti-Al합금에 탄화계 기반 세라믹 TiC를 20, 30 및 40 wt%의 비율로 BPR (Ball Powder Ratio)을 10 : 1로 하여 직경 10 mm의 볼을 이용하여 혼합하였으며, 소결온도 1000, 1050 및 1100°C에서 10분간 유지하여 제조하였다. 이를 통하여, 기계적 특성에 영향을 미치는 SPS의 가압방향에 의한 수평방향과 수직방향의 방향성(Orientation)에 따른 밀도, 경도, 파괴인성을 평가하고자 한다. 아르키메데스법에 의하여 밀도를 측정분석하고, FE-SEM을 통해 시편의 수평과 수직 단면에서의 미세구조와 입자크기변화를 관찰한다. 그리고 신뢰성 있는 경도값과 파괴인성값을 측정하기 위하여 시험편의 하중에 의한 압흔(Indentation) 형상을 분석한다. 이상의 결과로부터, Ni-Ti-Al/TiC 복합체의 기계적특성을 보증하는 내마멸성 부품에 응용가능성을 제시하고자 한다.

P1-G4-1 Warm White Emission of $Sr_8MgY(PO_4)_7:Eu^{2+}$, Mn^{2+}, Ce^{3+} Phosphors for High Color Rendering White LEDs
고연색성 LED에 응용될 수 있는 $Sr_8MgY(PO_4)_7:Eu^{2+}$, Mn^{2+}, Ce^{3+} 백색 형광체의 형광특성 조사

홍우태*, 박진영, 정종원, 양현경, 문병기. *부경대학교*

Commercial white light emitting diodes (LEDs) combined with yellow emitting phosphors and blue LEDs were widely used due to the high efficiency, long life time. However, these white LEDs exhibit low color rendering and high color temperature, due to the poor red emission. Also, fixed color rendering of white LEDs can not satisfied various demand of color rendering on residence, exhibition, commercials and indoor illumination area.

Currently, RGB (red, green and blue) emitting phosphor on UV LEDs have favorable properties, including controllable CCTs, color rendering and color coordinates. For these reason, developing new phosphor with RGB emission is important to control a color rendering of white LEDs. Until now, the phosphors based on $Sr_8MgY(PO_4)_7$ host lattice exhibit high UV absorption and green/red emission by Eu^{2+}/Mn^{2+} doping, respectively. However, tri-color emission of $Sr_8MgY(PO_4)_7$ host lattice were not researched.

In this study, the $Sr_8MgY(PO_4)_7:Eu^{2+}$, Mn^{2+}, Ce^{3+} phosphors were synthesized by solid-state reaction. Luminescence mechanism of the $Sr_8MgY(PO_4)_7:Eu^{2+}$, Mn^{2+}, Ce^{3+} phosphors were studied. Also, warm white LEDs were fabricated by combining a $Sr_8MgY(PO_4)_7:Eu^{2+}$, Mn^{2+}, Ce^{3+} phosphor and UV LEDs.

P1-G4-2 Copper Doped TiO_2 Nanoparticles with Different pH Values for Improving Photocatalytic Degradation of Dyes
구리가 첨가된 TiO_2 나노입자의 pH 변화에 따른 유기염료의 광분해 효율 변화 연구

박성준*, 윤영우, 정종원, 양현경, 문병기. *부경대학교*

Recently, much attention has been paid to the removal of several environmental pollutants (dyes: congo red, methylene blue, and rhodamine B). General techniques of removal pollutant are adsorption on activated carbon and reverse osmosis which is only changing dye pollutant from water to the other phase. But, it induces the secondary pollution. To solve this problem, semiconductor photocatalyst-assisted advance oxidation process was developed. Therefore, the anatase structure Cu doped TiO_2 particles with different pH values (5, 8 and 12) were prepared by pH modifiers: nitric acid- and ammonium hydroxide-assisted solvothermal reaction. The change of the crystallinity and band gap by synthesis condition (impurity doping and pH value) was researched. The photocatalytic studies of Cu doped TiO_2 showed strong dependence of crystallinity, band gap and luminescent properties. The samples showed the efficient photo-catalytic activity on methylene blue. We consider that Cu doped TiO_2 materials can be effectively applied in photocatalytic materials.

P1-G4-3 The Role of Sintering Temperatures in the Luminescent Properties of Eu^{3+} doped $Gd_2(MoO_4)_3$ Red Phosphors

소결온도에 따른 Eu^{3+} 이온이 첨가된 가돌리늄 몰리브덴 산화물 형광체의 형광특성 변화 연구

이성제*, 서영조, 박진영, 양현경. *부경대학교*

GaN chip based solid-state lighting applications has been paid much attention towards the development of white light-emitting diodes (WLEDs). WLEDs produced by the combination of blue LEDs and yellow phosphors are popular lighting source because of the high luminescence efficiency, high thermal stability and low cost. However, these WLEDs suffers from problems such as cold white light (high color temperature) and a low color-rendering index (CRI), which results from the lack of red spectral contribution.

To solve these problems, many research of red phosphor for LED application. Among these materials, $Gd_2(MoO_4)_3$:Eu^{3+} phosphor exhibit good red luminescence with high UV absorption, which is favorable candidates for LED application. In order to apply these phosphors in LEDs, synthetic optimization must be carried out, because the phase transition of $Gd_2(MoO_4)_3$ occur at various sintering temperature.

Herein, Eu^{3+} doped $Gd_2(MoO_4)_3$ red phosphors were synthesized by a solid-state method. The effect of Eu^{3+} concentration in crystal structure, morphology and luminescent properties of phosphors was investigated by using X-ray diffraction (XRD), photoluminescence (PL), field emission-scanning electron microscope (FE-SEM) and field emission transmission electron microscope (FE-TEM).

P1-G4-4 Novel Red-emitting $La_2Ti_2O_7$:Eu^{3+} Pphosphor for Potential Applicaton

$La_2Ti_2O_7$:Eu^{3+} 적색 형광체의 응용을 위한 형광특성 연구

박진영[1*], 정종원[1], 박성준[1], 제재용[2], 양현경[1]. *[1]부경대학교, [2]동의과학대학교*

To date, layered perovskite structure of $Ln_2Ti_2O_7$ compounds (Ln = La^{3+}, Pr^{3+}, Nd^{3+}) with a low symmetry crystal structure in a space group of $P2_1$ has been subject of considerable interests due to their properties as electrical device, optical devices and photocatalyst. Among them, $La_2Ti_2O_7$ is an excellent host material to fabricate luminescence materials due to physical and chemical stability. However, no research reports are available on the development of latent fingerprint visualization by $La_2Ti_2O_7$:Eu^{3+} phosphor. Upon going through the literature, reports on various synthesis techniques of $La_2Ti_2O_7$ were developed such as solid-state reaction, sol-gel method, hydrothermal method, precipitation method. However, it is clear that the $La_2Ti_2O_7$ synthesized by a solvothermal reaction method has not been reported so far. Therefore, we have undertaken this research.

Herein, we report the use of $La_2Ti_2O_7$:Eu^{3+} phosphors as a novel luminescence material for powder dusting of latent fingerprint detection. Also, we discussed the details of the synthesis and characterization of Eu^{3+} ions doped $La_2Ti_2O_7$ host lattice by a solvo-thermal reaction method. The structural properties were analyzed by the X-ray diffraction patterns, scanning electron microscope images and Raman spectrum. The optical properties were examined in detailed by the measurement of photoluminescence excitation, emission and decay curves as a function of Eu^{3+} ion concentration in the $La_2Ti_2O_7$ host lattice.

P1-G4-5 Functionalized Up-conversion Nanoparticles Luminescence Properties and Bio-imaging Application

기능성 상향 변환식 나노 형광체의 형광특성과 바이오 이미징 연구

정종원[1*], 박진영[1], 홍우태[1], 제재용[2], 양현경[1]. *[1]부경대학교, [2]동의과학대학교*

Lanthanide ion (Ln^{3+})-doped up-conversion nanoparticles (UCNPs) are able to absorb NIR photons and convert such low energy excitations into shorter wavelength emissions. Utilizing long-lived, ladder-like energy levels of Ln^{3+}, the intensity of anti-Stoke""s luminescence of UCNPs is orders of magnitude more potent compared with those of conventional synthetic dyes or quantum dots (QDs). Due to these unique properties, UCNPs have emerged as a new class of materials in a wide range of applications, such as bio-sensing, chemical sensing, in vivo imaging, drug delivery, photodynamic therapy and photo activation.

The UCNPs capped with the functional group (-COOH and -NH_2) of polyethyleneimine (PEI)/polyacrylic acid (PAA) on the surface make the UCNPs water soluble and nontoxic for bioapplication. The visible green and blue emissions are observed from the UCNPs upon NIR excitation.

In this study, the functionalized UCNPs were one-step hydro-thermal method. And the characterizations of $NaLuGdF_4$:Yb^{3+}/Er^{3+} and $NaLuGdF_4$:Yb^{3+}/Tm^{3+} were performed by using photolumine-scence (PL), field emission scanning electron microscope (FE-SEM), Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) and X-ray diffraction (XRD). And the HeLa cell was bio-imaging using these function-alized UCNPs.

P1-G4-6 Fabrication and Characteristic Analysis of Self-illuminated PDLC Smart Window Using Mixture of ZnS:Cu with PDLC

ZnS:Cu와 PDLC를 결합하여 자체발광 기능이 있는 스마트 윈도우 제작 및 특성 분석

오정표[1*], 김은미[2], 강성찬[1], 강지연[2], 허기석[2], 우정주[1]. *[1]전남대학교, [2]한국생산기술연구원*

빛의 투과율을 능동적으로 조절할 수 있는 유리를 스마트 글라스, 스마트 윈도우라고 한다. 현재 연구된 스마트 윈도우 중 빠른 응답

속도와 프라이버시 보호, 편리성, 에너지절약이 용이한 능동형 스마트 윈도우가 주목받고 있고 그 예로 PDLC (Polymer Dispersed Liquid Crystal), ECD (ElectroChromic Device), SPD (Suspended Particle Devices)가 있다. 그중 PDLC는 응답속도가 빠르고 제조법이 간단하며 대면적 제작이 용이하기 때문에 많이 사용되고 있다.

이 연구에서는 PDLC 형 스마트 윈도우에 ZnS:Cu 형광체를 결합하여 자체발광 기능이 있는 스마트 윈도우를 제작하고 특성을 분석하고자 한다. PDLC형 스마트 윈도우의 구조는 두장의 투명전극이 증착된 필름 사이에 고분자 액정이 분산되어 있는 형태이며 AC 전압으로 구동하게 된다. 필름 사이의 간격에 따라 투과도와 구동전압이 영향을 받으며 주로 silica 혹은 고분자 소재의 spacer를 사용하여 간격 조절을 한다. 이때 spacer의 역학을 대신하여 ZnS:Cu 형광체를 사용하여 간격조절과 함께 발광기능을 첨가하고자 한다. 사용된 ZnS:Cu 형광체는 모체인 ZnS 분말을 Ball mill 방법을 사용하여 균일하고 PDLC 구동전압에 유리한 크기로 분쇄 하였고, 분쇄한 ZnS 분말은 고상반응법을 사용하여 Cu가 도핑된 ZnS를 제작하였다. 제작된 ZnS:Cu형광체를 사용하여 자체발광 기능이 있는 PDLC형 스마트 윈도우를 제작하고 투과, 발광 특성을 분석 하였다.

P1-G4-7 Fabrication and Characteristic Analysis of Smart Window with Patterned Light Emitting Area by Screen Printing Method

스크린 프린팅 방법으로 발광 영역을 패터닝한 스마트 윈도우 제작 및 특성 분석

강지연[1*], 김은미[1], 오정표[2], 강성찬[2], 허기석[1]. [1] *한국생산기술연구원*, [2] *전남대학교*

빛의 투과율 조절이 주기능으로 사용자의 편리성, 빠른응답속도, 사생활 보호 기능을 갖는 능동형 스마트 윈도우는 대표적으로 고분자 분산액정 (PDLC ; Polymer Dispersed Liquid Crystal)이 있다. PDLC는 제작 방법이 간단하며, 대면적, 유연성기판에 제작 가능 한 장점 때문에 건축용 유리, 투명 디스플레이, 광학 셔터 등의 투과율 조절이 능동형으로 요구되는 전기-광학 소자에서 사용되고 있고, 구동속도가 빠르고 On-Off 투과율 차이가 크기 때문에 스마트윈도우가 활용되는 분야에서 많은 연구와 응용이 되고 있다. 이 연구에서는 스크린 프린팅 방법을 사용하여 다양한 발광 영역을 가지는 PDLC 스마트 윈도우를 제작 하였다.

먼저 PDMS와 ZnS:Cu 형광체를 8 : 2 비율로 혼합 한 후 스크린 프린팅 방법을 사용하여 하부 투명 전극 층 위에 다양한 형태의 발광 영역을 패터닝 하고, 그 위에 PDLC를 코팅하여 발광이 가능한 PDLC 스마트 윈도우를 제작 하였다. 제작된 패터닝 된 발광 스마트 윈도우는 spectrophotometer를 사용하여 투과율, 밝기, 발광파장, 색도의 광학적 특성을 분석하였다.

P1-G4-8 Synthesis and Photoluminescence Properties of $BiTaO_4$ Phosphors Doped with Different Activators

서로 다른 활성제가 도핑된 $BiTaO_4$ 형광체의 합성과 구조 및 발광 특성

김현수*, 조신호. *신라대학교*

최근에 백색 발광 다이오드는 형광등과 백열등에 비하여 친환경적이며 높은 발광 세기와 긴 수명을 나타내기 때문에 차세대 고체 광원과 메디컬 영상 장치로 그 응용성을 넓히고 있다. 본 연구에서는 다양한 색상을 갖는 연색지수가 높은 녹색, 황색, 주황색, 적색 발광 형광체를 고상반응법을 사용하여 합성하였다. 활성제 이온의 종류를 달리하여 합성한 형광체의 결정 구조, 결정 입자의 형상과 크기, 발광과 흡광 스펙트럼의 파장과 세기 변화를 조사하였다. 파장 386 nm로 여기시킨 $BiTaO_4:Dy^{3+}$ 형광체의 발광 스펙트럼은 Dy^{3+} 이온의 $^4F_{9/2}$-$^6H_{15/2}$ 전이에 의한 479 nm 피크를 갖는 청색 발광과 $^4F_{9/2}$-$^6H_{13/2}$ 전이에 의한 576 nm의 황색 발광이 관측되었다. Eu^{3+} 이온이 도핑된 $BiTaO_4$ 형광체의 경우에는 465 nm로 여기 시켰을 때 발광 스펙트럼은 Eu^{3+} 이온의 $^5D_0$-$^7F_1$ 전이에 의한 주황색 발광 (590 nm), $^5D_0$-$^7F_2$와 $^5D_0$-^7F 전이에 의한 적색 발광 (613, 702 nm)이 발생하였다. 375 nm로 여기시킨 Sm^{3+}가 도핑된 $BiTaO_4$ 형광체는 세 종류의 발광 스펙트럼 (566, 610, 647 nm)을 보였다. Tb^{3+}가 도핑된 형광체의 경우에 발광 스펙트럼은 545 nm와 612 nm에 정점을 갖는 녹색과 적주황색 발광을 나타내었다. 상기의 실험 결과로부터 $BiTaO_4$ 모체 격자에 도핑되는 활성제 이온의 종류를 변화시킴으로써 다양한 천연색의 발광을 구현할 수 있음을 제시한다.

P1-G4-9 Photoluminescence Properties of $NaTaO_3:RE^{3+}$ (RE= Dy Eu, Sm, Tb) Phosphor Powders

$NaTaO_3:RE^{3+}$ (RE=Dy Eu, Sm, Tb) 형광체 분말의 발광 특성

박종빈*, 조신호. *신라대학교*

고상반응법을 사용하여 서로 다른 희토류 이온을 도핑한 $NaTaO_3:RE^{3+}$ (RE=Dy, Eu, Sm, Tb) 형광체 분말을 합성하였다. 네 종류의 희토류 이온 (Dy, Eu, Sm, Tb)이 도핑된 $NaTaO_3:RE^{3+}$ 형광체 분말의 구조, 표면 형상과 입자의 크기, 흡광과 발광 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 초기물질 Na_2CO_3, Ta_2O_5, Dy_2O_3, Eu_2O_3, Sm_2O_3, Tb_4O_7을 화학양론적으로 준비하여 400°C에서 4시간 동안 하소 공정과 1100°C에서 5시간 동안 소결하여 합성하였다. 형광체의 흡광과 발광 스펙트럼은 모체 결정에 도핑된 희토류 이온의 종류에 따라 현저한 차이를 보였으며, $NaTaO_3$ 형광체의 발광 스펙트럼은 여러 종류의 발광 파장으로 구성되었다. Dy^{3+} 이온이 도핑된 경우에 $^4F_{9/2}$→$^6H_{15/2}$ 전이에 의한 479 nm의 청색 발광과 $^4F_{9/2}$→$^6H_{13/2}$ 전이에 의한 574 nm의 황색 발광이 나타났으며, Eu^{3+} 이온의 경우에 $^5D_0$→$^7F_1$, $^5D_0$→$^7F_2$, $^5D_0$→$^7F_3$, $^5D_0$→$^7F_4$ 전이에 의한 각각 593 nm의 주황색 발광, 616 nm의 적주황색, 649 nm와 692 nm의 적색 발광이 발생하였다. Tb^{3+} 이온의 경우에는 $^5D_4$→$^7F_6$, $^5D_4$→$^7F_5$, $^5D_4$→$^7F_4$, $^5D_4$→$^7F_3$ 전이에 의하여 각각 490 nm (청색), 544 nm (녹색), 587 nm (주황색), 622 nm (적색) 발광이 보였고, Sm^{3+} 이온이 도핑된 경우에는 $^4G_{5/2}$→$^6H_{5/2}$, $^4G_{5/2}$→$^6H_{7/2}$, $^4G_{5/2}$→$^6H_{9/2}$ 전이에 의한 564 nm (황색), 600 nm (주황색), 645 nm (적색) 발광 파장이 각각 관측되었다. 발광 이외에도 $NaTaO_3$ 모체 결정에 주입되는 다양한 활성제 이온의 종류와 농도 변화에 따른 색 좌표를 결정하였다.

P1-G4-10 Optical Properties of $NaNbO_3:RE^{3+}$ (RE=Dy, Eu, Dy/Eu) White Light Emitting Phosphor Powers

$NaNbO_3:RE^{3+}$ (RE=Dy, Eu, Dy/Eu) 백색광 형광체 분말의 광학 특성

이원웅*, 조신호. *신라대학교*

최근에 고효율의 백색 발광 소재를 개발하기 위한 희토류 복합체의 제조에 많은 관심이 집중되고 있다. 모체 격자에 도핑되는 희토류 이온의 종류와 자리(site) 대칭성은 백색광을 구현하는데 있어서 중요한 요소로 알려져 있다. 본 연구에서는 고상반응법으로 두 종류의 활성제 Dy^{3+}와 Eu^{3+} 이온을 $NaNbO_3$ 모체 결정에 동시 도핑하여 백색광 형광체를 제조하였다. 활성제 Dy^{3+} 이온을 단일 도핑한 $NaNbO_3$ 형광체의 경우에, 파장 388 nm로 여기 시켰을 때 발광 스펙트럼은 발광 세기가 제일 강한 Dy^{3+} 이온의 $^4F_{9/2}$-$^6H_{13/2}$ 전기 쌍극자 전이에 의한 575 nm에 피크를 갖는 황색 발광 스펙트럼, 상대적으로 발광 세기가 약한 $^4F_{9/2}$-$^6H_{15/2}$ 자기 쌍극자 전이에 의한 479 nm에 피크를 갖는 청색 발광 스펙트럼, $^4F_{9/2}$-$^6H_{11/2}$ 자기 쌍극자 전이에

의한 662 nm에 피크를 갖는 적색 발광 스펙트럼으로 구성되었다. Dy^{3+} 이온의 농도를 5 mol%에 고정하고, Eu^{3+} 이온을 0.5, 1, 5, 10 mol%로 각각 증가함에 따라 Dy^{3+} 이온의 전이에 의한 발광(479, 575 nm) 세기는 순차적으로 감소하였고, Eu^{3+} 이온의 전이에 의한 주황색과 적색 발광 (593, 614, 692 nm) 세기는 점차적으로 증가하여 10 mol%에서 최대의 발광 세기를 나타내었다. Eu^{3+} 이온의 농도 변화에 따른 CIE 색 좌표와 결정 입자의 형성과 크기의 상관관계를 조사하였다.

P1-G4-11 Properties of $GdVO_4$:Dy^{3+},Eu^{3+} Phosphors Synthesized with Different Concentrations of Eu^{3+} Ions

서로 다른 Eu^{3+} 이온의 농도로 합성한 $GdVO_4$:Dy^{3+},Eu^{3+} 형광체의 특성

박기원*, 조선욱. *신라대학교*

최근에 희토류 이온 (Dy^{3+}, Eu^{3+})이 도핑된 형광체 분말은 디스플레이 패널과 백색광 다이오드 개발에 있어서 주된 발광 요소로 응용되고 있다. 일반적으로 백색 발광은 청색 발광 다이오드 칩 상부에 YAG:Ce 황색 형광체 분말을 도포하여 구현하고 있으나, 이 경우에 적색 발광의 세기가 미약하여 낮은 연색 지수를 나타내어 그 응용에 한계를 보이고 있다. 이러한 문제점을 해결하고자, 본 연구에서는 Dy^{3+}가 단일 도핑된 $GdVO_4$ 황색광 형광체, Eu^{3+}가 단일 도핑된 $GdVO_4$ 적색광 형광체, Dy^{3+}와 Eu^{3+} 이온이 동시 도핑된 $GdVO_4$ 백색광 형광체를 고상반응법으로 합성하였다. 특히, Eu^{3+} 이온의 농도 변화에 따른 $GdVO_4$ 백색광 형광체의 흡광과 발광 세기의 변화, 발광 파장의 이동을 CIE 색 좌표로 결정하여 최적의 연색지수를 갖는 백색광 소재를 제조하는 합성 조건을 제시한다.

P1-G4-12 Photonic Crystal Properties with Microstructure in Anodized TiO_2 Nanotube Arrays

양극산화 TiO_2 나노튜브 어레이의 미세구조 변화에 따른 광결정 특성

김완태*, 이창규, 나경한, 박상우, 최원열. *강릉원주대학교*

TiO_2 나노튜브 어레이는 수직 정렬된 구조를 가지고 있으며 넓은 비표면적을 가지고 있다. 또한 내산성 등 화학적 성질 및 전기적 특성이 우수하여, 광촉매, 가스센서, 태양전지, 광학 바이오센서 등의 다양한 분야에서 효과적인 성질을 나타내고 있다. 광결정은 TiO_2 나노튜브 어레이의 응용분야 중 하나이며 이를 광학적으로 응용하기 위해서는 나노튜브의 직경, 길이 및 표면상태 등 다양한 미세구조의 제어가 필요하며 이에 따른 광학적 특성의 변화에 대한 이해가 필요하다. TiO_2 나노튜브 어레이는 양극산화 공정을 통해 쉽게 제작될 수 있다. 양극산화 공정의 변수에는 인가전압, 시간, 온도, 전해액의 농도, 승압 및 강압속도 등 다양한 변수가 TiO_2 나노튜브 어레이의 미세구조 변화에 영향을 준다. 이런 나노튜브 어레이의 형성을 제어하기 위해 양극산화 전압, 시간, 온도 등의 공정변수를 제어하여 TiO_2 나노튜브 어레이를 형성시켰으며 전계방출형 주사전자현미경을 이용하여 미세구조를 관찰하였다. 또한 CCD 카메라를 이용하여 광회절을 관찰하였다. 변수제어를 통해 약 150nm의 노드 길이를 갖는 TiO_2 광결정이 형성 된 것으로 보였으며, 10% 에탄올에 대해 증류수 분위기 대비 약 0.5 nm의 회절파장의 변화를 갖는 것으로 분석되었다.

P1-G4-13 Microstructure and Magnetic Properties of Ferrites Nanofibers Fabricated by Electrospinning

전기방사법으로 제조된 페라이트 나노섬유의 미세구조 및 자기 특성

나경한[1*], 김완태[1], 이창규[1], 박동철[2], 송태협[3], 이세현[3], 신현규[4], 최원열[1]. *[1]강릉원주대학교, [2]주식회사 위드엠텍, [3]한국건설기술연구원, [4]한국산업기술시험원*

자성재료의 자기특성은 그 미세구조에 큰 영향을 받는데, 이에 나노기술을 적용하여 미세구조를 부여한 자성 복합재료에 관한 다양한 연구가 진행되고 있다. 1차원 구조를 갖는 나노 재료는 기존의 다양한 벌크 재료에 비해 넓은 비표면적과 높은 전자이동도 등 우수한 물성을 보이는 것이 여러 연구에서 증명되어 다양한 분야에서 그 활용 가능성이 모색되고있다. 이에 1차원 나노섬유 구조가 부여된 자성 재료의 경우, 그 자화 거동 특성이 어떤 응용 가능성을 갖는지 검토하고자 본 연구를 진행하였다. 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 종횡비를 갖기 때문에 졸-겔 반응을 이용해 세라믹 나노 섬유를 제조하기 위한 방법에도 응용되며 연구 성과의 발표와 보고도 지속적으로 증가하고있다. 본 연구에서는 전기방사를 응용하여 합성 용이하며 대표적 자성체인 α-Fe_2O_3 나노 섬유를 균일하며 재현성 높게 얻을 수 있는 용액 및 전기적, 열처리 조건을 확인하고 섬유의 지름 등 형상에 따라 자화 특성이 어떻게 달라지는지 관찰하였다. 전계방출형 주사전자현미경을 이용하여 관찰한 나노섬유의 평균 직경은 96 nm에서 59 nm까지 분포했으며, XRD 분석 결과를 통해 결정상을 확인하였다.

P1-G4-14 Fabrication and Microstructure Control of TiO_2 Nanofibers by Electrospinning

전기방사법을 이용한 TiO_2 나노 섬유 제조 및 미세구조 제어

이창규*, 김완태, 나경한, 조현, 최원열. *강릉원주대학교*

전기적으로 하전된 고분자 용액 및 용융물의 젯(jet)을 통해 나노 섬유를 제조하는 전기방사 공정을 통해 TiO_2 나노 섬유를 제조한다. TiO_2 나노 섬유는 생체친화적 특성을 이용하여 의료용에서는 조직공학용 제품이 사용되고 있으며, 광촉매적 특성을 이용하여 공기 오염 센서 및 오염 물질 제거 필터 등에도 사용되고 있다. 이러한 TiO_2 나노 섬유는 나노 섬유의 형상 및 크기에 따라 다양한 응용분야에 적용되기 때문에 변수의 통제가 중요하다. 이 연구에서는 공정 변수를 통해 변화하는 직경을 분석하였다. 공정 변수로는 인가 전압, 노즐-집전판 사이의 거리, 용액의 유입 속도를 변수로 통제했다. 전기방사 공정 후 TiO_2 나노 섬유를 450°C 에서 열처리 하였으며 XRD와 FE-SEM을 통해 결정상과 미세구조를 분석하였으며, 공정 조건의 변화에 따라 약 200 nm~660 nm의 평균 직경을 갖는 것으로 나타났다.

P1-G4-15 Improving Mechanical Properties of 3D Printing-Based Ceramic Core through Increasing a Forming Density

3D 프린팅 기반 세라믹 중자의 성형밀도 증가를 통한 기계적 특성 향상

박혜영*, 김수찬, 최현희, 김봉구, 조근호, 김은희, 정연길. *창원대학교*

최근 3D 프린팅 공정과 유기·무기바인더 전환공정을 결합한 새로운 세라믹 중자 제작공정이 제안되었으나 세라믹 중자의 내열성과 고온강도를 발현하기 위하여 SiO_2와 Al_2O_3가 주성분인 뮬라이트계의 비드 입자(250 um)를 출발입자를 적용할 경우, 시험편 내 낮은 성형밀도와 많은 기공으로 인하여 충분한 파괴강도를 발현하지 못하였다. 따라서, 본 연구에서는 뮬라이트 비드입자에 입도 및 성분이 상이한 뮬라이트 분말 (16 um) 및 지르콘 플라워 (43 um)를 혼합

한 복합 출발물질을 적용하여 시험편의 성형밀도 증가를 통해 세라믹 중자의 강도특성을 향상시키고자 하였다. 출발분말과 분자량의 차이가 큰 두 가지의 poly vinyl alcohol (PVA) 수용액을 혼합하여 3D 프린터로 제작된 시험편은 저 분자량의 PVA를 250ºC에서 4시간 열처리하여 제거하여 무기 바인더가 코팅될 공간을 확보하였으며, 규산염과 금속 알콕사이드로 구성된 무기 바인더 전구체에 침지한 후, 1000ºC에서 열처리를 통해 강도를 발현 시켰다. 출발분말의 복합화를 통하여, 세라믹 중자 시험편의 성형밀도 증가와 기공 감소를 미세구조분석으로 확인 하였으며, 이에 무기바인더 코팅효율과 유리질 전환효율의 증가로 강도특성을 향상시켰다. 또한 용출성 평가를 통하여 100%의 용출성을 확보하였으며, 무기바인더의 반복 코팅을 수행하여 우수한 강도특성을 갖는 세라믹 중자의 제작이 가능함을 확인하였다.

P1-G4-16 Dual Coating Process to Improve Hygroscopic Property of Inorganic Binder

무기 바인더 흡습성 개선을 위한 이중코팅 공정

최현희*, 김봉구, 박혜영, 이혜주, 조근호, 김은희, 정연길. *창원대학교*

기존의 사형주조는 출발물질과 유기 바인더를 혼합하여 주형을 제조하며, 제조 공정이 간단하고 낮은 생산 비용으로 인해 주조 산업에서 널리 사용되어 왔다. 하지만 주조 중 고온에서 유기 바인더의 분해로 인해 주형에 결함이 생성되고 붕괴되거나 수축·팽창으로 인해 복잡하고 정밀한 주조품을 형성하기에 어려움이 있다. 이를 해결하기 위하여 유기·무기 바인더 전환공정이 제시 되었으나, 열처리 전 상온에서 장시간 보관 시에는 수용성인 무기 바인더의 흡습성으로 인해 주형의 강도 저하 및 파손이 발생하게 된다. 따라서, 본 연구에서는 무기 바인더의 흡습성을 개선하기 위해 유기 바인더를 재 코팅하는 이중코팅 공정을 도입하여 기존의 공정과 비교하였다. 제작된 시편은 기존의 무기 바인더 전구체 (TEOS: SiO_2 전구체와 NaOMe: Na_2O 전구체) 용액에 침지하고 건조과정 후, 유기 바인더 용액 (수용성 PVA 및 PU, 비 수용성 PS)에 침지 및 건조하였고, 1000ºC에서 열처리를 하여 유기·무기 전환공정으로 유리질을 형성하였다. 접촉각 측정 결과, 기존 공정의 시편에서는 흡습성이 매우 커서 접촉각의 측정이 불가능했지만 유기 바인더로 재 코팅한 시편에서는 접촉각이 증가되었다. 그 중 비 수용성 PS를 적용하였을 경우, 가장 높은 접촉각이 측정되었다. 또한, 강도 특성 및 미세구조 비교에서도 비 수용성 유기 바인더 코팅층의 영향으로 성형 및 소성 강도가 유지 및 증가되며 무기 바인더의 흡습성을 개선시킴을 확인할 수 있었다.

P1-G4-17 Study on High-yield and Environmental-friendly Fabrication of Nanoporous Anodic Aluminum Oxides and their Applications

나노다공성 양극산화알루미늄의 친환경 및 고수율 제작 및 응용성 연구

홍영기[1*], 정석환[1], 김선국[1], 박동혁[2]. *[1]성균관대학교, [2]인하대학교*

알루미늄을 산성 전해질에서 전기장을 인가하여 산화시킬 경우, 나노미터 수준의 지름을 가지며 종횡비가 상대적으로 큰 나노기공들이 주기적으로 정렬된 나노다공성 산화막이 표면에 생성된다. 이와 같은 양극산화알루미늄을 알루미늄에서 분리하여 1차원 나노물질의 제작을 위한 템플레이트, 필터/마스크, 바이오 센서 및 에너지 저장 소자 등 다양한 분야에 활용하는 연구 결과들이 활발히 보고되고 있다. 그러나, 기존의 기술은 알루미늄의 단일 표면에서 양극산화알루미늄을 형성하기 때문에 수율이 상대적으로 낮은 단점이 있다. 또한, 인체 및 환경에 유해한 시약으로 알루미늄을 녹이는 방법을 통해 양극산화알루미늄을 분리하기 때문에 제한된 자연 자원을 비효율적으로 활용하게 된다.

본 발표에서는 다중면 동시 양극산화 및 계단형 역전압에 의한 직접 분리 기술을 이용하여 기존 기술의 문제점을 최소화하고 양극산화알루미늄을 친환경 및 고수율로 제작하는 방법을 보고한다. 계단형 역전압을 이용한 양극산화알루미늄의 직접 분리는 양극산화가 진행된 동일한 전해질에서 수행되기 때문에 유독성 시약의 사용을 배제할 수 있을 뿐만 아니라 알루미늄을 재사용할 수 있다. 또한, 다중면 동시 양극산화 및 직접 분리 기술은 남아 있는 알루미늄이 소진될 때까지 반복 적용이 가능하므로 자원 활용을 극대화할 수 있는 장점이 있으며, 이에 의해 제작된 양극산화 알루미늄은 반복 회차에 무관하게 동일한 구조적 특성을 보여주었다.

본 연구를 통해 제작된 양극산화알루미늄을 나노다공성 템플레이트로 사용하여 π-공액 고분자 나노튜브 및 금 나노선을 합성하였으며, 지름 등과 같은 크기에 따른 물리적 특성 변화를 관찰하였다. 또 다른 응용 사례로서 양극산화알루미늄을 기반으로 용량형 습도 센서를 제작하여 소자 성능을 평가하였다. 기존의 연구 결과는 상대습도가 높은 구간에서 정전용량이 변화한데 반하여, 본 연구에서는 전극 위치 및 양극산화알루미늄 구조의 최적화를 통해 정전용량이 상대습도가 상대적으로 낮은 구간에서도 선형적으로 변화하는 특성을 보여주었다.

P1-G4-18 Synthesis and Characterization of Ceramic Ink for Ink-jet Printing

잉크젯 프린팅용 고화도 세라믹 잉크의 합성과 프린팅 특성 연구

이지현[1*], 한규성[2], 황해진[1], 권종우[2], 김진호[2], 황광택[2], 조우석[2]. *[1]인하대학교, [2]한국세라믹기술원*

잉크젯 프린팅 기술은 디지털화 된 디자인 데이터와 원하는 위치에 선택적으로 잉크를 토출시키는 미세 액적 토출 방식을 이용하여 디자인 패턴을 구현하기 때문에 잉크의 효율이 매우 높고 디자인 변경 및 종류에 제한이 없다. 이러한 잉크젯 프린팅 기술을 전통적 산업인 세라믹 타일 생산에 적용하면 소품종 대량생산 방식에서 다품종 소량생산 방식으로 변화하고 있는 산업 패더다임 전환 속에서도 경쟁력 확보를 기대 할 수 있다. 일반적으로 타일의 소성 공정은 1000ºC 이상의 고온에서 이루어지기 때문에 프린팅 타일 공정에서는 고온에서도 안정적인 발색 유지가 가능한 고화도 세라믹 안료가 필요하다. 이러한 고화도 세라믹 안료를 잉크화하여 잉크젯 프린팅에 적용시키고, 원활한 잉크 토출까지 달성하기 위해서는 적절한 점도, 표면장력, 안료입도, 분산안정성과 같은 요구조건을 충족시킬 필요가 있다. 본 연구에서는 잉크젯 프린팅에 적용 가능한 고화도 세라믹 잉크를 제조하고 그에 대한 프린팅 특성을 확인하였다. 세라믹 잉크젯 프린팅에 사용된 고화도 세라믹 안료는 고상법에 의해 합성 되었고, XRD, SEM, CIE L*a*b*에 의해 안료의 결정구조, 크기, 형상, 발색 특성이 확인 되었다. 합성된 고화도 세라믹 안료를 잉크젯 프린팅에서 요구하는 적정 입도로 미립화 하기 위하여 고에너지 밀링법을 이용하였고, 요구 입도 이하로 미립화 되었다. 미립화 된 세라믹 안료는 용매와 혼합을 통해 잉크화 되었고, 잉크젯 프린팅에서 요구하는 점도, 표면장력 및 분산안정성을 충족시키기 위해 기능성 첨가제들이 첨가 되었다. 이러한 과정을 통해 합성된 세라믹 잉크 는 multiple light scattering (MLS) 방법과 dropwatcher test를 통해 분산안정성 및 프린팅 특성이 확인되었다.

P1-G4-19 3D Porous Structures Prepared by Pattern Transfer Printing

패턴 전사 인쇄로 제조한 3D 다공성 구조물

전창준*, 최용호, 정영훈, 윤지선, 백종후, 홍연우, 조정호. *한국세라믹기술원*

The three-dimensional (3D) porous structures were fabricated by pattern transfer printing for applications of electrodes in gas sensors. In order to form replica patterns, the solutions were mixed with acetone, toluene, heptane, and poly(methyl methacrylate) (PMMA). The replica patterns can be also formed on the several substrates such as polyimide, polydimethylsiloxane (PDMS) and silicon. The wide range of line widths from 5 μm to 16 nm were obtained through the surface grating patterns of master substrates and molecular self-assembly process. The cross-bar patterns with 40 layers showed a thickness of 600 nm. The areas of platinum (Pt) transferred patterns with different line widths were enhanced to 20 mm × 25 mm size, which would be applicable to various electrode patterns of gas sensors.

P1-G4-20 High-throughput Roll-to-roll Fabrication of Flexible Thermochromic Coatings for Smart Windows with VO_2 Nanoparticles

이산화바나듐 나노입자 대량 생산 방법 및 롤투롤 공정을 이용한 투명 유연한 열변색스마트 윈도우 용 대면적 코팅 생산 방법

김영광*, 유상배, 박재성, 윤다섭. *POSTECH*

VO_2-based 'nanothermochromics' that utilizes the dispersion of VO_2 nanoparticles in passive host matrix has been evaluated as a economic strategy of energy-saving "smart" windows to reduce energy consumption for heating and air conditioning in building. Here, we demonstrate a high-throughput roll-to-roll fabrication of thermochromic coatings for smart windows that can adapt their optical properties in accordance with external temperature. A large quantity (250 g) of VO_2 nanoparticles (NPs) was synthesized at a time by controlled thermal treatment of bead-milled V_2O_5 NPs as a fast and inexpensive method. The amorphous nature of bead-milled V_2O_5 NPs combined with nanometer size kinetically facilitates uniform synthesis of high-quality VO_2 NPs even under the less-reducing condition than that used to obtain bulk VO_2. This mass production of VO_2 NPs could be used to fabricate the largest VO_2/PVP composites thermochromic coatings (12 cm × 600 cm) yet produced with excellent infrared modulation ability (~ 45%). This scalable and continuous production of large coating with thermochromic NPs will accelerate the commercialization of thermochromic coatings for smart windows, which will contribute to a large reduction in energy consumption to heat or cool buildings.

P1-S41-1 Control of Methylbenzene Selectivity using Co_3O_4 Sensors Coated with TiO_2 and SnO_2 Catalytic Overlayers

TiO_2 및 SnO_2 코팅에 의한 Co_3O_4 센서의 메틸벤젠 선택성 조절

임겨레[1]*, 정현묵[1], 정성용[1], 김재혁[1], 김보영[1], 김준식[1], 장호원[2], 이종흔[1]. *[1]고려대학교, [2]서울대학교*

분무열분해로 합성한 요크셸-Co_3O_4 나노구조체의 감응막을 형성하고 전자빔증착으로 촉매활성이 우수한 TiO_2, SnO_2 감응막을 추가적으로 도포하여 일반적인 Co_3O_4 센서로는 선택적 검지가 어려웠던 자일렌, 톨루엔 등의 메틸벤젠 가스를 선택적으로 검지하였다. 두께 5 nm의 TiO_2, SnO_2 박막을 도포한 Co_3O_4 센서는 250°C에서 5 ppm 농도의 자일렌과 톨루엔 가스에 대해 우수한 감도를 나타내었고 타 환원성 가스에 대해 높은 선택성을 나타냈다. 또, 코팅된 TiO_2, SnO_2 박막의 두께변화는 가스 감도 및 선택성을 크게 변화시켰다. 본 센서의 우수한 메틸벤젠 감응특성은 반응성이 낮은 메틸벤젠가스가 촉매활성이 높은 TiO_2, SnO_2 박막을 통과할 때 고반응성의 다른 가스로 변환된 후 감응물질인 Co_3O_4에 효율적으로 도달하기 때문인 것으로 판단된다.

P1-S41-2 Improved NO_2 Sensing Performance by P-N Heterostructure based on WO_3 Decorated NiO Nanobeads

WO3@NiO 이종접합을 이용한 NO_2 감지특성 향상

이승엽[1]*, 송영근[2,3], 강종윤[3]. *[1]KU-KIST, [2]고려대학교, [3]한국과학기술연구원*

Monitoring the indoor air quality have been attracting much attention because over 80% human activity conducted indoor. In the interior, there are many contaminants including NO_2, NH_3, H_2S and volatile organic compounds (VOCs). Especially, NO_2 is well known as one of the most toxic gases emitted from stoves, heater and automobile smoke and so on, which seriously induces bronchial diseases and irritant affecting the mucosa of eyes and nose. To detect and monitoring the NO_2, there are extensive efforts via nanostructures with metal additives or p-n junctions but still remain challenging to sensitivity and selectivity for practical application.

In this study, we investigated the facile and effective strategy for highly sensitive and selective NO_2 sensors based on WO_3 decorated NiO nanobeads by RF sputtering using 750 nm-diameter polystyrene beads as a soft-template. NiO is representative p-type oxide semiconductor that is advantageous for formation of heterojunctions and endurance to humidity due to their unique surface and catalytic reaction. In addition, WO_3 is well known as the effective catalyst for NO_2. Our results show that the highly ordered WO_3 decorated NiO nanobeads have superior sensing properties to NO_2 because of their structural and catalytic effect including electrical and chemical sensitization. We confidence that the WO_3 decorated NiO nanobeads stands as effective high-performance NO_2 sensors.

P1-S41-3 Highly Sensitive and Selective rGO/SnS_2 bsed Chemoresistive Gas Sensors

고감도 고선택성 rGO/SnS_2 기반 가스 센서

박서연*, 김연후, 김태훈, 장호원. *서울대학교*

Nitrogen dioxide (NO_2) gas is one of the most harmful gases to health and an air pollutant produced during combustion of fossil fuel, industrial factories and power plants. NO_2 is widely known for its adverse effects on the human body even at low ppm that health and safety guidelines suggest that even 3 ppm or less NO_2 gas influences our health including olfactory paralysis. Therefore, the development of new sensors to detect NO_2 in the environment which are important for improving the quality of environment and avoiding deterioration in our health and quality of life.

Two-dimensional (2D) materials including graphene-based materials and transition metal dichalcogenides materials are receiving significant attention as gas sensing materials due to their high surface area, numerous abundant sites, and excellent mechanical flexibility. Herein, we demonstrate chemoresistive gas sensors with excellent

selectivity and ultrahigh sensitivity based 2D rGO and 2D SnS_2 hybrid composites. The significant enhancement of the composite's sensing performance is due to the electronic sensitization due to p-n heterojunction formation and porous structures between the rGO and SnS_2.

P1-S41-4 Gas Sensing Properties of Au-doped Tungsten Oxide prepared from $(NH_4)_2WS_4$ Precursor

$(NH_4)_2WS_4$ precursor를 이용하여 만든 Au 도핑된 Tungsten Oxide 기반 가스 센서의 가스 감지 특성

김태훈[1*], Amirhossein Hasani[2], 김연후[1], 박서연[1], 김수영[2], 장호원[1]. *[1]서울대학교, [2]중앙대학교*

In this work, we report a facile and low-cost fabrication method of Au-decorated tungsten oxide thin film involving solution and annealing processes. It was demonstrated that the $(NH_4)_2WS_4$ precursor decomposed into WO_3 after annealing at 500°C. Compared to pristine WO_3 thin film, Au-decorated WO_3 thin film showed higher NO_2 sensing characteristics such as sensitivity, response time and recovery time. Au-decorated WO_3 gas sensor showed three times higher responses and lower 50% response and recovery time than pristine WO_3 gas sensor at 150°C. We have demonstrated Au-decorated WO_3 thin film with simple fabrication process and this method can be used to decorate another metals such as Ag, Ni, and Mo. Metal-decorated WO_3 thin films are expected to be applicable to sensor array.

P1-S41-5 rGO-In_2O_3 Gas Sensor on Flexible Substrate for Highly Sensitive and Selective Sensing Properties of NO_2 at Low Temperature

유연 기판 위에 코팅된 rGO-In_2O_3 나노복합체를 이용한 고성능 이산화질소 가스 센서

이건호[1*], 나찬웅[2], 김재혁[1], 김효중[1], 우형식[1], Arunava Gupta[3], 김한기[4], 이종흔[1]. *[1]고려대학교, [2]한국생산기술연구원, [3]University of Alabama, [4]경희대학교*

이산화질소 (NO_2) 가스는 화석 연료의 연소에 의해 생성되는 대표적인 오염 물질로서 정확한 검출이 필요하다. 이산화질소를 검출하기 위한 reduced graphene oxide (rGO)-산화물 나노복합체 가스 센서에 대해 많은 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는, 유연 기판 (ITO/APC(Ag-Pd-Cu)/ITO/CPI(colorless polyimide) 다층 전극) 위에 코팅된 rGO-In_2O_3 가스 센서를 rGO 나노시트가 포함되어 있는 Indium 전구체의 용매열합성법을 통해 제작하였다. 구형의 형태를 지닌 순수한 In_2O_3 가스 센서와 비교하여 rGO-In_2O_3 가스 센서는 150°C에서 500 ppb 농도의 이산화질소에 대한 감도가 높게 (R_g/R_a = 22.3) 나타났으며, 에탄올, 일산화탄소, 암모니아, 톨루엔, 수소, 포름알데히드에 대해서 높은 선택성을 보였다. 본 센서의 높은 감도는 P-type의 rGO 시트가 이산화질소에 대한 높은 화학적 친화도를 가지고 있으며, n-type의 In_2O_3와 p-n 접합을 통해 rGO 부분의 정공 농도를 조절할 수 있기 때문인 것으로 판단된다.

P1-S41-6 Enhanced NO_2 Sensing Chracteristics of CdS Nano-flake Array at Room Temperature under Visible Light

가시광선조사에 의한 균일하게 배열된 CdS 나노조각 이산화질소 센서의 가스감응특성향상

문영국*, Hua-Yao Li, 윤지원, 이철순, 임겨레, 윤지욱, 이종흔. *고려대학교*

화학기상증착법(CVD)을 이용하여 균일하게 배열된 Cadmium Sulfide (CdS) 나노구조를 합성하고, 녹색파장의 빛 (파장 500 - 540 nm, 방사 조도 21 W/m^2) 을 조사하여 센서의 가스감응특성을 분석했다. 5 ppm 농도의 이산화질소 가스에 대해서 비교적 높은 가스감응특성 (89%) 을 나타내었고 다른 가스 (황화수소, 암모니아, 트리메틸아민, 아세톤, 에탄올, 벤젠, 톨루엔, 자일렌)에 비해 높은 선택성과 낮은 습도의존성을 나타내었다. 이러한 가스 감응 특성은 가시광선영역에서 광전자를 생성시킬 수 있는 CdS의 작은 밴드갭 (2.4 eV) 과 균일하게 배열된 나노조각구조에 의해 개선된 광흡수와 전기전도도의 향상으로 인한 결과라고 판단된다. 또한 CdS 센서는 형광램프나 태양광에서도 반응할 수 있으므로 의료진단과 실내/외의 공기상태를 점검하는데 사용될 수 있을 거라 전망된다.

P1-S41-7 $NiO/NiWO_4$ Composite Yolk-shell Spheres for Highly Sensitive and Selective p-xylene Sensor

$NiO/NiWO_4$ 복합체 난황구조를 이용한 고감도, 고선택적 자일렌 센서 설계

김태형*, 곽창훈, 이종흔. *고려대학교*

자일렌과 톨루엔 같은 메틸벤젠은 대표적인 실내오염물질로 두통, 어지러움, 가려움증, 피로 등을 동반하는 새집증후군의 원인이 된다. 따라서 미량의 메틸벤젠을 고감도, 고선택적으로 검지하는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서는 초음파 분무 열분해 공정을 통해 $NiO/NiWO_4$ 복합체 난황구조를 합성하고 미량의 자일렌을 선택적으로 검출하는 센서를 제작했다. $NiO/NiWO_4$ 복합체 난황구조는 순수한 NiO 난황구조에 비해 크게 향상된 가스감응특성을 보였다. 특히, 자일렌에 대해 가장 높은 가스감도를 보였으며, 에탄올, 암모니아, 일산화탄소, 수소, 벤젠 등의 방해가스에 대해 큰 선택성을 나타냈다. 이와 같이 자일렌에 대한 큰 가스감도 및 선택성을 나타내는 것은 난황구조의 넓은 비표면적과 용이한 가스 접근성, p(NiO)-p($NiWO_4$) 접합형성에 의한 저항변화 증가, NiO와 $NiWO_4$의 촉매효과에 의한 것으로 판단된다.

P1-S41-8 Knittable and Wearable Gas Sensors using Reduced Graphene Oxide Covered Carbon Fabrics Decorated with Metal Catalysts for Enhanced Selectivity

선택성을 위해 금속 촉매와 reduced graphene oxide를 탄소섬유에 덮은 착용 가능한 가스센서

이충원*. *서울대학교*

In recent days, gas sensors have been attracting great interests for various purposes such as monitoring indoor air quality, detecting harmful gases, or providing information on food storage. Among them, researches on gas sensors to detect the gaseous substances from human body have been extensively conducted. The composition of gaseous substances from human activity like breathing contains information about health status such as diabetes, respiratory diseases, or even cancers. Even if there exist various gas sensor technologies to detect those substances from human breath, however, they cannot continuously monitor every single breath due to their rigid platform restricting them from being attached close to human breath. Therefore, gas sensors with a simple and flexible structure with capability of positioning near human breath are required. Here, we report knittable and wearable gas sensors based on reduced graphene oxide (rGO) covered carbon fabrics (CFs) decorated with metal catalysts for enhanced selectivity. The rGO junctions between rGO covered CFs synthesized by annealing graphene oxide (GO)

electrodeposited CFs, function as an active material for gas sensing, and metal catalysts (Cu, Pt, and Pd) were decorated to enhance selectivity between various gases (H_2S, H_2, volatile organic compounds). Since CFs are flexible and soft, gas sensors based on them are knittable and ultimately capable of direct application into clothes, the optimal location for monitoring human breath.

P1-S41-9 Improvement of Gas Sensing Properties of Semiconductor Gas Sensor by Adding Branches and Metal Catalysts
브랜치 및 금속촉매에 의한 반도체식 가스센서의 센싱 특성 향상
김현우*, 최명식, 방재훈, 엄완식. *한양대학교*
일차원 나노와이어 기반의 가스센서는 높은 표면적-부피 비율(surface-to-volume ratio)을 가지기 때문에 민감도와 선택성이 뛰어난 장점을 가지고 있으며, 이에 따라 많은 연구가 진행되고 있다. 이번 실험에서는 두 번의 Vapor-Liquid-Solid (VLS) 공법을 통하여 SnO_2 나노와이어 위에 브랜치 복합구조를 형성하였으며, 복합구조 위에 금속 촉매를 형성시켰다. 브랜치와 금속 촉매에 의해 SnO_2 나노와이어는 형상 및 미세구조가 변했고 이는 Scanning Electron Microscope (SEM), X-ray diffraction (XRD), 그리고 Transmission Electron Microscope (TEM)을 통하여 분석되었다. 가스센싱 테스트를 통하여 브랜치와 금속 촉매가 기능화된 SnO_2 나노와이어는 기존 SnO_2 나노와이어 기반 센서에 비해 높은 감응 특성을 보였다.

P1-S41-10 Low-power-consumption Gas Sensor based on Suspended Carbon Nano-heater
공중부유형 탄소 나노히터 기반 저전력 가스 센서
임영진*, 김태중, 권영민, 백정민, 이윤식, 신홍주. *UNIST*
We developed a low-power-consumption gas sensor built on a suspended carbon nano heater. This gas sensor was fabricated using only batch fabrication processes such as carbon-MEMS, atomic layer deposition and hydrothermal method. Without any complex and expensive nanofabrication technologies, ZnO nanowires were grown selectively on a suspended carbon-nanowire-based heater. Because of the small size and good thermal insulation of the nanowire-type heater, the metal oxide nanowire-based sensor could detect various gases such as NO_2, CO, SO_2 and H_2 with small power consumption (~ 1.2 mW). In this presentation, we will introduce the detailed fabrication processes, thermal characterization of the nano-heater, and sensor performances.

P1-S41-11 Gas-phase Substitution Synthesis of Mn_3O_4-decorated ZnO Nanobelts, ZnO-$ZnMn_2O_4$ Nanocables, and Mn_3O_4 Nanowires from ZnO Nanobelts and their Gas Sensing Applications
ZnO nanobelts로부터 기상치환된 Mn_3O_4-decorated ZnO nanobelts, ZnO-$ZnMn_2O_4$ nanocables, Mn_3O_4 nanowires의 합성 및 그들의 가스센서 응용
나찬웅[1]*, 나찬웅[1], 권정현[1], 정재호[2], 이종흔[2]. [1] *한국생산기술연구원*, [2] *고려대학교*
Single-crystalline Mn_3O_4 nanowires were prepared by gas-phase conversion of ZnO nanobelts. Mn_3O_4-decorated ZnO nanobelts and ZnO-$ZnMn_2O_4$ core-shell nanocables (NCs) were also obtained as reaction intermediates. The heteroepitaxial correlation at the interface between ZnO and Mn_3O_4 or that at the interface between ZnO and $ZnMn_2O_4$ provided a novel mechanism for growing single-crystalline Mn_3O_4 NWs. Note that the C_2H_5OH responses of Mn_3O_4-decorated ZnO NBs are significantly higher than those to the other gases over the entire sensor temperature range (300 - 450°C). The C_2H_5OH responses in Mn_3O_4-decorated ZnO NWs showed a maximum value (30.4) at 400°C. In contrast, the gas responses of ZnO-$ZnMn_2O_4$ NCs or the Mn_3O_4 NWs to the various gases were similar (1.03 - 2.14), and no significant selectivity to a specific gas was observed for those sensors. Various one-dimensional homonanostructures and hetero-nanostructures consisting of *n*-ZnO, *p*-Mn_3O_4, and *p*-$ZnMn_2O_4$ can be used to design high-performance gas sensors.

P1-S41-12 Synthesis and Gas Sensing Properties of Au/In_2O_3 by Thermal Decomposition
황진아[1]*, 전명표[2], 주병권[1]. [1] *고려대학교*, [2] *한국세라믹기술원*
In_2O_3 nanoparticles decorated with Au catalysts were synthesized by thermal decomposition. Their gas sensing properties to CO gas and morphologies were investigated with a gas sensing equipment, X-ray diffractometer (XRD), SEM and transmission electron microscopy (TEM). Previously prepared $In(NO_3)_3$ aqueous solution is heated to 100°C and then HMTA () is added into this solution and reacted for 2 h. After that, the solution was cooled to room temperature, centrifuged, washed with ethanol and dried at 100°C. Intermediate phase $In(OH)_3$ was dispersed in deionized water in Ice bath, in which $HAuCl_4$ and $NaBH_4$ was added, and then maintained for 2 h. Just as $HAuCl_4$ and $NaBH_4$ was added, the color of the solution changed brown immediately. Final products were centrifuged, washed with ethanol, dried at 100°C and calcined at 300°C for 2 h in order to obtain Au/In_2O_3 nanoparticles, whose morphologies were almost spherical shapes of about 20~30 nm in diameter in FE-SEM images, including some elongated particles.

P1-S41-13 2D Layered Semiconductor MoS_2 and its Application as an Ultra-sensitive No_2 Gas Detector
2차원 물질 MoS_2와 고감도 NO_2 가스 센서로서의 응용
임혜린*. *성균관대학교*
2D layered semiconducting materials have drawn attention recently as a next generation advanced electronic material. Molybdenum disulfide (MoS_2), a representative of 2D layered materials family, exhibits remarkable performances such as high electrical mobility, high on/off ratio, flexibility, and transparency and has a potential to be applied to active matrix in sensor system through these advantages. Nitrogen dioxide (NO_2) is a prominent air pollutants from fossil fuels and if human is exposed to NO_2 even in small concentration, it can cause respiratory and lung disorders. Therefore, NO_2 gas sensor should be capable of sensing NO_2 accurately in low concentration. MoS_2 transistor sensors exhibit high sensitivity and fast response to NO_2 gas owing to its sulfur vacancies on the surface. In this paper, we demonstrated MoS_2 based NO_2 gas sensor which can react to 0.05 sccm NO_2 under N_2 ambient with high sensitivity.

P1-S41-14 Pt Nanoparticles Functionalized Tungsten Oxynitride Hybrid Chemiresistor: Low-Temperature NO_2 Sensing
Pt 나노입자 촉매가 기능화 된 텅스텐 산질화물 저항변화식 저온 동작 NO_2 센서
김동하[1]*, 정지원[1], 최선진[2], 장지수[1], 구원태[1], 김일두[1]. [1]*KAIST*, [2]*MIT*

Semiconducting metal oxides (SMOs) based gas sensors are inherently hampered by requirement of high working temperature because of their wide bandgaps. Consequently, there are remain challenges to utilize SMOs based gas sensors with regard to continuous gas monitoring platform with low power consumption. To address the inherent limitation, nitridation (i.e., N doping) of WO_3 NFs to WO_xN_y NFs was herein introduced for realization of low-temperature NO_2 sensing. Importantly, nitridation was conducted at intervals of 50°C from 400 to 600°C to adjust the degree of phase transition from semiconducting WO_3 to conductive WON phases. To further optimize the conductivity and improve the sensing characteristics, i.e., reduction of optimal operating temperature and enhancement of sensitivity, WO_xN_y NFs were functionalized with platinum (Pt) catalytic nanoparticles (NPs) by physical mixing. Pt NPs functionalized WO_xN_y NFs nitrided at 550°C exhibited improved sensitivity of 7.17% toward 5 ppm of NO_2 at 50°C, and superior selectivity against C_2H_5OH, C_7H_8, CH_4, CO, NH_3, and NO. The noble metal catalyst-metal oxynitride hybrid system is suggested as an effective NO_2 sensing platform for low-temperature chemical sensor.

P1-S41-15 Synthesis and Gas Sensing Properties of Ag Nanostructure Decorated Reduced Graphene Oxide Films

은 나노구조가 기능화된 RGO기반 2-d 가스센서물질의 합성 및 특성 평가

정영규*, 권용중. *한국생산기술연구원*

In these days, graphene has attracted lots of interest in a variety of fields, including a gas sensor. RGO (Reduced Graphene Oxide) is a kind of chemically reduced graphene that is functionalized by oxygen-containing functional groups such as aldehyde, ketone, carboxylic acid, and alcohol. For improving sensing abilities, we synthesized Ag-related nanostructure decorated Reduced Graphene Oxide that implies great sensitivity to Hydrogen sulfide gas. The synthesis process was carried out using GO solution mixed with $AgNO_3$, NaOH, and DI water. XRD spectra revealed that the Ag-related nanostructure decorated RGO is composed of not only Ag phase, but also different types of Ag-Oxide phases. To measure the gas sensing signal of Ag-decorated RGO films on the SiO_2/Si substrate, Au/Ti electrodes (150 nm thickness) was deposited. The diluted hydrogen sulfide gas was passed through the sensing chamber. Air was used as the reference gas, and the total flow rate for the sensing test was maintained at 500 sccm. For additional analysis, Ag-decorated RGO sensing materials were investigated field-emission scanning electron microscopy and transmission electron microscopy. Raman spectra were measured at room temperature.

P1-S41-16 Ag Nanowires Embedded Glass-fabric/Siloxane Hybrid Heater Substrate: Flexible Sensing Platform for Catalyst-decorated Metal Oxide Nanosheet

유연한 가스센서소자를 위한 은나노와이어가 내장된 하이브리머 히터와 결합된 촉매결착된 금속산화물 나노쉬트

장지수*, 김동하, 구원태, 김일두. *KAIST*

The development of flexible chemiresistor is imperative for real-time monitoring of air quality and/or human physical conditions without space constraints. However, critical challenges such as poor sensing characteristics, vulnerability under toxic chemicals, and weak reliability hinder their commercialization. In this work, for the first time, we report the ultra-sensitive flexible sensing platform by assembling Pt loaded thin-layered (~10 nm) SnO_2 nanosheets (Pt-SnO_2 NSs) on Ag nanowires embedded glass-fabric reinforced vinyl-phenyl siloxane hybrid composite substrate (AgNW-GFRVPH film). Formation of ultra-thin layered Pt-SnO_2 NSs resulted in the mechanical flexibility as well as superior response (R_{air}/R_{gas} = 4.84) toward 1 ppm level dimethyl sulfide (DMS), stemming from highly porous and sub–10 nm thickness of Pt-SnO_2 NSs. Meanwhile, thermally stable AgNW-GFRVPH film was fabricated by free radical polymerization of vinyl groups in vinyl-phenyl oligosiloxane (VPO) and phenyltris(dimethylvinylsiloxy)silane (PTV) with Ag NW and glass-fabric, showing outstanding heat-generation (~200°C), high dimensional stability (13 ppm/ °C), thermal stability (~350°C), and optical transparency (~90%). Careful combination of Pt-SnO_2 NSs with AgNW-GFRVPH film provided extremely stable flexible gas sensing platform.

P1-S41-18 Ultrasmall Pt Catalyst Loaded Mesoporous SnO_2 Nanofibers via Chitosan-Metal Complex Templating Route: Toward Superior Acetone Sensor

키토산-금속 복합물을 템플릿으로 한 극소 백금 촉매가 결착된 다공성의 주석산화물 나노섬유: 우수한 아세톤 센서로의 적용

정용진*, 구원태, 장지수, 김동하, 조희진, 김일두. *KAIST*

In the semiconducting metal oxides (SMOs) based gas sensor, nanostructuring and catalytic activation should be simultaneously controlled to maximize the improvement of sensing characteristics. Especially, mesoscale (2 - 50 nm) pores facilitate Knudsen diffusion of gases, thereby leading to the effective reactions with sensing layer. In addition, the smaller the grains, the more sensitive is the sensor due to the enhanced modulation of electron depletion region when the SMOs react with target gases. With regard to the catalytic functionalization, small size catalyst should be uniformly distributed on the SMOs to significantly enhance the effectiveness of the catalyst. In this work, we first demonstrate chitosan-metal complex (CS-M) derived ultra-small catalyst loaded porous SMOs nanofibers (NFs) toward high performance chemiresistor. The synthesized Pt nanoparticles of chitosan-Pt complex (CS-Pt) exhibited ultra-small size (~ 2.6 nm) with high dispersibility. Then, we combined CS-Pt with electrospinning, thus resulting in SnO_2 NFs functionalized by uniformly distributed Pt nanocatalyst. In addition, during the calcination, mesopores and small grain size of the SnO_2 were derived by the effects of the CS. In this study, we discussed the three main effects of the CS, i.e., (i) uniformly distributed ultra-small Pt NPs, (ii) mesopores, and (iii) small grain size of sensing materials, in terms of superior acetone-sensing properties and potential applicability for an exhaled breath analyzer.

P1-S41-19 Dual Sensitization of Pt-ZnO Nanoparticles in Hierarchical Reduced Graphene Oxide for NO_2 Chemiresistors

아연산화물과 백금 나노입자가 기능화 된 계층구조의 환원된 그래핀 산화물을 이용한 이산화질소 가스센서 개발에 관한 연구

강준영*, 구원태, 장지수, 조희진, 김동하, 김일두. *KAIST*

With the rapid development of industries, the emission of NO_2, well-known poisonous gas, has increased because the main sources of NO_2

emission include automobiles and combustion of fossil fuels in power plants. In this sense, wearable NO_2 gas sensing platform that can be applied in wearable application is highly required for those work in harsh environment. In this work, we synthesized Pt and ZnO dual-sensitized nanoporous reduced graphene oxide (Pt-ZnO@NPRGO) derived from metal-organic framework (MOF) and graphene oxide (GO) as room temperature NO_2 sensing material. Zn based zeolite imidazole framework (ZIF-8) were grown on the GO due to the strong interaction between GO and ZIF clusters composed of Zn ion and organic linker. Then, Pt ions were encapsulated in the cavity of ZIF-8 using polyvinylpyrrolidone as surfactant and reduced to Pt nano-particles (NPs) by using sodium borohydride. During the calcination in N2, ZIF-8 were converted into ZnO NPs embedded porous carbon nanocage, while GO were thermally reduced forming Pt-ZnO@NPRGO. Due to their exceptionally high porosity and selective catalytic performances of Pt and ZnO NPs, the Pt-ZnO@NPRGO exhibited excellent sensing performances toward NO_2 in terms of sensitivity, selectivity, and reversible response/recovery kinetics even at room temperature. Moreover, owing to the two-dimensional nature of GO, Pt-ZnO@NPRGO exhibited superior stability in bending state on flexible sensing substrate, i.e., colorless polyimide.

P1-S42-1 Microstructure Analysis of Templated-grown of Graphene Pattern

템플릿을 통해 형성된 그래핀의 미세구조 분석

정재훈*, 최경곤, 예종필. *인하대학교*

그래핀은 2차원 구조의 탄소 단일층이며 전기적/열적 특성이 매우 높아 전자 소자 및 열전 소자로의 응용이 모색되어 왔다. 이러한 그래핀의 우수한 물리적 특성을 폭넓게 활용하기 위해서는 그 미세구조에 대한 정밀한 제어 기술의 개발이 필요하다. 최근 Cu 기판의 미세구조와 그래핀의 미세구조 간의 상관관계에 대한 연구가 발표된 바 있으나 여전히 이를 검증할 수 있는 체계적인 연구 결과가 부족하다. 본 연구에서는 리소그래피 패터닝 공정과 Cu의 열처리 공정을 접목하여 다양한 grain 구조를 갖는 Cu template을 형성하고 이에 화학 기상 증착법을 활용하여 그래핀을 성장시켰다. 이와 같이 형성된 graphene 패턴의 미세구조와 Cu template의 형태 및 grain 구조 간의 상관관계를 Electron backscatter diffraction (EBSD)과 Selected area electron diffraction (SAED)를 사용해 분석하였다. 이와 같은 분석 결과, 그래핀의 결정 구조가 Cu template의 grain 구조에는 의존하지 않으나 template의 width가 그래핀 패턴의 edge orientation에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

P1-S42-2 Encapsulation-Free, Air-Stable Monolayer WS_2 Using Graphene Substrate

그래핀 기판을 활용한 WS_2의 공기안정성 향상

김세양*. *UNIST*

In this study, we report the special role of graphene substrates in substantially enhancing the air-stability of two-dimensional transition metal dichalcogenides (TMDs) flakes. Compared to the well-known, short-term air degradation of TMDs flakes grown on the conventional SiO_2/Si substrate (representatively, WS_2/SiO_2), epitaxially grown WS_2 flakes on graphene substrate (WS_2/Gr) maintain their clean and uniform surface without any encapsulation even after a year in ambient air conditions. Our investigations indicate that high crystal quality is one of the key factor that determines the air-stability of TMDs, and we present experimental evidences of the relation between defects and aging progress. Furthermore, we propose the significant contribution of the charge transfer-induced doping effect to the prevention of aging for the first time. This work emphasizes the importance of the substrate for enhancing the stability of TMDs materials and can pave the way for the long-term performance and practical TMDs applications.

P1-S42-3 Highly Conductive and Environmentally Stable Graphene-Based Organic Transparent Conducting Film Using Lamination Process

그래핀 라미네이션 전사법을 통한 우수한 전기 전도성과 외부환경 안정성을 지닌 유기 투명전극 형성 및 연구

이도희*, 주재환, 이도희, 조준현, 김성엽, 유정우, 권순용. *울산과학기술원*

Improving the lifetime and the operational stability while maintaining high conductivity and mechanical flexibility is important for flexible electronic applications. In this work, we report that highly conductive and environmentally stable organic transparent electrodes (TEs) can be fabricated by laminating poly(3,4-ethylenedioxythiophene) : poly(styrenesulfonate) films containing dimethyl sulfoxide and Zonyl fluorosurfactant (PDZ films) with a monolayer graphene barrier. The proposed lamination process enables graphene to be deposited onto the PDZ films uniformly and conformally with tight interfacial binding, free of wrinkles and air gaps. The graphene-laminated PDZ films exhibit an outstanding room-temperature hole mobility of ~ 85.1 $cm^2\ V^{-1}\ s^{-1}$ since the graphene can act as an effective bypass for charge carriers. Enhanced stability of the graphene-laminated TEs under the harsh conditions is particularly promising. Furthermore, the incorporation of the graphene barrier enhances the estimated lifetime of the TEs under thermal stress by more than two orders of magnitude. This work presents that the operational and thermal stability of organic thin-films can be pursued by employing 2D carbon materials while maintaining high conductivity and mechanical flexibility.

P1-S42-4 All-Carbon Composite Electrodes with Uniform Carbon Nanotube Networks for Durable and Transparent Conducting Electrode

균일한 탄소나노튜브 코팅을 포함한 저차원 탄소복합 투명전극)

윤형덕*, 곽진성. *UNIST*

Development of indium tin oxide-free, flexible transparent conductive electrodes (TCEs) is essential for the future commercialization of flexible and wearable electronics. While carbon-based TCEs containing carbon nanotube (CNT) networks show promise, the poor dispersion properties limit their performance and practicality. In this work, we report a highly efficient and bending durable all-carbon composite TCE (ac-TCE) that employs uniform CNT networks on a monolayer graphene/polyethylene terephthalate (PET) substrate via a simple air spray deposition method. The excellent performance of the ac-TCEs was attributed to the uniformly networked CNTs on the polycrystalline graphene with a well-controlled density, effectively bridging the line defects and filling the tears/voids or folds in the as-processed graphene. The sheet resistance of the ac-TCEs was increased only 6% from its original value at a bending radius of 2.7 mm, while that of the pristine graphene/PET assembly increased

237%. Mechanical bending of the ac-TCEs worsened the electrical performance by only ~1.7% after 2,000 bending cycles at a bending radius of 2.5 mm. Degradation of the performance by the bending was the result of line defects formation in the graphene, demonstrating the potential of the uniform CNT networks to achieve more efficient and flexible carbon-based TCEs. The optimized, hole-doped ac-TCEs shows a typical sheet resistance of ~105 ± 15 ohm/sq at ~90% transparency, closer to practical TCEs in wearable devices.

P1-S42-5 3D Graphene-Ni Foam Heterostructures for Highly-efficient and Durable Bipolar Plates in a Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell

높은 효율성과 내구성을 갖는 고분자 전해질 연료전지(PEMFC) 분리판을 위한 3차원 그래핀-니켈 이종구조

심여선[1*], 곽진성[1], 김세양[1], 조용수[1], 김승현[1], 김성엽[1], 김지현[1], 이치승[2], 조장호[2], 권순용[1]. [1]*UNIST,* [2]*현대자동차*

Improveing the lifetime of polymer electrolyte membrane fuel cells (PEMFCs) is critical for realizing their implementation as a highly-efficient energy conversion system. However, the chemical instability of metal bipolar plates in the destructive operating environment inside PEMFCs leads to decreased performance and durability. Therefore, rational interface passivation techniques are critical for further boosting the development of PEMFCs. In this work, we report a novel method for coating highly-crystalline multilayer graphene (Gr) as a superficial protective film (thickness of ~10 nm) onto 6 x 6 cm^2 Ni foam within short duration (t ≤5 min) via the facile and rapid radiative heating of poly(methyl methacrylate) as a solid-state C source. The resulting 3D Gr-coated Ni foam is demonstrated to act as a bipolar plate with long-term operating stability. Electrochemical analysis revealed that the 3D Gr-coated Ni foam outperforms bare Ni foam and amorphous-C-coated Ni foam by providing a two-order-of-magnitude lower corrosion rate in the operational environment for a PEMFC. After stability tests in aggressive environments, the 3D Gr-coated Ni foam retained its outstanding ICR of 9.3 $m\Omega \cdot cm^2$ at 10.1 $kgf \cdot cm^{-2}$. A H_2/air PEMFC fabricated using the Gr-coated Ni foam as bipolar plates showed a substantially enhanced maximum power density of ~967 $mW \cdot cm^{-2}$. Our facile coating approach can pave the way to further enhance energy conversion systems through interface engineering.

P1-S42-6 Ambient Air Oxidation Behavior of Intrinsic Graphene Defects for Different Origins on Copper

구리 기판 위에 성장된 그래핀의 다양한 결함에서의 공기 산화 거동

조용수*, 곽진성, 박순동, 김나연, 김세양, 이종훈, 김성엽, 권순용. *UNIST*

The development of ultrathin barrier films is vital to the advanced semiconductor industry. Graphene appears to hold promise as a protective coating; however, the polycrystalline and defective nature of engineered graphene hinders its practical applications. Here, we investigate the oxidation behavior of graphene-coated Cu foils at intrinsic graphene defects of different origins. Macro-scale information regarding the spatial distribution and oxidation resistance of various graphene defects is readily obtained using optical and electron microscopies after the hot-plate annealing. The controlled oxidation experiments reveal that the degree of structural deficiency is strongly dependent on the origins of the structural defects, the crystallographic orientations of the underlying Cu grains, the growth conditions of graphene, and the kinetics of the graphene growth. The obtained experimental and theoretical results show that oxygen radicals, decomposed from water molecules in ambient air, are effectively inverted at Stone-Wales defects into the graphene/Cu interface with the assistance of facilitators.

P1-S42-7 Crumpled Reduced Graphene Oxide for Highly Efficient Supercapacitor

고효율 슈퍼캐패시터 용 Crumpled Reduced Graphene Oxide

명윤[1*], 최재원[2], Ramesh Raliya[3], Pratim Biswas[3], Parag Banerjee[3]. [1]*세종대학교,* [2]*한국과학기술연구원,* [3]*Washington University in St. Louis*

Crumpled reduced graphene oxide (CGO) were synthesized by aerosol technique. As prepared CGO surfaces were successfully modified using ethylenediamine. Their structural, optical and electronic structure were confirmed by transmission electron microscopy, Raman spectroscopy, and X-ray photoelectron spectroscopy. The activation energy for conduction in CGO showed the lowest value at 6.5% amine treated CGO, but the conductivity value was lowest at 1% amine treated CGO. Supercapacitor performance measured by cyclic voltammetry and charge-discharge tests. The 1% amine treated CGO showed the highest energy density and power density.

P1-S42-8 Highly Durable Cu-Based Electrodes from a Printable Nanoparticle Mixture Ink: Flash-Light-Sintered, Kinetically-Controlled Microstructure

산화안정성이 우수한 구리나노입자 기반의 전극: 광소결공정을 통한 미세구조 제어

박혜진[1*], 조예진[1], 조민경[2], 정영우[2], 이수연[1], 최영민[1], 정선호[1]. [1]*한국화학연구원,* [2]*한국과학기술연구원*

Recently, printable nanomaterials have drawn tremendous attention for low-cost, large-area electronics applications. In particular, metallic nanoparticles that can facilitate a formation of highly-functioning electrodes are indispensable constituent nanomaterials. In this paper, we propose the printable mixture inks comprising multicomponent ingredients of Cu, Ni and $Cu/Cu_{10}Sn_3$ core/shell nanoparticles. It is clearly revealed that a characteristic morphology appropriate to highly conductive and durable Cu-based electrodes can be derived easily in a timescale of about 1 msec through an instantaneous flash-light-sintering process, resulting in a resistivity of 49 μΩ·cm and normalized resistance variation around 1 (after 28 days under harsh environments of 85°C temperature and 85% humidity). In addition, it is demonstrated that highly-functioning electrodes are also formed on thermally vulnerable polyethylene terephthalate (PET) substrates by incorporating an ultrathin optical/thermal plasmonic barrier layer.

P1-S42-9 Negative Photoresponse of WS_2 Film Decorated with Au Nanoparticles

Au 나노입자로 장식된 WS_2 박막의 음의 광검출 특성

김봉호*, 권순형, 한진희, 윤영준. *한국세라믹기술원*

We synthesized WS_2 film decorated with Au nanoparticles (NPs) by sputtering, evaporation and electron beam irradiation (EBI), and investigated the effect of Au NPs decoration on photoresponse of WS_2

film. The WS_2 film decorated with Au NPs showed photoresponsivity of 39.9 mA/W which was 25.7 times higher than WS_2 film without Au NPs decoration. And Au NPs changed photoresponse of WS_2 from positive to negative under the illumination of 450 nm laser. However, when we compared WS_2 film decorated with Au NPs to WS_2 film without Au NPs decoration, WS_2 film decorated with Au NPs showed longer rising and falling time of 18 and 468 sec, respectively. The origin of enhanced photoresponsivity and the change from positive to negative photoresponse with Au NPs decoration were investigated and the mechanism of negative photoresponse was proposed based on electron trapping and recombination by the acceptor state generated by Au NPs.

P1-S42-10 The Origin of High Photoresponsivity in APCVD-grown $MoSe_2$ Phototransisot

APCVD로 성장한 $MoSe_2$ 포토트랜지스터의 높은 광 반응성의 기원

홍성인[1*], 한규철[2], 홍영기[1], 윤영기[2], 김선국[1]. [1]*성균관대학교*, [2]*University of Waterloo*

$MoSe_2$ grown by atmospheric pressure chemical vapor deposition (APCVD) exhibits a unique structure including interstitial Mo atom between basal planes, unlike usual 2H phase $MoSe_2$. Thin-film phototransistor based on APCVD-grown multilayer $MoSe_2$ exhibits an excellent photoresponsivity (103.1 A/W). Although multilayer transition metal dichalcogenides (TMDs) generally indicate low optoelectronic efficiency due to their indirect band gap properties and poor quantum efficiency compared to monolayer TMDs. For demonstrating the fundamental origin of the great photoresponsivity, density functional theory (DFT) calculation and photo-induced transfer properties identify that interstitial Mo atoms induce photo-reactive extra states in the energy bandgap. Moreover, models explain photo-amplification current by trapped holes in sub-gap stated leading to the critical photovoltaic effect of $MoSe_2$. In this paper, APCVD-grown $MoSe_2$ photoransistors suggest high performance of 2D material for future photosensor applications, identifying the fundamental origin of great photoresponsivity.

P1-S42-11 Growth of High-Crystalline Bulk $MoSe_2$ through Controlling the Gas Flow

가스 유량 조절을 통한 결정성이 높은 벌크 $MoSe_2$의 합성

김정훈*, 추수호, 임혜린, Liu Na, 김선국. *성균관대학교*

Transition metal dichalcogenides (TMDs) have a wide range of applications such as sensors, photodetector and electronic devices due to their controllable band gap and unique optical and electronic characteristics. In this study, we have introduced the synthesis method to control the quality of the bulk $MoSe_2$ through chemical vapor deposition (CVD) by varying the gas flow of Argon and hydrogen distinguished as a carrier gas and a reducing gas, respectively. Furthermore, the ratio of the Ar and H_2 has been determined in the range of 2.6-3. It was observed that the crystallinity of $MoSe_2$ has been increased with increasing the rate of gas flow. To investigate the crystallinity and uniformity of the bulk $MoSe_2$ Raman spectroscopy, scanning electron microscope (SEM), energy dispersive analysis of X-rays and X-ray photoelectron spectroscopy were performed. In addition, a $MoSe_2$ thin film transistor was fabricated with conventional methods on a SiO_2/Si substrate with Al_2O_3 passivation. The room-temperature carrier mobility of the $MoSe_2$ devices is about 21 cm^2/Vs. This approach of the CVD grown bulk $MoSe_2$ with high crystallinity may open a novel application in various electronic devices.

P1-S42-12 Morphology and Thickness-dependent Photoelectrochemical Water Splitting on WO_3 Nanostructures

WO_3 나노구조 광전기화학 물분해에서의 두께와 형태 의존성

조아영*, 이준봉, 윤철민, 이상우, 이호진, 최택집. *세종대학교*

Nanostructures of oxide semiconductors are promising as photoelectrodes for efficient solar water splitting. WO_3 has been extensively studied on photoelectrochemical properties due to its bandgap (2.8 eV) within visible-light region and excellent chemical stability. In this study, we investigated morphology and thickness dependence of photoelectrochemical performances on nanostructured WO_3 photoanodes. We prepared various nanostructures of WO_3 grown on FTO glass substrate by controlling oxygen partial pressure using pulsed laser deposition. By increasing the oxygen partial pressure, surface morphology changed from smooth to rough, accompanied with increasing the porosity of the WO_3 films. We obtained a substantial enhancement of photoelectrochemical performances by optimization of thickness and surface morphology. We will discuss the link between morphology of nanostructures and specific surface area as well as charge transp ort path.

P1-S42-13 Large-Area Synthesis of $NbSe_2$ grown by Chemical Vapor Deposition

Kwan-Woo Kim*, Sang-Hoon Lee, Bum-Jun Kim, Hyung-Kyu Lim, Nasir Tuqeer, Ik-Jun Choi, Byeong-Ju Jeong, Min-Ki Son and Jae-Young Choi. *Sungkyunkwan University*

Transition metal dichalcogenides (TMDCs) nanomaterials have attracted intense attention because of their unique structure and properties. Niobium diselenide ($NbSe_2$) is one of the TMDCs and it is exceptionally attractive material because of the presence of both a charge density wave transition and a superconducting transition [1, 2]. Though $NbSe_2$ layers can be exfoliated mechanically from bulk $NbSe_2$ crystals, it is not a scalable method. Also, $NbSe_2$ layer can be grown by molecular beam epitaxial, but it is expensive to perform.

Therefore, it is highly desirable to develop a facile synthesis method to produce superconducting $NbSe_2$. To date, there are only a few papers which reports synthesis of $NbSe_2$ by Chemical vapor deposition. [3, 4, 5]

In this work, we report the facile growth method of the large area $NbSe_2$ using APCVD and the resulting superconducting property.

1. C Tan, X Cao, et al., *Chemical reviews.* 117, 6225 (2017)
2. R.V. Coleman, et al., *Advances in Physics.* 37, 559 (1988)
3. H Wang, et al., *Nature communications.* 8, 394 (2017)
4. AR Kim, et al., *Nano letters.* 16, 1890 (2016)
5. N.D. Boscher, et al., *European journal of inorganic chemistry 2006. 1255* (2006)

P1-S42-14 Low-Temperature Synthesis of Double Layerless Graphene Growth via MOCVD

더블레이어를 억제한 저온 그래핀 합성법

Kim Bum Jun*, Jeong Byeong Ju, Lee Sang Hoon, Nasir Tuqeer, Hyung Kyu Lim, Kwan-Woo Kim, Choi Ik Jun, Son Min Ki, Jae-Young Choi. *Sungkyunkwan University*

Graphene, with its excellent physical and chemical properties, is an important material to be studied steadily from 2004 to the present and to continue to utilize its properties. Although graphene has attracted a great deal of attention as a promising material in various fields due to its excellent properties, it has been known as an important research field to control defects due to the degradation of characteristics when graphene defects exist. Among them, Controlling the graphene layer is an important factor affecting the quality, because synthesis of a single layer graphene rather than multiple graphene can greatly improve the optical and electrical properties.

So far, graphene has been synthesized at high temperatures using methane as a carbon source. However, economic and industrial problems due to high-temperature synthesis and difficulty in controlling growth condition at high temperatures make it difficult to produce single-layer graphene. Therefore, the problems caused by the high-temperature process and the control of the number of graphene layers must be solved for the development of graphene related research. In this study, we will discuss the synthesis of a single-layer graphene on a copper substrate at low temperatures using benzene.

P1-S42-15 Piezoelectric Effect Depends on the Direction of Monolayer MoS_2 for Piezoelectric Energy Nanogenerator

MoS_2 단일층의 결정방향에 따른 압전 특성분석 및 이를 이용한 에너지 하베스터

김보성*, 김성균, 김상우. *성균관대학교*

Considerable scientific efforts are being expanded towards realizing electronic components for transparent flexible self-powered electronic switches, skins, sensors, etc. Experimental studies on the physical properties of two-dimensional (2D) materials have grown exponentially since 2D materials offer unique advantages for use in such future devices. The physical properties of 2D molybdenum disulfide (MoS_2) nanosheets have been actively explored particularly as a result of their possible integration in both nano/microelectromechanical devices and energy harvesting devices. And moreover the calculation of the piezoelectric coefficient for monolayer MoS_2 according to density-functional theory revealed that the monolayer structure exhibits a stronger piezoelectric coupling than the bulk wurtzite structured materials. Nevertheless, experimental evidence of the piezoelectricity of 2D MoS_2 has not yet been sufficiently provided although very recently few studies on the experimental observation of intrinsic piezoelectric properties of MoS_2 reported that the piezoelectricity from MoS_2 only exists when there are an odd number of layers in the 2D crystal. Here we report directional dependent piezoelectric effects in chemical vapor deposition (CVD) grown monolayer MoS_2 using lateral piezoresponse force microscopy (PFM) measurements. In addition, it was found that the piezoelectric power output from piezoelectric nanogenerators (NGs) fabricated with monolayer MoS_2 is strongly dependent on the MoS_2 atomic orientation along either armchair or zigzag direction, which further confirms that the magnitude of the piezoelectric polarization in monolayer MoS_2 significantly depends on the atomic orientation axis of MoS_2.

P1-S42-16 Epitaxial Growth of Large-Area Monolayer Single-crystalline Graphene by CVD

CVD를 통한 대면적 단층 단결정 그래핀의 에피텍시 성장 법

Hyung-Kyu Lim*, Sang-Hoon Lee, Bum-Jun Kim, Kwan-Woo Kim, Nasir Tuqeer, Ik-Jun Choi, Byeong-Ju Jeong, Min-Ki Son and Jae-Young Choi. *Sungkyunkwan University*

Graphene, with its excellent physical and chemical properties, has been studied from 2004 to the present and will continue to research its development. Because of its excellent properties, it is used in various electronic devices. However, when defects such as dots, lines, and faces are present, the properties of graphene are greatly degraded. As a method of synthesizing large-area graphene, epitaxial growth of silicon carbide, CVD growth on a metal substrate, and metal assisted precipitation method have been introduced. Unfortunately, So far, most of the large-area graphene developed are polycrystalline, and due to the grain boundary which interferes with the movement of electrons, it is difficult to synthesize graphene with good properties . Therefore, synthesis of single-crystal graphene on a large area is a challenge that must be solved in commercialization of electronic materials with superior properties in the future. In this study, we will discuss single-crystal graphene synthesis based on epitaxial nucleation from a large-area copper substrate recrystallized from a poly-crystal to a single-crystal. We will also discuss the synthesis of monolayer graphene without a double layer in a single crystal.

P1-S42-17 Defect-free Graphene Transfer by Plasticized-polystyrene

가소화 폴리스타이렌에 의한 결함없는 그래핀 전사

Nasir Tuqeer*, Kim Bum Jun, Lee Sang Hoon, Kwan-Woo Kim, Hyung Kyu Lim, Jae-Young Choi. *Sungkyunkwan University*

Since the discovery of graphene in 2004, many approaches to synthesize large-area graphene have been developed.[1] Chemical vapor deposition of graphene on transition metals have paved the way in large scale synthesis. However, CVD Graphene needs to be transferred from growth material i.e transition metals to appropriate substrate like SiO_2 for required applications. Here we report a new material combination of Plasticized-Polystyrene to address major challenges and drawbacks of using polymer support layers for wet transfer of graphene film from transition metals to arbitrary substrates. Our work focuses on removing active bonding links from support material to avoid any unwanted bonding with graphene and residues, improve mechanical properties and flexibility of support film by introduction of plasticizer material to withstand stresses and surface tension of liquid during wet transfer and roll to roll transfer. Making this method viable for clean and efficient transfer of continuous graphene films.

P1-S42-18 Properties of Hybrid Materials by Graphene and Carbon nanotube Coated Aluminum

그래핀과 탄소 나노튜브가 코팅된 알루미늄 복합재의 물성

황진욱[1]*, 김우식[2], 도환수[2], 김혜영[2], 남상용[1]. [1] *경상대학교*, [2] *한국세라믹기술원*

Graphene and carbon nanotubes (CNTs) had been used for increasing properties of various composite materials such as carbon fiber, cupper and polymer based composites. To improve the properties of

composite, dispersion of nano materials is very important in matrix material. We fabricated the nano materials coated metal hybrid compound uniformly by self assemble process. Graphene oxide (GO) and CNTs are dispersed solution was prepared by sonication, and surface functionalized aluminum was fabricated by several chemical reactions. The compounds are sintered under continous pressure and the remaining functional groups on the Al-GO with spark plasma sintering (SPS). Then the materials are heated under the melting temperature in tube furnace for stablization. The composites morphology and presence of carbon materials on the surface are observed through scanning electron microscopy (SEM). Also Al composites are analyzed to identify the wavelength of carbon bonding at the surface by Raman and IR spectroscopy. Then some of mechanical properties are measured of the samples about density and hardness.

P1-S42-19 Indium Gallium Zinc Oxide (IGZO) Thin-film Transistor Operation based on Polarization Effect of Liquid Crystals from a Remote Gate

액정 분극을 이용한 Indium Gallium Zinc Oxide (IGZO) 박막 트랜지스터

김명언*, 이준형, 김정주, 허영우, 이상욱. *경북대학교*

This research presents a new field effect transistor (FET) by using liquid crystal gate dielectric with remote gate. The fabrication of thin-film transistors (TFTs) was used Indium tin oxide (ITO) for the source, drain, and gate electrodes, and indium gallium zinc oxide (IGZO) for the active semiconductor layer. 5CB liquid crystal was used for the gate dielectric material, and the remote gate and active layer were covered with the liquid crystal. The output and transfer characteristics of the LC-gated TFTs were analyzed and the hysteresis and temperature effects were also investigated.

P1-S42-20 Wafer-Scale Homogeneous Growth of Monolayer Tungsten Dichalcogenides Using Metal-Organic Chemical Vapor Depostion

유기금속 화학기상 증착 방법을 이용한 단일층 텅스텐 칼코겐 화합물의 대면적 균일 성장

강희성. *고려대학교*

Atomically thin transition metal dichalcogenides (TMDCs) have recently attracted tremendous scientific and technological interests as an emerging semiconductor because of their exceptional electrical and optical properties. For practical device applications, the wafer-scale homogeneous growth of high-quality TMDCs is surely required. To date, thermal chemical vapor deposition (CVD) methods by sublimation of solid powder precursors have been widely utilized for the large-area growth. Although those processes produced the TMDCs layers with large grain sizes of a few hundred microns, the uniform growth of TMDCs over a wafer scale still remains unsolved. In this research, we present the wafer-scale growth of monolayer tungsten dichalcogenides using metal-organic chemical vapor deposition (MOCVD). The nucleation density and grain sizes of crystalline tungsten dichalcogenides could be precisely controlled by modulating the various growth parameters. As a result, monolayer WSe_2 and WS_2 were grown uniformly on a 2-inch SiO_2/Si wafer. We investigated the optical properties of MOCVD-grown films through photoluminescence (PL), Raman spectroscopy, and confirmed that they have high optical quality which is comparable to that of the exfoliated counterpart. In addition, we have successfully demonstrated that the epitaxial WSe_2/WS_2 hetero-bilayer can be grown by the sequential growth. Furthermore, we will discuss the electronic and optoelectronic device applications of MOCVD-grown TMDCs and their heterostructures.

P1-G5-1 The Influence of Nano-TCP and Micro-TCP Powders for the Hardening Strength of Calcium Phosphate Cement

나노 TCP 분말 및 마이크로 TCP 분말의 인산칼슘골시멘트의 경화강도에 미치는 영향

장명철[1*], 김병기[1], 김영모[2], 이청천[3]. *[1]군산대학교, [2]셀바이오, [3](주)지에스엠트*

인산칼슘계 골시멘트는 강도값이 낮아 임상시술에 아주 소량만 사용되어오다가 강도증가 임상용 골대체제로 사용되어오고 있음. 본 연구발표에서는 순수한 인산칼슘을 위주로 하는 무기질 골시멘트의 경화반응에 의한 기계적 강도특성변화를 연구발표하고자 함이 목적임. 일반적으로 알려져 있는 상업용 인산칼슘 골시멘트 배합비를 기준시료(reference sample) 조합으로 하여 주 원료인 베타형 TCP (TtriCalcium Phosphate 삼인산칼슘)의 습식합성으로 나노 분말 및 마이크로 분말 공정을 확립하였으며, 기타 분말로 MCPM [Mono Calcium Phospohate Monohydrate], DCPA [Dicalcium Phospohate], $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ [석고], PolyP[Polyphosphate 과인산]로는 상업용 원료를 사용하여 배합하였음. 결과로 나노 TCP, 마이크로 TCP 분말 각각에 대해 PolyP 양 및 반응시간에 따른 골시멘트 시편의 강도변화 패턴을 조사분석하였음. 시편제작을 위해 치과 및 정형외과에서 사용하는 바울에서 원료분말을 혼합한 후 polyP 수용액을 주사기로 넣으면서 비벼 이를 금형(직경 14 mm)에 채워넣고 하중을 올려놓은 채로 0 분에서 10분 간 경화시키고 400 Kg, 1분간 일축가압성형 한 후 탈형하여 강도를 측정하였음. 강도측정기로는 만능시험기[대산ENG 멀티], 미세조직분석 [FESEM], 나노분말 마이크로분말 슬러리 조직 분석[올림프스 X-51 생물 역전현미경 x400], XRD 분석 등을 하였음.

P1-G5-2 Characterizations of Bio-ceramic Coatings Fabricated by Aerosol Deposition for Dental Brace Brackets

치아교정 브라켓을 위해 Aerosol deposition으로 제작된 바이오 세라믹 코팅의 특성

조명연[1*], 김익수[1], 김원중[1], 이동원[2], 오종민[1]. *[1]광운대학교, [2]한국산업기술시험원*

I nterests in bio-ceramics that can restore or enhance body functions has increased to improve the quality of personal life and minimize the economic burden. Moreover, the bio-ceramics are suitable for applications of dental ceramic brackets, and commonly the indentations or recessions which were formed by the bio-ceramics on the brackets can improve mechanical interlocking between bracket and teeth. However, most of conventional processes for making the indentations or recessions required high-temperature heat treatment, which lead to biological performance degradation due to a lot of cracks in the films. On the other hand, the thermal stress and operation cost can be reduced by using aerosol deposition (AD) process, which enable to fabricate dense and crack-free ceramic coatings at room temperature. In this study, we fabricated four types of bio-ceramic coatings on sapphire brackets by the AD process and investigated their

deposition characteristics and mechanical properties for application in dental brace bracket.

P1-G5-3 Fabrication of Dental High Density Zirconia Sintered Body and Evaluation of Mechanical Properties

치과용 고밀도 지르코니아 소결체 제작 및 기계적 특성 평가

차재민*, 이정우, 김성혁, 심승언, 오택호, 윤창번. *한국산업기술대학교*

치과용 지르코니아 소재의 고밀도 소결체 제조 및 기계적 평가를 하였다. 상용의 지르코니아를 0.5 ton의 압력을 가해 10분 동안 일축가압성형을 하고, 2000 bar에서 30분 동안 냉간등압축성형을 하여 원형 디스크 형태의 지르코니아 그린바디를 제조하였다. 지르코니아 펠렛을 1450도에서 3시간 동안 열처리하여 고밀도 지르코니아 소결체를 제조하였다. 아르키메데스방법으로 밀도를 측정한 결과 99%로 측정되었다. 기계적 물성평가를 위해 글라인딩 및 폴리싱 공정을 진행하여 시료 표면을 가공하였고, 마이크로 비커스경도계를 사용하여 소결체의 경도를 측정한 결과 1527 MPa로 측정되었다. 파괴인성을 평가하고자 이축굽힘강도 테스트를 한 결과 굽힘강도가 1366 MPa로 측정되었다. 결과적으로 소결밀도 99%, 경도 1527 MPa, 굽힘강도 1366 MPa의 특성을 가지는 고밀도 지르코니아 소결체를 제작하였고, 이는 치과용 재료로서 매우 적합한 특성으로 보인다.

P1-G5-4 Preparation of Pigment Materials for a Chemical Indicator used in Steam Sterilization

증기 멸균 확인용 인디케이터를 위한 안료 물질의 합성

김태희*, 박경봉. *안동대학교*

Sterilization is a process designed to remove or destroy all viable forms of microbial life. Various indicators are used to indicate that the sterilization process has worked as planned. Quick-reading indicators that produce color changes only when exposed to moist heat or ethylene oxide plus moisture, as planned, are mostly chemical indicators. The pigment materials separated from imported indicator inks for steam sterilization were identified as PbS_2O_3. Pigment materials for indicators used in steam sterilization, PbS_2O_3, were synthesized from the mixed batch solutions with various ratios of lead nitrates and sodium thiosulphates. The particle shapes and lead-sulfur ratios of the synthesized products were investigated. And the influences of pH on the synthesis of PbS_2O_3 pigment for indicator inks in steam sterilization were investigated.

P1-G5-5 Mechanical Properties and in vitro Test of Bioactive Glass Fabrics

직물화한 바이오글라스의 기계적 특성 및 in vitro 시험

박제원[1*], 나혜인[1], 최성철[2], 김형준[1]. *[1] 한국세라믹기술원, [2] 한양대학교*

Calcium phosphate ceramics have to have a porous body for bioactivity as well as strong strength for tissue engineering, simultaneously**.** However, it is a physical contradiction that porous ceramics has the high strength. Bioactive glasses provide superior bone conduction and bioactivity. It can also deliver cells and be biodegradable. In order to overcome the previous contradiction, we suggest bio glass fabrics to weave glass fibers. Glass fabrics have porosity, strength and toughness because it was made by glass fibers. The glass used bioglass 45S5 (45 wt% SiO_2, 24.5 wt% CaO, 24.5 wt% Na_2O, 6.0 wt% P_2O_5). Young"s modulus, tensile strength, fiber diameter, and fracture deformation of bioglass fabric were measured. In-vitro test was conducted in SBF (Simulated Body Fluid) solution. The density of glass was measured at 1.6 to 2.0 g/cm^3. The tensile strength, Young"s modulus and fracture deformation of the fibers were measured at 767.47 MPa, 49.14 GPa and more than 1% respectively. As a results, the glass fibers can bend easily and glass fabrics have porous body. Therefore, bioglass fabrics can overcome the contradiction, which porous ceramics has the high strength for tissue engineering.

P1-G5-6 Lamellar Structure of Polymer Infiltrated Ceramic Networks Prepared by Freeze Casting

라멜라 구조로 고분자 함침된 세라믹 동결주조 복합체 연구

김동규*, 정욱기, 김도경. *KAIST*

Polymer infiltrated ceramic networks (PICNs) are considered to be the main material of dental prostheses. PICNs are easier to mill and adjust, and have higher damage tolerance because of their approximately 50% lower elastic modulus compared to dental porcelains. PICNs have been actively used for CAD-CAM systems in dentistry that are used exponentially because of high productivity and aesthetic impression. PICNs are based on initial sintering of a ceramic powder to 70~75% of its theoretical density, followed by infiltration with polymer systems. The polymer channels are formed randomly depending on the shape of the pore and change the mechanical properties of the PICNs. Freeze casting is a fabrication method used to make porous ceramics. If slurry used for freeze casting is cooled in one direction, ice crystals grow continuously along the cooling direction, finally provide lamellar pore. Lamellar structure has a high mechanical strength because of the slow crack propagation. In this study, to achieve high mechanical strength, porous yttria-stabilized zirconia was fabricated to have lamellar pore channels by using freeze casting. The optimum condition of polymer infiltration behavior was determined by changing curing temperature and sintering temperature of yttria-stabilized zirconia. The morphology of fabricated PICNs are characterized by using scanning electron microscopy (SEM). The mechanical strength of the composites is measured by using 3-point bending test.

P1-G5-7 Development of Immunoaffinity Biosensors based on Microelectrodes

마이크로 전극 기반 면역친화성 바이오센서 개발

이가연*, 박준희, 송지천, 변재철. *연세대학교*

A band-type microelectrode was made using a parylene-N film as a passivation layer. A circular-type, mm-scale electrode with the same diameter as the band-type microelectrode was also made with an electrode area that was 5,000 times larger than the band-type microelectrode. By comparing the amperometric signals of 3,5,3"""",5""""-tetramethylbenzidine (TMB) samples at different optical density (OD) values, the band-type microelectrode was determined to be 9 times more sensitive than the circular-type electrode. The properties of the circular-type and the band-type electrodes (e.g., the shape of their cyclic voltammograms, the type of diffusion layer used, and the diffusion layer thickness per unit

electrode area) were characterized according to their electrode area using the COMSOL Multiphysics software. From these simulations, the band-type electrode was estimated to have the conventional microelectrode properties, even when the electrode area was 100 times larger than a conventional circular-type electrode. These results show that both the geometry and the area of an electrode can influence the properties of the electrode. Finally, amperometric analysis based on a band-type electrode was applied to commercial ELISA kits to analyze human hepatitis B surface antigen (hHBsAg) and human immunodeficiency virus (HIV) antibodies.

P1-G5-8 Development of Capacitive Biosensor based on Vertically Paired Interdigitated Electrode (IDE)

파릴렌과 PEDOT:PSS를 이용한 적층형 캐패시티브 바이오센서 개발

박준희*, 이가연, 송지천, 변재철. *연세대학교*

A capacitive biosensor based on vertically paired interdigitated electrode (IDE) was developed for the non-labeled immunoassay. To improve the sensitivity of capacitive biosensor, this work focused on the fabrication of vertically paired IDE with nano-gap level distance between each electrodes and increase the number of pairs. In this work, vertically paired IDE was fabricated with 3 pairs (6 layered electrode) with a spacing of 500 nm between each electrodes for the detection of target molecules. Vertically paired IDE were fabricated by sequential layering with spin coating of 1) 200 nm PEDOT:PSS as a electrode, deposition of 2) 500 nm parylene thin film as a dielectric layer, 3) repeated 5 times previous steps and 4) patterning mask using photoresist. And then, active electrode area was exposed on the wall of the layered structure by RIE process. The exposed electrodes area were estimated by cyclic voltammetry analysis using potassium ferricyanide as a model redox couple. According to the increase the number of layer from 2, to 6 (1 to 3 pair), the electric charge increased such as 46.4 μC to 156.9 μC. The measured impedance was analyzed by using an equivalent circuit model which consists of the constant phase element (CPE_{el}), and a series medium resistance (R_s) with a parallel stray capacitance ($C_{Parylene}$). The Property of vertically paired IDE as capacitive biosensor was demonstrated using HRP as a model protein. According to the number of pairs from 1 to 3, the signal change increased 208.3 nF to 1310.5 nF at 1 Hz. From the analysis by using a model circuit of the vertically paired electrode, and the capacitance was estimated to be dependent on the adsorption of analytes between the electrodes. Finally, The capacitive biosensor based on vertically paired IDE used for the medical detection of influenza A.

P1-G5-9 Effect of Solid Loading on the Zirconia Slip-casting and Sintered Properties

고체함량이 지르코니아 주입성형 및 소결 물성에 미치는 영향

김대성*, 이종국, 김새열, 김정준. *조선대학교*

지르코니아 임플란트의 대부분은 성형 블록을 선반 가공한 후, 소결하여 제작되는데, 선반가공 과정에서 성형체 표면에 큰 균열을 발생되고, 이로 인하여 소결된 임플란트의 기계적 물성 및 신뢰성도 일부 낮아지는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 주입성형을 통하여 지르코니아 성형체를 제조한 후, 소결하는 공정을 통하여 표면 결함이 최소화된 고밀도의 지르코니아 시편을 제작하고자 하였다. 주입성형에 사용된 슬러리는 3Y-TZP 지르코니아 분말, 증류수, 분산제를 혼합하여 제조하였으며, pH 및 첨가되는 고체함량과 분산제를 사용하여 슬러리 점도를 제어하였다. 주입성형에 의한 고밀도 지르코니아 소결체 제조는 고체함량이 약 50-65 wt%에서 가능하였는데, 고체 첨가량 및 슬러리 점도에 따라 소결체 물성이 크게 변화하였다. 고체 첨가량이 증가함에 따라 슬러리 점도는 36.4cP에서 922cP까지 급격히 증가하였는데, 슬러리 점도가 낮으면 주입성형 시 유동성은 양호하나 성형밀도가 낮게 나타났고, 고체함량이 큰 슬러리의 경우 유동성이 낮아 완전한 형상의 성형체 제작이 어려웠다. 주입 성형체를 1500°C에서 2시간 소결한 결과, 모든 시편에서 6.00 g/cm^3 이상인 치밀한 소결체가 얻어졌는데, 그 중에서도 고체 첨가량이 60 wt%인 슬러리로 제작한 시편이 가장 높은 밀도인 6.07 g/cm^3를 나타내었다.

P1-G5-10 Synthesis of Silica Nanorods for Drug Delivery

약물전달용 실리카 나노로드의 제조

박성범[1*], Md Shahjahan kabir[2], 박용일[2]. [1]*동국대학교*, [2]*금오공과대학교*

고도의 규칙성으로 나열된 안정한 다공성구조, 넓은 비표면적, 높은 생체적합성 및 나노 크기 조절이 가능하고 기공을 갖는 다공성 실리카 나노로드는 독특한 구조적, 물리/화학적 특성으로 인해 다양한 약물의 전달체로서 응용가능성이 높다. 기존의 다공성 나노로드를 제조하는 공정은 나노 입자 합성에 이용되는 레이저 열분해나 원자층 증착 등을 포함하는 증기상 입자성장, anodizing 등의 합성 방식이 있으나 이러한 방법의 제조공정은 생체 친화성에 문제가 있고 공정시간, 값비싼 공정가격, 조성제어에 어려움을 가진다. 따라서 본 연구에서는 다양한 조성 제어가 가능한 졸-겔 공정을 통하여 공정변수 제어(물, 촉매, 용매)를 통하여 균일한 나노 기공을 구현하고 열처리 온도에 따른 생분해성을 조절하여, 넓은 비표면적과 높은 기공률을 가지는 생체적합성 실리카 나노로드를 제조하여 특성을 분석하였다. 또한, Sodium silica glass 조성을 통하여 Na_2O함량의 조절을 통해 말단그룹을 형성시켜 Si-O-Si 결합 안정성을 감소시켜 인체내에 용해도를 증가시킨 실리카나노로드를 제조하여 특성을 비교 분석하였다.

P1-G5-11 A General Strategy for Depositing Nanoparticles onto Paper Substrates with Exceptional Redispersibility, Stability, and Functionality

종이 기판 위에 나노입자를 높은 재분산성, 안정성, 기능성이 유지될 수 있도록 건조 및 보관하는 일반적인 방법

조희훈*. *성균관대학교*

When nanoparticles (NPs) are dried on a paper substrate, they generally suffer a serious loss of redispersibility, stability, and functionality. By passivating 13 nm gold nanoparticle (AuNP) surface with stabilizing agents and treating the paper substrate with both bovine serum albumin and sucrose after applying a hydrophobic coating of polyvinyl butyral, it was possible to fully redisperse (~100%) dried AuNPs from the substrate with colloidal stability comparable to that of as-prepared AuNPs. Furthermore, once the AuNPs were physically stabilized with polyvinylpyrrolidone, they could react with thiol-containing compounds such as 1,4-dithiothreitol (DTT), resulting in a AuNP-aggregation-induced color change from red to blue. Taking advantage of the oxidatio of hypochlorous acid with DTT, it was possible to demonstrate paper-based colorimetric sensor for detection of residual chlorine in water with a tunable

dynamic range. Since this strategy is applicable to large sized AuNPs (30 - 90 nm), silver nanoparticles, oleic acid-capped magnetic NPs, and cetrimonium bromide-passivated gold nanorods, it can be used as a general platform for diverse NPs requiring long-term storage in their applications.

P1-G5-12 Aesthetic Coloring of Ni-Ti by Oxidation Treatment for Orthodontic Wires

치열교정용 와이어인 니켈-티타늄의 산화처리를 통한 심미적인 색상 특성평가

배재섭*, 김석영. *영남대학교*

The color of orthodontic wire is one of the most aesthetic factors to be considered in current dental treatment. A shape memory alloy (Ni-Ti wires) is widely used for the tooth correction in dentistry due to its shape memory effect. However, the color of the NiTi is one the most obstacle for wide application. For the coloring of NiTi alloys, various studies such as anodizing, surface coating, etc., were tried. However, several problems were occurred such as the mechanical strength lowering due to high temperature treatment of NiTi, the color change due to the corrosion as the time passes. In this study, the aesthetic color of NiTi was obtained by the oxidation at the relatively low temperature. The oxidation carried out in the temperature range between 300 to 500°C. The color of NiTi obtained at various temperatures and conditions was measured using colorimetry and evaluated in terms of the fraction of oxide phases.

P1-G5-13 Improvement of Surface Roughness by Room Temperature Spray Coating on Zirconia Substrate

상온분사코팅을 이용한 지르코니아 기판의 표면 조도 향상

김형진*, 이종국. *조선대학교*

지르코니아는 고강도, 내 마모성 등 우수한 기계적 물성과, 내 부식성, 무독성 등 생체 친화적 성질을 가지고 있다. 또한 높은 굴절률 및 투광성으로 인하여 광학적으로 우수한 심미성도 가지고 있어 치과용 임플란트 소재로 각광을 받고 있다. 그러나 기계가공 및 소결공정으로 제작된 치과용 임플란트의 경우 표면이 평활하여 세포의 부착성이 떨어지고, 이로 인하여 골 결합이 약하게 형성되는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 평활한 지르코니아 표면의 단점을 보완하기 위하여, 상온 분사공정을 이용, 지르코니아 기판 위에 지르코니아 분말을 코팅시켜 표면거칠기를 증가시키고자 하였다. 출발원료 분말의 크기에 따른 코팅층의 물성을 비교하였으며, 코팅 횟수를 반복하여 코팅층의 두께에 따른 표면조도의 변화를 분석하였다. XRD와 SEM을 이용하여 코팅층의 상분석 및 미세구조를 관찰하였으며, AFM을 이용하여 표면 형상을 관찰하였다.

P1-G5-14 Comparative Study on the Characteristics of OCP Synthesized with Various Calcium Salts

다양한 칼슘 염으로 합성 된 OCP의 특성에 대한 비교 연구

허지안*, 김석영. *영남대학교*

Calcium phosphate materials (CaPs) are similar to inorganic part of human mineralized tissues (i.e., bone, enamel, and dentin). Due to their high biocompatibility, various CaPs, mainly hydroxyapatite (HA), have been investigated for their use in various medical applications. In the recent studies, non-apatitic CaPs such as octacalcium phosphate (OCP, $Ca_8H_2(PO_4)_6{\cdot}5H_2O$) get attention due to its fast bone regeneration with biodegradable property. This study was focused on the effects of various calcium salts in the synthesis of OCP. The calcium acetate, nitrate and chloride solutions were mixed by dropwise addition into phosphate solution at constant temperature (70, 80 C) for 30 minutes on hotplate in the range of pH (5.0~5.5) respectively. The purity and morphology of the synthesized OCPs were investigated in terms of Ca-source and process temperature. The highest purity of OCP was obtained in the calcium acetate added solution (about 99.6%) but the lowest purity in the calcium chloride added solution. In OCP morphology was changed with the Ca-source; calcium chloride showed the largest change with processing temperatures (70 C).

P1-G5-15 Preparation of Calcium Phosphate (BCP) via Wet Chemical Preparation from the Different Ca/P Precursor Ratios

이병우*, 홍일곡. *한국해양대학교*

Calcium phosphates, pure hydroxyapatite (HAp), β-tricalcium phosphate (TCP) and biphasic HA/β-TCP, were synthesized by a wet precipitation method. The calcium phosphates were synthesized using $Ca(OH)_2$ and H_3PO_4 aqueous solutions. The effects of the initial precursor Ca/P ratios, 1.4, 1.5 and 1.67, and the calcination temperatures on the phase evolution of the powders were investigated. The phase of resulting powder was controllable by adjusting the initial Ca/P ratio. HA was the only phase for as-prepared powders regardless of Ca/P ratios. The single HA phase was obtained for the initial Ca/P ratio of 1.67 throughout the entire heat-treatment temperatures ranging from 500°C to 900°C. For the powder synthesized from the initial Ca/P ratio of 1.4 and 1.5, the β-TCP phase has appeared in the pre-existing HA phase, after heat treated above 700°C. β-TCP and biphasic HA/β-TCP were synthesized at 900°C from the initial precursor Ca/P ratios, 1.4 and 1.5, respectively.

P1-G5-16 Development of Dental Glaze Enhanced Esthetics and Bonding Strength

결합력과 심미성을 증진시킨 치과용 glaze 개발

손시원*, 김준형, 김예나, 김성민, 임형봉. *(주) 하스*

현재 치과 보철 소재 시장에서는 심미성과 구강 내에서의 보존이 중요한 요소로 자리 잡고 있다. 보철물의 심미성을 높이는 치과용 소재는 매우 다양하며, 그중 치과용 glaze는 보철물의 표면에 광택을 내는 소재로서, 자연치와 유사한 광택을 부여하여 심미성을 높이고, 보철물의 강도를 증진시키는 역할을 한다. 하지만, 현 시장에서 사용되는 세라믹 glaze는 보철물과 물리적으로 결합하여 낮은 결합력을 보일뿐만 아니라, 구강 내에서 대합치 및 인접치와의 마모와 같은 문제점이 발생하고 있다. 이 연구에서는 보철물 재료 중 하나인 지르코니아와의 화학적 결합을 유도하여 결합력과 심미성을 증진시킨 glaze를 개발하고자 실제 임삼적 관점에서의 평가 및 지르코니아와 glaze간의 화학적 결합을 확인하였다.

P1-G5-17 Development of Adhesives Liner to Improve Bonding Strength between Dental Zirconia and Porcelain Veneer

치과용 지르코니아와 도재의 결합강도를 증진 시키기 위한 이장재 개발

김예나*, 임형봉, 김준형, 김성민, 손시원. *(주) 하스*

최근 치과 보철 소재 시장에서는 미적 욕구의 증대로 전치부 뿐만 아닌, 구치부에서도 높은 심미성을 요구하고 있다. 따라서 심미성과 동시에 높은 기계적 특성을 만족할 수 있는 소재의 개발이 필요

하게 되었다. 완전 도재 수복물은 금속 수복물에 비해 자연치와 유사한 심미성과 생체안정성을 가지고 있다. 완전 도재 수복물 중 지르코니아 전부 도재관의 경우 1200 MPa 정도의 높은 기계적 강도와 화학적 내구성, 내마모성을 가지고 있으나, 화학적으로 불활성하며, 심미적 특성 중 투광성은 다소 떨어지는 단점이 있다. 이러한 심미성을 보완하기 위해 투광성이 높은 세라믹 도재를 지르코니아 위에 가압주조한 결정화 유리 수복물이 제작되고 있다. 하지만, 지르코니아와 세라믹 도재 간에 열팽창계수 차이와 낮은 젖음성으로 도재층이 벗겨지거나 균열이 생기는 등의 임상 적용 실패가 빈번히 발생 되는 실정이다. 본 연구에서는 지르코니아와 세라믹 도재 간에 강한 결합력을 위해 화학적 결합을 유도하는 세라믹 결합제를 개발하고자 한다. 또한 열 접합에 따른 지르코니아와 세라믹 결합제 간 전단 결합 강도를 측정하고 미세구조 및 성분분석을 통해 화학적 결합 메커니즘을 규명하고자 한다.

P1-G5-18 Particle Size Control of Vermiculite for Master Batch Application

마스터배치 적용을 위한 버미큘라이트의 입도제어

조선복[1*], 장정호[2], 황해진[1]. *[1]인하대학교, [2]한국세라믹기술원*

본 연구에서는 마스터배치에 세라믹 재료 버미큘라이트의 적용을 위한 입도제어를 목표로 하였다. 마스터배치는 기본 플라스틱 원료와 첨가제를 고농도로 농축하여 분산시켜 놓은 펠렛 모양의 원료이다. 첨가제로써 버미큘라이트를 사용하였으며 버미큘라이트는 열을가하면 팽창하는 성질과 불연성이며 다공질로서 널리 이용되고 있다. 마스터배치에 첨가제를 적용시키려면 첨가제의 균일한 분포와 크기가 필요하다. 세라믹 재료의 경우 입자의 분포가 다르게 되면 뭉침 현상이 생기게 되고 물품을 만들시 불량품을 만들게 된다. 입도를 제어하기 위한 방법에는 젯밀, 볼밀, 비드밀 등이 있으며 최종적인 미분을 만들 때 많이 사용되는 볼밀링을 하였다. 볼밀링은 10 mm직경의 질코니아볼과 질코니아 자를 사용하였고 조건으로는 시간과 볼의 무게(사용량)에 초점을 두었다. 총 6~24시간 밀링을 하였으며 11~16 μm의 입경 사이즈를 얻을 수 있었다. SEM분석과 PSA분석을 통하여 입도분포와 크기를 확인하였다.

P1-G5-19 Effects of Water Contents on Ball-mill Pretreatment and Enzymatic Digestibility of Corn Stover

구양모*,이진형. *한국세라믹기술원*

Lignocellulosic biomass pretreatment impacts saccharification and subsequent biological conversion to biofuels. The effects of four quantity of water inputs, 0, 25, 100, and 400%(w/w) on ball mill pretreatment of corn stover and enzymatic hydrolysis were studied under two milling temperature and three milling times (temperature of 80 and 100°C, milling time of 10, 20, and 30 min). The ball mill pretreatment caused reduced corn stover particle production and disruption of a rigid cell wall matrix. Changes of corn stover were analyzed by using size distribution and mean diameter depending on milling temperature and time. Milling with 0%(w/w) water input quickly grind corn stover. After 30 min of milling, the milling with 400%(w/w) water input produced smaller size of corn stover than other water input conditions. At 80°C milling temperature, the water input of 0 and 400% led the production of smaller size corn stover than the samples milled at 100°C. The highest glucose yield was obtained from the sample milled at 80°C for 30 min with no water input; 67.0% of glucose yield. The effect of milling time on glucose yield was investigated depending on water input. The corn stovers milled with 0 or 25%(w/w) water input showed higher glucose yield when milled at 80°C while, for the samples milled with 100 or 400%(w/w), higher glucose yield was obtained when milled at 100°C. Finally, several ball mill conditions were proposed to construct a combinational pretreatment process based upon the results obtained in this study.

P1-G5-20 Preparation and Characterization of Polymer-infiltrated Leucite Ceramics for Dental Restorations

치아수복용 루사이트/고분자 복합체 제조 및 특성평가

이득용[1*], 신지연[1], 노정원[1], 이성은[1], 김배연[2]. *[1]대림대학교, [2]인천대학교*

Polymer-infiltrated leucite ceramics (PILs) were prepared by monomer infiltration into porous leucite preforms and subsequent polymerization by varying the silane concentration in the range of 1% to 20% to investigate the effect of silane concentration on mechanical properties of the PILs. The optimized hardness, the strength and the fracture toughness of 99.5 Hv, 271±10 MPa and 3.74±0.11 MPa·$m^{1/2}$ were observed for the PILs having a silane concentration of 14%. However, they started to decrease when the silane content was raised more than 15%. The fracture mode was changed from intergranular to transgranular fracture across the ceramic particles with increasing the silane content. Most of the crack energy were dissipated by passing through the ceramic particles rather than through the polymer. The PILs exhibited no evidence of causing cell lysis or toxicity regardless of silane concentration, implying that the PILs are clinically suitable for use as dental restorations.

P1-G5-21 Effect of the Preparation of Granules and Pastes on the Injection Behavior of Brushite Bone Cement

과립 및 페이스트 제작 조건이 Brushite Bone Cement의 주사 배출 특성에 끼치는 영향

오경식*, 조현호. *안동대학교*

인산칼슘계 시멘트는 Kypoplasty와 같은 치료 과정에서 주사장치를 통해 환부에 적용된다. 이때 본시멘트는 페이스트 상태에서 가느다란 관을 통해 배출되어야 하며 우수한 주사성(Injectability)을 가져야 한다. 본 연구에서는 400 MPa에서 10 ml/min의 속도로 12초 만에 주사기에서 배출하면서 탑재된 양 대비 배출된 양을 측정하여 주사성을 평가하였다. 주사성은 Brushite시멘트의 출발물질 중 β-TCP의 상태에 따라 크게 변화하였는데 본 연구에서는 선행 연구를 통해 드러난 두 가지 중요 변수를 최적화하여 주사성을 평가하였다. 우선 1150도에서 열처리한 β-$Ca_3(PO_4)_2$ 과립을 전체 β-$Ca_3(PO_4)_2$ 중에서 70% 함유하도록 하였으며 아울러 페이스트 제작 중 $Ca(HPO_4)_2H_2O$와 $CaSO_4 1/2H_2O$를 먼저 경화액에 혼합하여 주사율의 변화를 평가하였다. 이렇게 제작된 경화체의 밀도과 기공율을 평가하고 상분석을 통하여 새로운 제작 조건이 시멘트 활용에 미치는 영향을 분석하였다.

P1-G5-22 Synthesis and Characterization of Iron Substituted Beta-tricalcium Phospahte

Fe 이온 치환 인산 칼슘 포스페이트의 합성 및 특성평가

유경현*, 김용준, 김현진, 장영근, 윤석영. *부산대학교*

The aim of this study was synthesis Fe ions substituted β-TCP and invesigate the effects of Fe ions on the physical and chemical properties. Enhancing the osteoconduction properties is important for temporary medical device. Some studies synthesized iron doped β-

TCP due to its cell affinity property. However, the mechanism of synthesis Fe-substituted β-TCP is not yet clearly known in structural analysis. In this study, The Fe ions substituted β-TCP powder were synthesized by co-precipitation method with different contents. Crystal structure and thermal properties of Fe- substituted β-TCP were investigated by using X-ray diffraction combined with rietveld refinement analysis and differential thermal analysis (DSC) to compare the effects of substituted elements on β-TCP.

P1-G5-23 Synthesis and Biocompatibility of Synthetic Bond Graft for Dental Restorations

치아수복물용 합성골이식재의 제조 및 생체적합성

신지연*, 김도연, 이득용. *대림대학교*

Biphasic calcium phosphate (BCP) bone grafts were successfully synthesized using the 45 ppi polyurethane sponge coating method. XRD results revealed that the BCP scaffolds were mainly composed of hydroxyapatite and *β*-tricalcium phosphate (*β*-TCP). As the number of BCP coatings increased from 1 to 5, the pore size and the wall size decreased from 480 ± 93 μm to 306 ± 120 μm and increased from 104 ± 25 μm to 186 ± 40 μm, respectively. The BCP scaffolds coated once, twice, three times, four times and five times, exhibited average cell viability of 106%, 109%, 114%, 107%, and 93%. The BCP scaffolds showed no evidence of causing cell lysis or toxicity. In addition, the cell proliferation results suggested that L-929 cells adhered well to the BCP scaffolds and proliferated continuously with increasing time, indicating that the BCP powders are highly applicable to the synthetic bone grafts.

P1-G6-1 Analysis of Working Group Activities of ISO/TC 160, 163

국제표준화기구(ISO) 건물용유리(TC160), 건축물 환경에서의 열성능 및 에너지 사용 분야(TC163) 활동 분석

이양수[1]*, 권순동[2], 이승률[2]. *[1]성균관대학교, [2]기계융복합기술연구조합*

21세기 들어와서 전 산업에서 에너지 절감이 빅트렌드 중의 하나로 부각됨에 따라, 기능성 유리에 대한 산업 시장은 성장중에 있다. 이러한 기능성 유리는 외부에서 유입되는 태양광의 투과율을 임의로 조절하여 실내의 온도 상승을 억제하거나 상승시켜서 냉방이나 난방에 사용되는 에너지손실을 줄이거나 에너지 효율을 향상시켜 사용자에게 쾌적한 환경을 제공하는 기능을 제공하는 윈도우를 지칭한다. 기능성 유리는 새로의 소재의 개발과 새로운 양산방식에 따른 품질평가 방식이 발생하게 되고, 이러한 부분의 신뢰성을 확보하는 방법의 핵심요소가 각 분야에 대한 표준화이다. 따라서 각 국은 자국의 표준뿐만 아니라 국제협력을 통한 국제 표준 절차 제정에 많은 노력을 기울이고 있다. 국제표준화 기구의 기술위원회인 ISO TC 160(건물용 유리)산하에는 SC1은 “Product considerations” 이며, SC2는 Use considerations"에 관련된 표준을 추진하고 있으며, TC163(건축물 환경에서의 열성능 및 에너지 사용 분야) 산하에는 SC1은 “Test and measurement methods”이며, SC2는 Calculation methods" SC3는 “Thermal insulation products” 관한 표준을 추진중에 있다. 본 발표에서는 위 TC에 대한 국제표준화 현황을 소개 함으로써 기능성 유리 관련 표준 활동 분석 및 향후 방향성을 제시 하고자 한다.

P1-G6-2 A Study on the Correlation of Physical Properties According to ta-C Coating Layer Thickness

ta-C 코팅층 두께에 따른 물성들의 상관관계에 대한 연구

김효준[1]*, 최다현[1], 이희신[2], 장규범[2], 이선영[1]. *[1]한양대학교, [2](주)네오티스*

드릴 비트를 이용한 절삭 공정 시, 자르는 물질과 접촉이 일어나면서 연속적 마모가 일어나며, 마이크로 크기의 비트 수명은 급격히 줄어들게 된다. 이와 같이 마이크로 드릴 비트의 내마모성을 향상시키기 위하여 Diamond like carbon (DLC) 코팅을 도입하고자 한다. DLC는 amorphous한 carbon의 한 종류로 다이아몬드의 특정한 특성을 가지는 물질로써 코팅하면 비트의 표면의 경도를 향상시켜 마모에 대한 저항이 줄어든다. 이런 우수한 특성을 가지는 DLC코팅의 종류 중에서도 ta-C (tetrahedral amorphous carbon)는 수소를 포함하지 않는 비정질 탄소계 경질 박막으로, 탄소 원자의 amorphous구조에서는 수소 없이 치밀한 막으로 경도가 높은 장점이 있다. 또한, 박막을 구성하는 sp3 결합의 비율은 40% ~ 80%의 범위 내에서 조절이 가능하기 때문에 경도 정도를 설계할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 마이크로 비트에 ta-C 코팅의 두께를 조절함으로써 경도, 박리, 코팅의 밀착력 정도에 따른 비트의 품질에 영향을 미치는 요소들과의 상관관계를 파악하는 연구를 진행하고자 한다. SEM분석을 통하여 비트에 코팅된 두께를 측정하고, 스크래치 테스트를 통해서 박리가 일어나는 물리적 수치를 구할 수 있다. 이와 같이 두께에 따른 물성의 상관관계를 비교함으로써 코팅에 대한 두께 최적화를 진행하고자 한다. 따라서 최적 조건의 ta-C 코팅 두께가 적용된 비트에 대하여 접촉 마찰력을 낮춤으로써 마모에 대한 저항이 줄어들어 비트의 가공 품질, 가공 수명이 향상된 효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다.

P1-G6-3 Study on Luminscent Properties of Phosphor-in-glass (PiG) for Various Phosphor Contents

형광체 함량에 따른 형광체 담지 유리의 형광특성 변화 연구

이우철*, 류지승, 정홍채, 양현경. *부경대학교*

Since light emitting diodes (LEDs) have been widely investigated, high power LEDs and laser diodes (LD) based light source become a next generation light source in illumination and display applications. A commercial method to generate white emission is combination of GaN LED emitting blue and yellow phosphor (YAG:Ce^{3+}). The yellow phosphor coated on a blue LED as a shape of film or encapsulation that consists of phosphor and epoxy. However, epoxy is not applicable to high power LED and LD due to thermal degradation of epoxy. From this reason, the Phosphor in Glass (PIGs), kind of remote phosphor, has been reported due to their thermal stability.

In this study, we fabricated the the PiGs using glass-fusing technique with domestic microwave oven. The PiG consist of a common soda-lime glasses and YAG:Ce phosphor was fabricated. In order to characterize the effect of (1) microwave radiation energy and (2) weight ratio between glass and yellow phosphor, microscopic observation, luminescent property and thermal stability are discussed.

P1-G6-4 The Study of Dy_2O_3 doped Glass System for Laser Sealing of Dye-Sensitized Solar Cell Module

김소영[1]*, 최주현[1], 박준[1], 김선훈[1], 김진혁[2]. *[1]한국광기술원, [2]전남대학교*

Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC) module have been actively studied because of low cost and transparent. In fact, DSSC module had lower

efficiency than that of a silicon solar cell and had a problem of electrolyte leakage. Recently Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC) has become interested again as the novel perovskite materials were applied to DSSC module to improve the efficiency.

Laser sealing in local areas of sealing methods has been intensively studied to improve the reliability of DSSC module. However, glass frit material, which is to be transparent and has good absorption efficiency in the infrared region for laser sealing, has been not diversely developed.

Therefore, we developed Dy_2O_3 doped glass materials and evaluated the optical, thermal, and thermo-mechanical properties. It was observed that Dy_2O_3 doped glass materials showed the transparence of above 77.5%. They had absorption peaks around 800 nm and 900 nm, which became deeper with increase of the concentration of Dy_2O_3. The glass transition temperature and coefficient of thermal expansion were not mainly affected because of the concentration of Dy_2O_3.

Considering those results obtained above, Dy_2O_3 doped glass systems shows the potential candidate for laser sealing material in order to improve the reliability of Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC) module.

P1-G6-5 Plasma Resistance of $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ (CAS) glass under Fluorocarbon Plasma with Ar^+

Fluorocarbon와 Ar^+ 가스 플라즈마에 대한 $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ (CAS) 유리의 내플라즈마성

나혜인[1*], 박제원[1], 최성철[2], 김형준[1]. *[1] 한국세라믹기술원, [2] 한양대학교*

The plasma resistant glass is a new material which could be applied for dry etcher in semiconductor fabrication. In dry etcher, fluorocarbon and Ar gases plasma are used for developing a pattern of semiconductor, so high plasma resistant material, as Y2O3, has been required for etcher.

Recently, $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ (CAS) glasses also were known to be high plasma resistant and low cost. However, there is no research to optimize their compositions.

In order to optimize the CAS glass composition, Design of Experiment (DOE) was used with CaO 14~48, Al_2O_3 4.6~16, SiO_2 42.9~70 (mol%). The optimal composition of CAS glasses was obtained by Mixture Design of Minitab simulation.

All of glasses were melted at 1600°C and thermal property such as CTE, , and half sphere temperature were measured through TMA and High temp microscope. The plasma resistant properties of $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ glasses were estimated by dry etcher with mixed CF_4/O_2/Ar gases.

All CAS glasses etch rates were below 25 nm/min, which are lower than that of sintered alumina and sapphire. CAS glasses showed an improvement in the etch rate, which is 73% better than of sapphire. The optimized composition of CAS glasses is CaO 26.2, Al_2O_3 14, SiO_2 59.8 (mol%).

P1-G6-6 Compositional Change of Cd-S-Se Quantum Dot Embedded Glasses for Multi-Color Emission and Fabrication of White LED

다중 파장 발광을 위한 Cd-S-Se 양자점 함유 유리의 조성 제어 및 백색 LED 제조

한가람[1*], 허종[2], 정운진[1]. *[1] 공주대학교, [2] 포항공과대학교*

양자점은 이론적으로 100%에 이르는 우수한 색 변환 효율과 양자점 크기 조절을 통해 다양한 흡수 및 발광 파장의 구현이 가능하기 때문에 차세대 광학 소재로서 각광 받아왔다. 더욱이 엑시톤 천이에 의하여 발광 선폭이 작아 우수한 색 순도를 가진다는 장점으로 인해 고성능 디스플레이 또는 조명에 적용 및 개발이 진행되고 있다. 그러나, 대부분의 양자점은 습식-화학공정을 통해 콜로이달 형태로 제조되어 열적 및 화학적 안정성이 취약하고, 장기 내구성이 부족한 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 본 연구진에서는, 열처리를 통하여 유리 내에 Cd-S-Se양자점을 형성하여 우수한 열적 안정성 및 색 변환 특성을 가지는 양자점 함유 유리 (QDEG)를 제조하고 이를 이용하여 실제 백색 LED를 구현하여 보고한 바 있다. 그러나, 유리내 일정한 분포의 양자점 크기로 인해 발광 선폭이 비교적 넓고, 단일의 최대 발광 세기 파장을 가져 비교적 좁은 색 재현성 범위를 갖는다는 한계가 있다.

본 연구에서는, 유리 내의 Cd와 ZnS와 같은 출발 물질의 조성 제어를 통해 양자점의 형성을 제어하여 동일 열처리 조건에서 녹색 또는 적색 파장 등 발광 파장의 조절이 가능한 양자점 함유 유리소재를 제조하였다. 다중 파장의 발광이 가능한 QDEG 소재 제조를 위해 각각 발광 파장이 다른 유리 소재를 접합하여 백색 LED구현을 시도하였다. 양자점 함유 유리 소재는 통상적인 용융 냉각법을 이용하여 제조되었으며, 동일한 조건의 열처리 후 흡수 및 발광 스펙트럼을 통해 양자점의 변화를 확인하였고, XRD 및 Raman 분광 분석을 이용하여 미세구조를 확인하였다. 적분구를 이용하여 접합된 양자점 함유 유리 소재의 색 변환 효율, 색 좌표, 연색지수 등을 확인하였다.

P1-G6-7 Photoluminescence of Silicate Glass doped with CuO, In_2O_3 and ZnS under UV-illumination

UV 여기광에 의한 CuO, In_2O_3 및 ZnS가 첨가 된 규산염 유리의 발광 특성

박경대*, 한가람, 정운진. *공주대학교*

양자점 (QD)은 exciton Bohr 반경보다 작은 반도체 나노 입자로서, 이론적으로 100% 에 이르는 높은 양자 효율을 가질 수 있으며, 크기에 따라 쉽게 색을 바꿀 수 있는 장점이 있다. 이에 따라 CdS 및 CdSe와 같은 Cd 기반 QD가 가시광 영역에서의 발광 특성과 높은 효율로 인해 많은 연구가 수행되었으며, 특히 청색광을 녹색 또는 적색 발광으로 변환시키는 LED 및 디스플레이 분야에 활발하게 응용되어 왔다. 그러나 최근 RoHS 규제로 인해 Cd가 함유되지 않은 QD가 연구되어 상용화되었으며, 특히 ZnS, InP 또는 $CuInS_2$ 등을 기반으로 한 QD가 폭넓게 연구되었다. 그러나, 대부분의 QD는 피복 층을 필요로 하며, 습식 화학을 통해 제조되어 화학적 및 열적 안정성이 취약하다. 이러한 단점을 해결하기 위해 QD가 함유된 유리 (QD - embedded glass, QDEG) 소재가 연구되어 성공적으로 백색 LED를 구현한 바 있다. 그러나, 현재까지 유리내에 Cd- 또는 Pb-가 없는 QD에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 CuO, In_2O_3 및 ZnS 를 포함하는 규산염 유리를 제조하여 유리내에 Cd-free QD의 생성을 시도하였다. 유리의 색은 첨가제의 함량 및 열처리 조건에 따라 변화하였으며 UV lamp로 여기시, 가시 광선의 발광을 확인할 수 있었다. UV/VIS 흡수 및 Photoluminescence (PL) 과 같은 광학 특성을 분석하였으며, XRD 및 TEM 을 통해 유리 내에서의 QD 형성 여부를 확인하였다.

P1-G6-8 Effect of Compositional Variation of Silicate Glass on its Refractive Index and Hardness for Glass Beads with Mid-range Refractive Index

중굴절 유리알용 규산염계 유리 소재의 조성 변화가 굴절률 및 경도에 미치는 영향

김인건*, 이한솔, 정운진. *공주대학교*

현재 국내 도로표지용 유리알 소재의 경우 굴절률이 1.5 수준의 저굴절 유리 소재를 사용하여 야간 및 우천 시, 낮은 재귀반사 성능으로 인한 교통 사고 위험이 크다는 사회적 문제가 제기되어 왔다. 유리알 재귀반사 성능의 증가를 통해 이를 개선하기 위해 최근 도로표지용 유리알의 굴절률 규격이 굴절률 (n_d) 1.64 ~ 1.8 수준의 중굴절 유리 소재로 상향되었으나, 현재 대부분 도로표지용 유리 소재에 관한 기술 및 제품을 해외에 의존하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 중굴절 유리알 제조를 위해, SiO_2-TiO_2-BaO-ZnO-Na_2O 계 유리를 조사하였으며, 첨가 조성에 따른 굴절률 및 경도 변화를 분석하였다. 제조된 유리는 abbe refractometer에서 표준 파장 589 nm를 사용하여 굴절률을 측정하였으며, micro-vickers 경도계를 통해 경도를 측정하여 실제 노면에 적용 가능한 유리 조성을 확보하였다. 확보된 유리 시편의 결과를 분석한 결과, 규산염계 유리 내에 첨가된 산화물 조성에 따라 측정된 굴절률의 값이 선형적으로 변화하는 것을 확인하였다. 따라서, 조성 변화에 따른 굴절률과 경도의 최적화 및 예측을 위해, 이의 결과를 가공하여 조성과 굴절률 또는 경도의 상관 관계에 대한 수식을 선형 대수학적 모사를 통해 유도할 수 있었다.

P1-G6-9 Reserch on Metal-oxide-KNO_3 Slurry for Ion-exchange Strengthend Glass through Spray Process

스프레이 공법을 이용한 화학강화 유리 제조에 필요한 Metal-Oxide-KNO_3 - 슬러리 제조

권민형*, 임현태, 김선욱, 김진호, 황종희. *한국세라믹기술원*

일반적으로 얇은 박판 유리를 강화하는 방법은 화학적 강화방법을 이용한다. 화학적 강화를 위해 박판 유리를 알칼리 이온이 담겨진 용융조 속에 dipping하는 방식이 있다. 이 방식은 알칼리 이온 농도가 희석되어 공정상의 불량을 초래할 가능성이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 최근 스프레이공법을 이용한 연구가 늘어나는 추세이다. 스프레이공법을 이용할 경우 이온교환에 의한 슬러리 농도 감소 효과가 적고 생산 시간을 단축할 수 있어 양산성을 증가하는 장점을 갖고 있다. 따라서 본 연구에서는 스프레이공법에 적합한 Metal-Oxide-KNO_3-슬러리의 조성제조 및 특성 평가를 진행하였다. 유리섬유, ZnO, Al_2O_3, SiO_2, Aerogel 슬러리를 각 각 KNO_3 용액과 배합하여 유리 기판위에 2 g씩 도포한 후 400°C에서 90분 씩 동일한 공정조건에서 이온강화를 실시하였다. 그 결과 Al_2O_3-KNO_3 슬러리의 특성이 가장 우수하였으며, 표면압축응력(CS)이 900 MPa, 강화깊이(DOL)는 18 μm이었다. 이는 기존 스프레이 공법을 이용한 상용제품의 특성(CS: 700 MPa, DOL: 25 μm)과 비교하여 유사한 수준이다.

P1-G6-10 Effect of Phosphoric Acid Amount on Crystallization Phase of Calcium Phosphate Glass Prepared from Eggshell

인산의 양이 란각으로 제조된 인산칼슘 유리의 결정상에 미치는 영향

강태성*, 이상진. *국립목포대학교*

순수한 P_2O_5는 PO_4의 3차원적인 사면체 구조를 형성하고 있으며, 순수한 상태에서 극히 불안정하여 수분이 접촉하게 되면 급격하게 반응하여 H_3PO_4로 변한다. 하지만 망목수식산화물의 첨가에 의하여 이러한 사면체 구조가 깨어지고 유리와 같은 불규칙한 원자 구조를 지니게 된다. 인산염 유리는 자외선에 대한 광학적 성질이 뛰어나고 낮은 용융점, 체액에서의 쉽게 용해되는 특성으로 인하여 광학기기 및 봉지재, 의료소재, 복합재료의 강화재로 사용되고 있다. 본 연구에서는 생활폐기물로서 버려지는 란각(eggshell)을 활용하여 인산칼슘 유리를 제조하고, 첨가된 인산의 양이 결정상에 미치는 영향을 고찰하였다. 폐 란각을 초산(acetic acid)에 용해시킨 뒤, 필터링하여 난막 및 기타 부유물을 제거하였다. 제조된 용액에 목적하는 P_2O_5 비율에 맞추어 인산을 첨가하여 혼합용액을 제조한 후 이를 건조하여 전구체를 준비하고, 용융공정을 거쳐 인산칼슘 유리를 제조하였다. 500°C 미만에서 란각에 포함된 단백질 성분과 CO 성분의 분해가 일어났다. 1000°C에서 용융 후 15°C로 급냉하여 유리상을 제조하였다. 제조된 유리시편의 전이점, 연화점 및 열팽창계수는 TG/DSC를 이용하여 측정하였다. 별다른 결정화제를 첨가하지 않아도 낮은 온도에서 유리의 결정화가 진행되었다. 이러한 결정화된 유리의 결정상은 결정화 온도 및 유지시간에 따라 변화되었으며, 그 변화를 XRD 분석을 통하여 고찰하고, 생성된 상을 조절하여 바이오 재료로서의 사용여부를 검토하였다.

P1-G6-11 Standardization of Chemical Resistance Measurement Methods for vitreous and porcelain enamel

유리 및 자기 법랑에 관한 내화학성 측정 방법의 표준화

박현욱*, 임태영, 이영진, 김진호, 전대우, 김선욱, 이미재. *한국세라믹기술원*

법랑은 금속 표면에 산, 알칼리, 약품 등의 부식을 방지하기 위해 특수 유리 분말을 고온으로 피복시켜 금속의 강인성에 유리의 내식성과 청결성을 겸비하도록 만들어진 방법으로 화학, 제약 공정의 반응 기기, 염수 탱크 및 배관제 등에 널리 사용되고 있다. 국내 수요기업들에 요구되는 특성을 만족하는 법랑 제품은 프랑스, 일본 등 일부 선진국에 국한되어 독점적 시장을 구축하고 있으며, 국산화를 위한 개발을 진행중에 있으나 개발 제품의 내식성 평가 규격 및 기관이 전무한 현실이어서 제품의 품질을 수치화 하기 위해 많은 비용과 시간을 필요하다. 본 연구에서는 이러한 법랑질의 주성분인 SiO_2 등이 구성하는 3차원 이산화규소망 조직이 침투성 매질에 의해 가수분해되어 질량 감소를 나타내기 때문에 법랑질을 일정시간 산과 알칼리 등에 노출시켜 전 후의 질량 변화를 0.1 mg 단위로 측정하여 연간 부식율을 계산하는 표준 평가방법을 설계하고 일정시간 균일한 양의 증기 및 용액을 노출시킬수 있는 장비를 제작하여 국내의 법랑 제품 개발 및 수요기업들의 표준화된 평가 방법을 제시할 수 있게 하였다. 설계 된 평가 방법에 의해 20% HCl 증기에서 0.14 mm/year을 나타내는 표준 샘플에 대한 법랑 유리를 평가한 결과 연간 부식율은 평균 0.124 mm, 표준편차 0.0056을 가졌고, 1 M NaOH 용액에서 0.35 mm/year를 나타내는 표준 샘플에 대한 법랑 유리를 평가한 결과 연간 부식율은 평균 0.331 mm와 표준편차 0.0385를 나타내었다.

P1-G6-12 Study on Optical Properties and Structure of $Mg(PO_3)_2$ /$Al(PO_3)_3$ Containing Fluorophosphate Glasses

$Mg(PO_3)_2$ /$Al(PO_3)_3$ 를 포함하는 불소인산염 유리의 구조 및 광학적 특성 연구

박찬휘[1]*, 박상호[1], 윤인상[1], 최주현[2], 신동욱[1]. *[1] 한양대학교, [2] 한국광기술원*

기존 LIDAR 광원으로 1064 nm Nd:YAG 레이저 및 레이저 다이오드가 사용되어 왔으나 시각장애, 고가의 장비와 운영비, 부피가 크다는 단점들을 가지고 있다. 이러한 문제로 인하여 최근 경량이면

서 시각에 영향을 미치지 않는 장파장 대역의 1550 nm 광섬유 레이저 광원에 대한 연구가 진행중에 있다. 1550 nm 발진 파장을 안정적으로 획득할 수 있는 유리로는 Fluorophosphate Glass가 최적의 후보로서 많이 연구되고 있다. 본 연구는 Fluorophosphate Glass 최적조성의 탐색을 위하여 $Al(PO_3)_3$, $Mg(PO_3)_2$ 를 기반으로 제조된 삼성분계 Fluorophosphate Glass를 제작하여 중거리 구조 및 광학특성을 분석하였다. $aMg(PO_3)_2$-$bBaF_2$-$cCaF_2$/$aAl(PO_3)_3$-$bBaF_2$-$cSrF_2$ (a+b+c = 1)의 조성으로 유리를 제작하였으며, 제조된 유리를 가공하여 광학적 특성을 분석하였다. 각 유리 시편들은 굴절률을 측정하여 광학적 특성을 분석하였으며, 라만분광 분석을 통해 각 유리 샘플들의 조성변화에 의한 구조변화를 관찰한 결과 유리 내부의 meta-phosphate 구조의 증감에 따라 굴절률의 변화가 나타나는 것이 확인되었다. 반면 불소계 (BaF_2, CaF_2) 조성의 변화는 유리구조에 적은 영향을 끼침을 확인할 수 있었다.

This Dual Use Technology Program was supported by Defense Acquisition Program Administration and the Ministry of Trade, Industry and Energy (14-CM-MP-01), South Korea.

P1-G6-13 Amorphous $CaCu_3Ti_4O_{12}$ Thin Films on a Flexible Polymer Substrate

유연 폴리머 기판상 증착된 비정질 CCTO 박막

한찬수*, 최홍제, 오효찬, 조용수. *연세대학교*

High dielectric constant thin films processable at nearly room temperature have been demanded for various flexible electronic devices. Here, we explore the origin of abnormal dielectric behavior of amorphous $CaCu_3Ti_4O_{12}$ (CCTO) thin films having an exceptionally high dielectric constant, in conjunction with chemical states and unusual ferroelectricity in amorphous state. As an optimal example, the amorphous CCTO film sputtered at room temperature under an oxygen partial pressure of 3.6 mTorr exhibits a dielectric constant of ~192 and a dielectric loss of < 0.1 at 100 Hz. The promising dielectric characteristics are unexpectedly found to originate from the evolution of ferroelectric domains, even in the amorphous state. Strong dependence of oxygen partial pressure on chemical states, vacancy formation and ferroelectric polarization is very critical for the unexpected dielectric behavior. This may be the very first example of exploring the origin of amorphous dielectric behavior for a material that possesses space charge polarization.

P1-G6-14 Chemical Effects of Organo-silanized SiO_2 Nanofillers on Epoxy Adhesives

에폭시계 접착제에서 기능화된 실리카 나노 필러의 화학적 영향

이진웅*. *성균관대학교*

Although thermal and mechanical effects of organo-silanized SiO_2 nanofillers (NFs) incorporated into epoxy resins have been actively studied by many researchers, their chemical properties have rarely been reported. In this work, we investigated the chemical effects of organo-silanized SiO_2 NFs on epoxy adhesives with (3-glycidoxypropyl) methyldiethoxysilane (GPTMS) and (3-aminopropyl) trimethoxysilane (APTMS)-functionalized SiO_2 NFs.

After curing epoxy-functionalized NF (EPOXY-NF) with triethylenetetramine (TETA) hardener, we were able to verify chemical crosslinking of the TETA hardener on EPOXY-NF with X-ray photoelectron spectroscopy, vacuum Fourier-transform infrared spectroscopy, and zeta potential analysis. Similarly, we found that after curing amine-functionalized NF (NH_2-NF) with bisphenol A diglycidyl ether (DGEBA) epoxy resin, the resin was chemically crosslinked on NH_2-NF as well.

Finally, when we evaluated adhesion properties of adhesives composed of DGEBA resin/NH_2-NF and TETA hardener/EPOXY-NF on the basis of ASTM D3163, we observed improvements in the shear strength of 79 and 49%, respectively, in comparison with bare SiO_2 NF. This suggests that the chemical effects of organo-silanized SiO_2 NFs indeed contribute to the adhesion properties of adhesives.

P1-G6-15 A Study on the Electrical Insulation Behavior of MgO with Multivalent Ions

다가이온을 첨가한 MgO의 전기적 특성변화거동에 관한 연구

최진삼*, 공영민. *울산대학교*

MgO는 용융온도, 2,784~2,880°C에 도달할 때까지 거의 열간 구조변화가 없는 산화물 소재이며, 우수한 열전도성과 고온 전기절연특성을 가지는 물질이다. 그러나 대기와 반응하여 수화반응, $MgO+OH \rightleftarrows Mg(OH_2)$이 쉽게 일어나 불순물, 겉보기표면, 결합 또는 부착수에 의해서 전기절연성이 감소하는 경향이 있다. 이를 개선하기 위하여 본 연구에서는 MgO에 V_2O_5, B_2O_3, FeO, F_2O_3, P_2O_5 등의 다가이온을 첨가하여 입계 영역에서의 수화-탈수 반응으로 인한 전기전도도 변화거동에 미치는 이온특성을 규명하고자 하였다. 이를 통해서 플랭클 또는 쇼트키 결함에 따른 홀 전도와 비화학양론적인 결함감소에 따른 고온절연성 개선에 목표를 두었다.

기존의 연구에서 Fe^{2+}이온의 첨가, 또는 Mg과 유사한 전하와 크기를 가지는 금속이온은 MgO 격자내에 녹아들어가서 결함을 감소시키기 때문에 전기전도도가 감소하는 것으로 보았다. 그러나 현 연구에서는 Fe^{2+}이온의 첨가 보다는 P이온이 첨가될 때 가장 우수한 절연거동을 나타내었다. 이는 NaCl구조인 MgO는 격자빈자리 결함이 P양이온에 의한 빈자리 감소와 직접적인 연관이 있는 것으로 생각되었다.

$$^1/_2O^+ + e^- \rightarrow V''_{Mg} + O_o$$

따라서 MgO의 전기적 특성은 불순물-제어 결함의 농도, 그리고 외부원소의 도핑으로 절연성 개선이 가능함을 확인할 수 있었다.

P1-G7-1 Manufacture of High Purity Alumina by Modified Bayer Process

변형 베이어 공정을 이용한 고순도 알루미나 제조

최현빈[1]*, 박상춘[1], 김대웅[2], 신광희[2]. *[1] 한국알루미나(주), [2] 케이씨 주식회사*

현재 대부분의 상업용 알루미나(Alumina) 분말 생산에 이용되고 있는 베이어(Bayer) 공정은 보크사이트(Bauxite) 원광에서 알루미나를 얻는 방법으로, 목적에 따라 다양한 변형법이 개발 되었으며 이를 변형 베이어법이라 일컫는다. 본 연구에서는 고순도 알루미나 제조를 위한 변형 베이어법을 고안하였으며 저렴한 제조원가와 단순화된 공정 요소 도출을 통해 높은 상업적 가치를 갖는 고순도 알루미나를 제조 하였다. 원료를 가성소다(NaOH)에 녹여 알루민산나트륨(Na_3AlO_3)을 제조하는 용해, 알루민산나트륨 내의 불순물을 제거하는 숙성 및 정제, 불순물이 제거된 알루민산나트륨 내의 수산화알루미늄 석출 후 소성과 분쇄의 단계를 거쳐 백색의 파우더를 얻었으며, α-Al_2O_3의 결정상으로 4 N (99.99%) 이상의 순도를 가지며 평균 입도분포 0.4~3.0 μm 수준의 고순도 알루미나임을 확인하였다.

P1-G7-2 The Application and Development of No Cement MgO Castable

No cement MgO 캐스타블 개발과 실로 적용

이민구*, 박영증, 김원갑, 이석근. *한국내화(주)*

사용자의 조업조건이 가혹화됨에 따라 내화물은 그 요구특성에 맞추고자 다양하게 개발 혹은 개선되어 왔으며, 산성내화물(주원료 SiO_2), 중성내화물(주원료 Al_2O_3), 염기성내화물(주원료 MgO)이 조업 조건을 고려하여 적절하게 선정되어 왔다. 바인더로 알루미나 시멘트를 사용하거나 조업조건에 따라 알루미나 시멘트를 사용하지 않는 결합을 적용하여 고객의 요구조건을 맞추는 추세로 내화물은 변화되어 왔다.

당사는 염기성 물질에 대해 우수한 내침식성을 가지는 내화물을 개발하기 위해 소결 마그네시아를 주 원료로 하는 MgO 재질 No cement 캐스타블과 Al_2O_3 재질의 Low cement 캐스타블, 콜로이달 실리카 결합의 Al_2O_3 재질 No cement 캐스타블을 비교 평가하였다.

평가 항목은 열적 특성으로 열간곡강도(1,200°C), 열충격저항성(1,400°C), 도가니 반응성(1,400°C)을 측정하여 비교 평가하였으며, 건조 및 소성(1,350°C) 후 물리적 특성 평가를 진행하였다.

생석회를 생산하는 Shaft kiln에 MgO 캐스타블 및 Al_2O_3 Low cement 캐스타블을 실로 적용하였고, 18개월 사용 후 잔존 측정 결과에서 MgO 캐스타블이 Al_2O_3 Low cement 캐스타블보다 우수한 사용 후 결과를 보였다.

P1-G7-3 Development of Colloidal Silica bonded Al_2O_3-SiC-C Castable

콜로이달 실리카 결합 Al_2O_3-SiC-C 캐스타블 개발

이재훈*, 김태완, 고진석, 이석근. *한국내화(주)*

일반적인 캐스타블의 결합재로 사용되고 있는 알루미나 시멘트의 경우, 고온 하에서 CaO 성분으로 인한 저융점 화합물 형성과 210~620°C의 비교적 높은 수분 증발 온도로 인해 건조시간이 길고, 폭열의 발생 가능성을 내재하고 있는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 고온에서의 저융점 화합물 형성을 억제하고, 건조가 용이한 콜로이달 실리카를 결합재로 사용한 Al_2O_3-SiC-C 캐스타블(이하 CSC)을 개발하고자 다양한 실험을 진행하였다.

본 연구에서는 CSC와 알루미나 시멘트를 결합재로 사용한 캐스타블(CAC)의 고온 특성과 건조 성능을 비교 평가하였다. 고온 특성을 평가하기 위해 열간 곡강도, 스폴링 및 회전식 침식시험을 진행하였다. 또한 건조 성능을 평가하기 위해 승온에 따른 캐스타블의 질량변화를 측정하였으며 통기율을 측정하였다. 시험 결과, CAC 대비 고온 특성과 건조 성능이 우수한 CSC를 개발하였다. 고온 특성 개선의 원인으로, CSC는 고온에서의 저융점 화합물 억제와 소결 중 콜로이달 실리카와 알루미나의 반응으로 형성되는 뮬라이트에 의한 결과로 판단되며, 콜로이달 실리카의 Siloxane 결합에 따른 H_2O 분자 발생에 기인하여 원활한 탈수현상으로 건조 성능이 개선된 것으로 판단된다.

P1-G7-4 A Experimental Study on the Water Permeability Test of Crack Width Using Inorganic and Organic Self-healing Additives

무기 및 유기계 자기치유 혼화재를 사용하여 균열폭에 따른 투수시험에 관한 실험적 연구

김진응*, 황지순, 민관홍. *(주)인트켐*

우리나라는 단기간에 고속성장으로 인해 경제 성장을 이룬 국가 중 하나이다. 오늘날까지 도로, 댐, 항만 등 사회기반 시설의 수요가 급증함과 동시에 콘크리트 수요 역시 증가되었다. 하지만 1980년대부터 지어진 구조물은 현재 노후화가 진행되고 있다. 그 원인중 하나인 균열을 예로 들 수 있다. 구조물에 발생한 균열은 계속적으로 전이되어 겨울철 수분 및 제설제 침투로 인해 철근이 부식되고 콘크리트가 박리되는 현상이 발생하기도 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 최근 노후 된 구조물에 보수공법을 활용하여 사용수명을 연장하는 방법 또는 보수재의 개발 등 연구가 활발히 진행 중에 있다. 이에 따라 본 연구는 OPC와 유기 및 무기계 자기치유 혼화재를 사용하여 인공 균열을 도입하여 균열폭에 따라 자기치유 성능을 확인하는 실험을 진행하였다. 기초특성인 Flow, 압축강도, 균열폭에 따른 투수시험을 진행하였다. 그 결과, Flow는 유무기 자기치유 혼화재를 사용한 타입이 Plain (OPC) 보다 감소하지만 작업성은 문제가 없는 것으로 확인되었고 압축강도의 경우 Plain (OPC) 대비 85%의 강도 발현을 하였다. 균열폭(0.22~0.27 mm)에 따른 투수시험 결과, Plain (OPC) 보다 유무기 자기치유 혼화재를 사용한 타입의 투수율이 낮은 것으로 확인되었다.

P1-G7-5 Cold Spray Process for the Formation of Oxidation Resistant Layer on the Surface of Nuclear Fuel Cladding and its Effects on Mechanical Behavior

핵연료 피복관의 내산화 표면층 생성을 위한 저온분사 공정 적용 및 기계적 특성 평가

박동준*, 김현길, 정양일, 박정환, 이영호, 최병권, 양재호. *한국원자력연구원*

현재 가압 경수로 핵연료로 사용되고 있는 지르코늄계 합금 피복관의 고온 내상화성을 획기적으로 증대시켜 원전 사고시에도 핵연료 안전을 담보할 수 있는 사고저항성 피복관 개발이 진행되고 있다. 기존 피복관 표면에 내산화 특성이 매우 우수한 표면층을 형성 시켜 고온 사고 환경에서 피복관의 산화를 최대한 억제 시키고자 하였으며 이를 위하여 저온분사 공정으로 철계 합금을 기존 피복관 표면에 생성 시켰다. 하지만 철계 합금은 지르코늄과 비교적 낮은 온도에서 공정반응을 일으켜 금속간 화합물을 발생시킬 수 있어 이를 방지하기 위한 몰리브데늄 층을 모재인 지르코늄과 표면층인 철계 합금 사이에 확산방지막으로서 형성하였다. 본 연구에서는 저온분사 공정으로 두 층을 지르코늄 판재 표면에 생성 시켰으며 생성된 표면층 미세구조를 투과전자현미경으로 분석하였다. 또한 제조된 표면 코팅 판재를 이용한 인장시험으로 기계적 특성을 평가하였다. 그 결과 저온분사 후 코팅 분말의 미세구조 변화, 계면 결합 특성 거동을 관찰할 수 있었으며 저온 분사 공정으로 인한 지르코늄 표면의 가공경화 현상으로 표면처리 시편의 강도가 증가할 수 있음을 밝혀 내었다.

P1-G7-6 Effect of Black Coring on Firing Temperature of Artificially Lightweight Aggregate

블랙코어링 현상이 인공경량 골재 소성 온도에 미치는 영향

권정규*, 위영민, 이기강. *경기대학교*

본 연구에서는 인공경량공재 제조 시 표면 융착 문제를 해결하기 위해 Black Core 현상을 발현하여 소성온도를 저감하는 연구를 진행하였다. 이를 위한 기초 데이터 작성을 위해 산성 백토를 현장 조건에 준하여 1200°C에서 직화 소성하여 소성 평균 밀도 값을 측정하였다. 이후, 탄소 0~3% 및 철분 0~15%를 각각 산성백토에 치환첨가하여 1100°C~1175°C에서 직화 소성하여 발포 현상 및 단면을 관찰하였다. 철분의 환원에 의해 생성되는 Black Core 현상으로 인해 소성 온도 저하 및 골재 융착 현상 개선을 기대하였고 그에 대한 연구 결과, Black Core 현상으로 인해 소결온도가 낮아져 실기조건인 1150°C에서 1175°C의 온도에서도 골재가 융착되지 않아 실기 온도에서도 경량 골재 제조가 가능하다는 것을 확인하였다. 또한 이 과

정을 통해 발포가스 생성을 증가시켜 골재의 경량화 역시 가능하였고, 발포가스 생성과정으로 인해 적정소성온도가 낮아져 기존 경량골재 대비 에너지 절감효과가 있는 것으로 나타났다.

P1-G7-7 Manufacture of Artificial Lightweight Aggregate by Recycling Water Treatment Sludge
정수슬러지를 재활용한 인공경량골재의 제조
우희수*, 이기강. *경기대학교*
본 연구에서는 정수처리시설에서 발생하는 정수슬러지로 인공경량골재를 제조하여 환경 친화적인 자원으로 활용할 수 있는 가능성을 검토하였다. 그 중, 정수슬러지와 몬트모릴로나이트(Ca-Montmorillonite)를 주성분으로 하는 산성백토를 이용하여 시료를 제작하고, 정수슬러지 함유량을 0~50%로 조절하였다. 1150~1250 °C 온도에서 직화 소성 방식으로 소성하여 경량골재의 물성과 단면을 관찰하였다. 이 때, 시료의 물성은 (KS F 2503 : 2007)규격에 따라 절대 건조 상태의 밀도와 흡수율을 측정하였고, 골재단면은 Camscope (의료용 광원장치Dr. Camscope^{M})를 활용하여 측정하였다. 실험 결과, 소성온도 1200°C 이상에서 정수슬러지 30%~50% 배합 비로 비중 1보다 낮은 초경량 골재를 제조하여 정수슬러지의 재활용 가능성을 확인하였다.

P1-G7-8 Study on the Reduction of Water Absorption rate in Artificial Lightweight Aggregates using Hydrophonic Property
인공 경량 골재의 소수성 코팅을 통한 흡수율 저감 연구
이지언*, 이기강. *경기대학교*
본 연구는 인공 경량 골재의 높은 흡수율로 인한 콘크리트 배합 시 강도 저하 및 재료 분리 현상을 개선하기 위해 인공 경량 골재의 표면을 소수성으로 코팅하여 흡수율 저감을 목적으로 하여 진행했다. 인공 경량 골재를 각 0.088~1.18 mm, 1.18~5 mm, 0.088~5 mm로 입도 구간을 나누고, Si 발수제(KCC Si 1200Z)와 ODPA (1-Octadecylphosphonicacid)를 이용하여 표면 코팅을 진행했다. 접촉각 측정과 FT-IR 분석을 통해 코팅의 정도를 확인하였으며 각기 입도분포 및 코팅제에 따라 세골재를 KS F 2504를 기반으로 흡수율을 측정하였다. Si 발수제 코팅은 0.088~1.18 mm의 입도에서도 우수한, 평균 4% 이하의 흡수율을 보였으며 ODPA 코팅 세골재는 1.18~5 mm의 입도에서 평균 10% 정도의 흡수율을 보였다.

P1-G7-9 Fabrication of Complex Designed Silica-based Ceramic Core for Precision Casting through Injection Moulding
세라믹 사출 공정을 이용한 주조용 복잡형상의 실리카 기반 세라믹 코어의 제조
여정구*, 박정수, 이진석. *한국에너지기술연구원*
복잡한 형상을 가지는 실리카계 세라믹 코어는 세라믹 사출성형 공정으로 제작된다. 상업용 세라믹 사출성형기를 이용하여 사출 성형체를 얻었고, 성형체를 고온으로 승온시켜 결합제의 탈지와 열처리 공정을 진행하였다. 세라믹 코어의 기계적 성질에 미치는 열처리 조건에 대한 영향도 열처리 온도와 승온 속도 등의 변수에 대하여 조사하였다. 탈지 단계에서는 승온속도를 낮춰 세라믹스의 표면이 부풀어 오르는 현상을 조절하였다. 높은 온도에서 열처리를 하거나 열처리 유지시간이 길어졌을 때 세라믹스의 굽힘 강도가 감소하고 선수축률은 늘어나는 경향을 보였다. 높은 온도나 장시간 열처리를 할 때 발생하는 크리스토발라이트로의 결정화는 부피수축과 미세균열을 동반하므로 기계적 물성을 저하시킬 수 있다. 1200°C에서 12시간 소결한 세라믹코어는 왁스 사출과 쉘몰드 공정을 성공적으로 진행할 수 있었다.

P1-G7-10 Study on the Complex Designed Silica Ceramic Core Photopolymerized and its Fabrication Used for Casting
주조용 복잡형상의 실리카 세라믹 중자의 광중합 방식의 제조 연구
여정구*, 박정수, 양승철. *한국에너지기술연구원*
본 연구에서는 복잡한 형상을 가지는 실리카 세라믹 중자를 광중합시켜 성형체를 얻었고 이후 고온에서 열처리하여 최종 제품을 제작하였다. 세라믹 코어의 슬러리를 준비하였고, 아크릴계 수지와 광중합 반응을 위한 개시제를 첨가하였으며, 실리카 성분의 함량을 최대한으로 증가시켜 슬러리의 고형분을 높일 수 있었다. 세라믹과 아크릴이 혼합된 슬러리에 광원으로 자외선을 조사하였고 세라믹 중자 성형체를 만들 수 있었다. 제작한 성형체는 1200도 이상의 고온에서 열처리를 행하여 유기성분을 완전히 제거하였고 최종적으로 세라믹 성분으로 구성되는 다공성 중자를 얻었다. 제조한 중자의 물성을 평가하기 위하여 상온 격임 강도, 수축률, X선 회절패턴 및 주사전자현미경 등으로 분석하였고, 성형 및 열처리후 외형의 변화를 관찰하였다. 결과적으로 외형상 뒤틀림 등의 결함이 없으며 충분한 취급 강도를 가지는 실리카 세라믹 중자를 만들었다.

P1-G7-11 Research of Application Properties of Limestone Mine by-product for Aggregate of Exhausted Mine Backfill
폐광산 채움재 골재로서 석회석 광산 부산물의 활용성능 연구
문기연[1*], 조진상[1], 최문관[1], 조계홍[1], 안지환[2]. [1] *한국석회석신소재연구소*, [2] *한국지질자원연구원*
CO_2 배출 저감을 위한 복합탄산염 채움재의 폐광산 주입기법은 CO_2 선택적 포집 후 지반이나 해양지층에 저장하는 CCS 기법의 낮은 경제성과 저장한계를 극복하기 위한 대안 중 하나이다. 광산 채움재의 적절한 채움시공을 위해서는 시공설계안이 마련되어야 하는데 채움광산이 되는 광산의 특성, 채굴적 형태, 규모, 채굴 당시 적용되었던 채광법, 전체 채굴적 중 채움재가 시공될 비율 등을 고려해 채움재 혼합조성물의 배합설계가 도출되어야 한다.

본 연구에서는 광산 채움재 적용대상 광산의 부산물을 이용한 골재 적용성을 확인하고자 하였으며, 이에 3개 갱내채굴 석회석 광산의 파쇄공정에서 배출되어 나오는 9개 시료를 샘플링 하였다. 채취한 시료는 별도의 전처리 없이 국내 관련법규, 표준 및 시방서에 제시된 기준에 따라 특성평가를 실시하였다.

실험결과, 9종 석회석 광산부산물 중 1종은 골재크기 10 mm 이상으로 굵은골재로서 활용 가능하며, 기타 8종은 굵은골재, 잔골재 및 미분이 혼재되어 있는 형태로서 자체적용 또는 분급에 의한 적용가능성을 확인할 수 있었다. 또한 대부분의 시료가 특성 기준 값에 부합하며 골재로서 실적용 배합공정에 투입이 가능할 것으로 판단된다. 이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부, 환경부, 산업통상자원부)의 재원으로 한국연구재단-탄소자원화 국가전략프로젝트 사업의 지원을 받아 수행함. (2017M3D8A2085338)

P1-SS2-1 Separation of Quartz and Halloysite Nano Tubes (HNTs) by Homogenization of Sancheong Kaolins
균질화공정을 통한 산청고령토로부터 석영과 튜브형 할로이사이트의 분리
황규홍[1*], 이윤기[1], 이종국[2], 박관식[3], 전병세[3]. [1] *경상대학교*, [2] *조선대학교*, [3] *풍산광업*
Natural halloysite kaolin contains a lot of impurities such as quartz phases and varies in morphology and size during their formation in the earth. So to utilize as a new type of natural nano material, removing quartz impurities from kaolin clays without scathe the tube morphologies are necessary. So to remove quartz impurities from

kaolin by forming a well deflocculated aqueous slip without fracturing the morphology of tubes, the slip of homogenized halloysite clay was recovered by adding polyvalent metallic cations and anionic polyelectrolyte flocculants simultaneously to selectively flocculate the mixture of quartz and halloysite, whereby the halloysite particles form floes and the tubular halloysite remains in suspensions. Then, the uniform size and tubular shape of halloysite was obtained which could be suitably used as a container or a carrier to encapsulate nano-materials.

P1-SS2-2 Properties of YBO_3 Thin Films co-doped with Dy and Eu

Dy와 Eu가 동시 도핑된 YBO_3 박막의 특성

하순종*, 신종언. *신라대학교*

최근에 디스플레이와 조명등에 응용하기 위하여 백색을 구현하기 위한 형광체 제조에 많은 관심이 고조되고 있다. 본 연구에서는 라디오파 마그네트론 스퍼터링 방법을 사용하여 성장 온도 100-400°C에서 Dy와 Eu 이온을 도핑한 YBO_3 형광체 박막을 석영 기판 위에 증착하고 1000°C에서 급속 열처리를 수행하였다. 특히, 성장 온도 변화에 따른 형광체 박막의 구조, 표면 형상, 결정 입자의 크기, 광학 투과율, 밴드갭 에너지, 흡광과 발광 스펙트럼의 특성 변화를 체계적으로 조사하였다. 직경 1인치의 YBO_3:Dy^{3+},Eu^{3+} 스퍼터링 타겟은 초기 물질 Y_2O_3, H_3BO_3, Dy_2O_3, Eu_2O_3을 화학양론적으로 준비하였고, 혼합한 물질은 에탄올, ZrO_2 볼과 함께 플라스틱 사발에 넣고, 400 rpm의 속도로 30시간 볼밀과 건조 시킨 후, 전기로에 장입하여 500°C에서 5시간 동안 하소 공정과 1100°C에서 5시간 동안 소결하여 유압 프레스를 사용하여 원형 소결체로 제조하였다. 스퍼터링 챔버의 초기 진공도는 5×10^6 Torr, Ar 가스는 40 sccm, 증착 시 진공은 35 mTorr, rf 파워는 40 W에서 4시간 동안 증착하여 박막을 성장시켰다. 100-400°C에서 성장한 박막의 광학적 특성을 측정하였으며, 각 성장 온도에서 Dy와 Eu의 발광 효율이 다르게 분석되었다. 성장 온도 100°C에서는 Dy와 Eu의 발광은 각각 572 nm (황색), 615 nm (적색)에서 현저하게 분리되어 나타났으나, 400°C에서는 Dy에 의한 발광은 소멸되었고, Eu에 의한 발광은 미세하게 관측되었다. 본 실험결과는 증착 온도를 적절히 제어함으로써 최적의 발광 효율을 갖는 형광체 박막을 성장시킬 수 있음을 제시한다.

P1-SS2-3 Effect of Deposition Temperature on the Properties of Bi_2MoO_6:Eu Red-Emitting Phosphor Thin Films

증착 온도에 따른 Bi_2MoO_6:Eu 적색 형광체 박막의 특성

이승민*, 조신호. *신라대학교*

최근에 Bi_2MoO_6와 같은 광학적 특성이 우수한 몰리브덴산염 물질을 형광체, 섬광 검출기, 레이저, 광전자 소자에 응용하기 위한 연구가 많은 관심을 끌고 있다. 본 연구에서는 증착 온도의 변화에 따른 라디오파 마그네트론 스퍼터링 방법으로 성장한 Bi_2MoO_6:Eu 박막의 구조, 표면 및 발광 특성을 조사하였다. 스퍼터링 타겟은 고상반응법으로 Eu 이온이 도핑된 Bi_2MoO_6 형광체 분말을 합성하였으며, 프레스를 사용하여 직경 1인치의 원형 소결체로 제작하였다. 증착 조건으로는, 스퍼터링 압력 3.5×10^{-2} Torr와 파워 40 W에서 증착 온도를 100-400로 변화시키면서 Bi_2MoO_6 박막을 성장시켰으며, 성장된 박막의 결정 구조, 표면 형상과 광학 특성은 각각 X-선 회절법, 주사전자현미경, 형광 광도계와 자외선-가시광선 분광계를 사용하여 측정하였다. 100에서 증착한 Bi_2MoO_6:Eu 박막의 흡광 스펙트럼은 615 nm로 제어하였을 때, 311 nm에 정점을 갖고 250-360 nm 영역에 걸쳐서 광범위하게 분포하는 전하 전달 밴드와 455 nm의 흡광 신호를 나타내었다. 박막의 발광 스펙트럼은 308 nm로 여기 하였을 때, 가장 강한 615 nm의 적색 발광 피크와 상대적으로 발광 세기가 약한 591 nm의 주황색과 702 nm의 적색 발광이 관측되었다.

P1-SS2-4 Effect of Rapid Thermal Annealing Temperature on the Properties of Eu-doped Bi_2MoO_6 Thin Films

급속 열처리 온도가 Eu 이온이 도핑된 Bi_2MoO_6 박막에 미치는 영향

박수진*, 조신호. *신라대학교*

형광체 박막을 전계발광 소자와 디스플레이 패널에 응용하기 위해서는 발광 세기가 강한 세 종류의 기본 색깔인 청색, 녹색, 적색을 방출하는 고품질의 형광체 박막을 성장시키는 기술이 필요하다. 특히, 발광 소재의 광학 밴드갭 에너지와 발광 세기는 증착 챔버의 압력, 기판 온도, 주입되는 가스의 양, 파워, 열처리 온도와 같은 여러 변수에 따라 달라진다. 본 연구에서는 급속 열처리 온도의 변화에 따른 라디오파 마그네트론 스퍼터링 방법으로 성장한 Bi_2MoO_6:Eu 형광체 박막의 결정 구조, 투과율, 밴드갭 에너지, 발광 특성을 조사하였다. 스퍼터링 타겟은 고상반응법을 사용하여 직접 제조하였으며, 라디오파 마그네트론 스퍼터링 성장시 최대 발광 세기를 나타내는 형광체 박막을 제조하기 위한 최적의 열처리 온도를 결정하였다. 석영 기판 위에 증착한 박막은 700, 800, 900, 1000에서 30분 동안 급속 열처리를 수행하였다. 방출 파장 615 nm로 제어시켰을 때, 형광체 박막의 흡광 스펙트럼은 307 nm에서 관측되었고, 발광 스펙트럼은 발광 세기가 가장 강한 615 nm에 주 피크를 갖는 적색 발광 ($^5D_0$-$^7F_2$) 스펙트럼과 발광 세기가 상대적으로 약한 591 nm와 702 nm에 피크를 갖는 주황색 ($^5D_0$-$^7F_1$)과 적색 발광 ($^5D_0$-$^7F_4$) 스펙트럼으로 구성되었다. 열처리 온도가 증가함에 따라 모든 박막의 발광 스펙트럼의 세기는 증가하는 추세를 보였으며, Tauc의 식을 사용하여 밴드갭 에너지를 계산하였다.

P1-SS2-5 Effect of Electric Fields during Flash Sintering of 3mol% Yttria-stabilized ZrO_2

3몰% 이트리아 안정화 지르코니아의 플래시 소결중 전기장 효과

황창훈[1]*, 웨이친[2], H, 마지디[2], 윤존도[1], 클라우스 반벤템[2]. [1] *경남대학교*, [2] *미국 유씨데이비스*

Systematic microstructural statistics for 3 mol% yttria-stabilized zirconia synthesized by both conventional sintering and flash sintering with AC and DC current were obtained. Within the gauge section flash sintered microstructures were indistinguishable from those synthesized by conventional sintering procedures. With both techniques full densification was obtained. However, from both AC and DC flash sintered specimens heterogeneous grain size distributions and residual porosity were observed in the proximity of the electrodes. After DC sintering a nearly 400 times increased average grain size was observed near cathode compared to the gauge section, unlike areas close to the anode. However, according to FEM simulation, there was a temperature gradient from the surface to the volume of the AC flash sintered body. Concepts of Joule heating alone were not sufficient to explain the experimental observations. Instead, the activation energy for grain growth close to the cathode is lowered considerably during flash sintering, hence suggesting that electrode effects can cause significant heterogeneities in microstructure evolution during flash sintering. Microstructural characterization further indicated that micro-fracturing during green-pressing and variations in contact resistance between the electrodes and the ceramic may also contribute to grain size gradients and, hence, local variations of physical properties.

포스터 발표 II

2018년 4월 13일(금)

P2-G1-1 Piezoelectric Properties and Microstructure of Doped-(K,Na)NbO_3 Single Crystals

Doped-(K,Na)NbO_3 단결정의 압전 특성 및 미세 구조

조경훈[1*], 유일열[1], 곽도우[1], 안철우[2], 한병동[2], 최종진[2]. [1]*금오공과대학교*, [2]*재료연구소*

최근 일반적인 고상소결법을 이용한 centimeter-scale의 (K,Na)NbO_3 계열 단결정 성장에 대한 연구 결과들이 보고되고 있다. 고비용의 공정을 사용하지 않고 짧은 시간에 소자 적용이 가능한 크기의 단결정을 확보할 수 있다는 점과 무연계 조성이라는 측면에서 (K,Na)NbO_3 계열 단결정 성장 연구는 차세대 친환경 압전 소자 응용을 위한 기술적 중요성이 높다. (K,Na)NbO_3 계열 단결정 성장은 알칼리 원소의 휘발로 인한 액상형성과 donor-ion의 compensation 효과에 의한 매우 빠른 비정상 입성장을 기반으로 이루어지며 다양한 원소들의 첨가 연구를 통해 결정상, 전이온도 및 압전 특성의 제어가 가능할 것으로 기대된다. 본 연구에서는 Ba이 첨가된 (K,Na)NbO_3 조성의 단결정과 Ba, Li, Cu를 첨가하여 성장시킨 (K,Na)NbO_3 단결정의 결정방향에 따른 특성에 대해 보고한다. 성장시킨 단결정들을 [100], [110] 결정방향별로 가공하여 분극 공정 후 압전 및 유전 특성을 평가하고 각각의 결정면들에 대한 미세구조를 관찰하였다. 두 가지 단결정 조성 모두 [100] 방향으로의 압전 특성이 [110] 방향보다 높게 나타났으며 상전이 온도 제어를 통해 단결정의 압전 성능을 제어할 수 있음을 보고한다.

P2-G1-2 Study on the Structural Control of Magnetoelectric Laminate Device Employing 15-mode Piezoelectric Composite

15-모드 압전 복합체로 구성되는 자기전기 적층 소자의 구조 제어 연구

조경훈[1*], 이용우[1], 유일열[1], 곽도우[1], 안철우[2]. [1]*금오공과대학교*, [2]*재료연구소*

자기전기 소자는 자기장을 전기장으로 혹은 전기장을 자기장으로 변환시키는 소자로서 센서, 액츄에이터, 메모리, 고주파 소자, 광학 소자 및 에너지 하베스팅 등 다양한 응용 분야가 제안되고 있다. 자왜/압전 복합체로 구성되는 자기전기 소자에 대한 기존의 많은 연구들에서는 높은 압전특성을 나타내는 15-mode 압전 소재를 적용한 사례를 찾아보기 힘들며, 이는 고성능의 자기전기 효과를 나타낼 수 있는 15-mode 압전층 및 소자 구조의 설계 기술과 구현 공정 기술 연구의 부재에 기인한다. 본 연구에서는 15-mode 압전 복합체를 사용한 자왜/압전 적층 복합체 소자의 구조 제어가 자기전기 성능에 미치는 영향에 대해 보고한다. 구조 제어 인자로서 15-mode 압전 복합체를 구성하는 개별적 압전층의 aspect ratio, 15-mode 압전 복합체의 두께, 자기전기 적층 복합체를 구성하는 자왜층과 압전층의 두께 비율을 설정하였다. 개별 압전층의 aspect ratio에 따른 15-mode 압전 복합체의 압전 성능을 보고하고, 각각 변수들의 제어를 통해 제작된 소자들의 비공진 대역 및 공진 대역에서의 자기전기 특성을 평가 및 분석한다.

P2-G1-3 Systematic Tuning of Hydrogen-induced Phase Transition in VO_2 Epitaxial Thin Film

VO_2 에피 박막 을 이용한 수소 에 의해 유발된 상전이의 체계적인 튜닝

윤효진[1*], 최민석[2], 박재성[1], 임태원[3], 임규욱[4], 최시영[1], 손준우[1]. [1]*포항공과대학교*, [2]*인하대학교*, [3]*재료연구소*, [4]*포항가속기연구소*

Phase transition by band filling control is one of the core concepts in correlated electronic systems. Unlike the substitutional dopants, hydrogen plays a key role in effectively filling significant amount of carriers in the empty narrow *d* band by reversibly adding it into interstitial sites and supplying carriers. Vanadium dioxide (VO_2), typical correlated oxide with $3d^1$ electronic configuration, can also reversibly incorporate hydrogen atoms into its interstitial sites and simultaneously occurs phase transition by its 3*d* band filling.

Here, we demonstrate that as many as two hydrogen atoms can be incorporated into each VO_2 unit cell, and that hydrogen is reversibly absorbed into, and released from, VO_2 without destroying its lattice framework. This hydrogenation process demonstrates two-step insulator (VO_2) – metal (H_xVO_2) – insulator (HVO_2) phase modulation during inter-integer *d*-band filling. Moreover, HVO_2 can be thermodynamically stabilized regardless of facet direction of VO_2 epi-layer, but remarkable discrepancy in kinetics of phase modulation was clearly visualized depending on the crystal facet. The unprecedented insulating HVO_2 with $3d^2$ configuration is attributed to highly doped electrons via hydrogenation process in conjunction with huge lattice expansion. Our finding suggests the possibility of reversible and dynamic control of topotactic phase modulation in VO_2 and opens up the potential application in proton-based Mottronics and novel hydrogen storage.

P2-G1-4 Effect of Crystallographic Orientation on the Energy Storage Characteristics of PZT Thin Films

임경원[1,2*], Mahesh Peddigari[1], Ventateswaru Annapureddy[1], 황건태[1], 최종진[1], 김가연[1], 이삼녕[2], 류정호[1]. [1]*재료연구소*, [2]*한국해양대학교*

Capacitors with high energy density and high discharging rate have been attracting attention for electric vehicles and military applications, in which the rapid discharge of large amounts of electric energy is required. Since ferroelectric thin film of perovskite structure has different polarization characteristics according to its crystallographic orientation, the charged energy density can be tailored. In this study, we investigated the effect of the crystallographic orientation of PZT (52/48) thin films grown by chemical solution deposition on the energy storage capability and discharging rate. The {001} and randomly oriented PZT thin films were prepared and their dielectric and ferroelectric properties, stored energy densities, and discharging rates were characterized. The storage energy density of {001}-oriented film was found to be superior to that of other films, while its efficiency was nearly the same. It is believed that {001} oriented PZT thin film has great potential for use in high performance capacitors with large energy density.

P2-G1-5 Fabrication and Characteristic Evolution of Electro-magnetic Conductive Materials for Induction Heating of Ceramic Cookware

내열 세라믹 용기의 인덕션 가열을 위한 전자기유도용 도전소재 제조 및 특성평가

이상헌[1*], 이동원[1], 조명연[2], 김용남[1], 이종섭[3], 오종민[2]. [1]*한국산업기술시험원*, [2]*광운대학교*, [3]*카멜*

최근 아파트, 호텔 및 휴장시설에 청정성 및 안정성 때문에 인덕션 레인지의 활용도가 커지고 있다. 하지만 인덕션레인지는 기기 내의 코일에서 발생하는 유도전류 및 자기력을 이용해 자기적 성질을 지닌 용기 재질 바닥면에 와류 전류를 발생시켜 용기를 가열하는 방식이기 때문에 비철 소재나 유리 및 도자기와 같은 소재로 만들어진 용기는 인덕션레인지에 직접적으로 사용할 수 없는 문제점이 있

다. 이런 문제점을 해결하기 위해서는 용기 바닥면에 자기적 성질을 가진 도판을 부착하거나 용기 바닥면에 용사법 및 전사 코팅방법을 이용하여 전도성코팅을 형성하는 기법이 적용될 수 있다. 본 연구에서는 전사 코팅방법을 이용하여 내열 세라믹 용기 바닥면에 도전소재를 코팅하였으며, Ag, Cu, Ni 등과 같은 다양한 도전소재를 사용하여 전사 코팅방법에 응용 가능한 조성 개발 및 최적화 연구를 진행하였다. 또한 전사 코팅방법으로 제조된 내열 세라믹 용기를 대상으로 내구성 및 신뢰성 평가를 진행하였다.

P2-G1-6 Fabrication and Characteristics of Ceramic Substrate for Semiconductor Probe Card

메모리반도체 프로브 카드용 세라믹 기판의 제조 및 특성

이동원[1*], 이상헌[1], 김용남[1], 류두형[2], 조명연[3], 오종민[3]. *[1] 한국산업기술시험원, [2](주)우진WTP, [3] 광운대학교*

최근 DRAM/NAND Flash 메모리 반도체의 급격한 증가로 인해 저가격의 공용화 세라믹 기판의 수요가 급증하였고 이를 위해 열팽창계수가 낮고 내구성이 뛰어난 세라믹 기판 재료의 개발이 요구되고 있다. 현재 메모리반도체 프로브 카드용 세라믹 기판으로는 강도가 우수한 뮬라이트와 내열충격성이 강한 코디어라이트를 혼합하여 우수한 기계적, 열적, 전기적 특성을 가진 뮬라이트-코디어라이트 복합재료에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 본 연구에서는 열팽창계수가 실리콘 웨이퍼와 유사하고 우수한 기계적 특성을 가진 뮬라이트-코디어라이트 복합재료를 제조하기 위해 저열팽창계수와 고강도 특성을 만족하는 세라믹 조성개발 연구를 진행하였다. 세라믹 조성개발 연구를 위해 분무건조 조건, 분말 입자 크기 제어, 분말의 무게비 및 열처리 조건 등을 고려하여 세라믹 기판을 제조하였다. 또한 제조된 세라믹 기판을 대상으로 미세구조 관찰, 열적 및 기계적 특성을 평가하여 뮬라이트-코디어라이트 조성비에 따른 세라믹 기판과 물성 사이의 상관관계에 관하여 연구하였다.

P2-G1-7 Highly Stretchable, Photo-curable Polymer Composite Enabled by Systematic Urethane Linkage Control

우레탄 결합 제어를 통한 고연신, 광경화성 고분자 복합체 제조

정과정*, 양현승, 박성대, 이우성. *전자부품연구원*

Photo-curable polymers are widely used in 3D printing techniques for fabricating 3D-printed objects with high resolution. Particularly, flexible photo-curable polymer resin is of great interest because of its distinctive mechanical properties. Herein, the effect of urethane linkage on the mechanical property of polymer composite was studied. First, isocyanate terminated polyol was synthesized by reacting isocyanate compounds with bis(hydroxyalkyl) terminated polyol. Next, the pre-polymer was functionalized through introducing methacrylate groups at the end of the chains. The structure of photo-curable polymer was investigated by fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). To identify the effect of urethane linkage, viscosity and molecular weight were determined by viscometer and gel permeation chromatography (GPC). Mechanical properties of photo-curable resin were measured using universal testing machine. On increasing the urethane reaction time, elongation at break and tear strength of the photo-curable polymer increases. This study aims to demonstrate the importance of controlling the degree of urethane linkage for obtaining desirable mechanical property.

P2-G1-8 Effect of Oxygen Partial Pressure on the Properties of ZnO:(Ga,Sb) Thin Films Grown by PLD

PLD법으로 증착한 ZnO:(Ga,Sb) 박막의 산소 분압에 따른 특성 변화

이지원*, 이정아, 허영우, 이준형, 김정주. *경북대학교*

ZnO는 II-VI족 반도체로 3.4 eV의 넓은 band gap과 60 meV의 큰 Exciton binding energy로 인해 LED, LD 등 광전소자의 소재로 각광받고 있다. Intrinsic defect인 Zn interstitial과 O vacancy로 인해 ZnO는 기본적으로 n-type conduction을 띠게 된다. ZnO를 이용한 소자의 성능을 향상시키기 위해서는 p-type conduction을 띠는 ZnO에 대한 연구가 필요하다. 1족과 5족의 원소를 acceptor로 도핑하여 p-type ZnO를 제작하고 있지만 self-compensation과 낮은 acceptor solubility로 인해 안정한 p-type ZnO 제작에 어려움을 겪고 있다.

본 실험에서는 Pulsed Laser Deposition (PLD)으로 $ZnO:Ga_{0.01}Sb_{0.02}$ 박막을 제작하였다. Acceptor로 사용된 Sb의 고용량을 증가시키기 위해 co-doping 법을 이용하였으며, O vacancy와 관련된 self-compensation의 영향을 확인하기 위하여 oxygen pressure를 변화시키면서 박막을 증착하였다. 기판으로는 c-plane sapphire를 사용하였고 500°C의 증착 온도에서 oxygen pressure를 1-500 mTorr의 범위로 바꿔가며 증착하였다. 증착 시간은 2시간으로 고정하였다. 증착된 박막의 전기적, 구조적 물성은 XRD, SEM, XPS, Hall measurement 등을 사용하여 관찰되었다. $ZnO:Ga_{0.01}Sb_{0.02}$ 박막의 (0002) 면에 대해 pole figure 분석을 해보았을 때 (0002) 우선 배향으로 성장하였으나 일부 도메인은 32° 기울어진 상태로 성장하였음을 확인하였다.

P2-G1-9 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

이건주[1*], 김태은[1], 김용주[1], 조재현[1], 홍창효[1], 안창원[2], 조욱[1]. *[1] 울산과학기술원, [2] 울산대학교*

We investigated the effect of *A*-site deficiencies in $(1-x)Bi_{1/2}Na_{1/2}TiO_3$-$xBi_{1/2}K_{1/2}TiO_3$ (BNT-BKT) system to have an insight into the origin of the formation of relaxor ferroelectrics. The compositions were selected on $Bi_{1/2}Na_{1/2}TiO_3$ (BNT), $Bi_{1/2}(Na_{0.82}K_{0.18})_{1/2}TiO_3$ (BNKT18), $Bi_{1/2}(Na_{0.78}K_{0.22})_{1/2}TiO_3$ (BNKT22), $Bi_{1/2}(Na_{0.75}K_{0.25})_{1/2}TiO_3$ (BNKT25) and $Bi_{1/2}(Na_{0.45}K_{0.55})_{1/2}TiO_3$ (BNKT55), which include rhombohedral (BNT, BNKT15), morphotropic phase boundary (BNKT18, 22) and tetragonal phases (BNKT25, BNKT55). A-site deficiencies in BNT-BKT system were realized by taking a part of A-site cations artificially from the lattice of the $Bi_{1/2}(Na_{1-x}K_x)_{1/2-y}TiO_3$ (deficiency level y = 0, 1, 2, and 4). In pure BNT, with increasing *A*-site vacancy concentration, the polarization hysteresis loop becomes slimmer with a reduced negative strain, implying that the free energy minimum tips towards the relaxor state. Interestingly, the effect of vacancies was most significant in BNKT22, featured by the development of so-called constricted hysteresis and a large strain with little negative strain at 4 mol % of *A*-site vacancy concentration. In contrast, this effect seems ineffective at all in BNKT55. In this study, we present a series of experimental works to reveal the underlying mechanism for the role of vacancies on the stability of the long-range ferroelectric order within the context of crystallographic symmetry.

P2-G1-10 Ionic Conductivity Mechanism Analysis of La and Y co-doped Ceria

La, Y가 동시 첨가된 Ceria의 이온 전도 기구 분석

이지원*, 이호창, 이정아, 이준형, 허영우, 김정주. *경북대학교*
La와 Y의 총량을 20 at%로 고정하여 CeO_2에 동시 첨가 한 뒤, 임피던스 분석법으로 산소 공공의 transfer energy를 조사 하였다. Transfer energy는 dissociation energy와 migration energy로 나뉜다. 입자내에서 Dissociation energy는 주위 양이온과 결합된 산소공공이 결합을 끊고 free한 상태가 되는데 요구되는 energy이고, migration energy는 free한 산소 공공이 인접한 자리로 이동할 때 요구되는 energy이다. 입계에서 migration energy는 산소 공공이 넘어야할 space charge potential의 크기와 연관이 있다.

La 함량이 증가하고 Y의 함량이 감소할 수록 격자상수가 증가하여 입자 내부에서 산소 공공의 migration energy가 감소하였다. La과 Y이 2 : 18의 비율로 CeO_2에 첨가 될 때, 격자상수는 순수한 CeO_2의 격자상수와 거의 동일하다. 이 경우, 격자 내의 strain energy는 최소화 될 수 있었으며, 그 결과 입자 내부에서 산소 공공의 dissociation energy가 매우 낮아진다. 입계에서 migration energy는 La 함량이 증가함에 따라 감소 하였다. 이것은 dopant의 segregation 정도에 의해 설명 될 수 있으며, TEM-EDS로 확인하였다.

P2-G1-11 Energy Storage and Discharging Characteristics of $0.65Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$-$0.35PbTiO_3$ Thick Films by Aerosol-Deposition

AD공정으로 만들어진 $0.65Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$-$0.35PbTiO_3$ 필름의 에너지 저장 및 충방전 특성

김가연[1*], Haribabu Palneedi[1], 황건태[1], 임경원[1], Mahesh Peddigari[1], 이정우[2], 류정호[1]. *[1]재료연구소, [2]부산대학교*
Ferroelectrics are being used for various applications such as electric capacitors, memory devices, sensors and actuators thanks to their unique electric nature i.e., spontaneous polarization. Among these applications, ferroelectrics have high potential for the capacitors with high storage energy density with exceptionally rapid discharging rate. Amount of stored energy in ferroelectric materials is proportional to the outside area of the Polarization-Electric field (P-E) hysteresis loop of them. Thus, a relaxor ferroelectric (RF) can be an ideal candidate for such applications, since they have slimmer P-E hysteresis loop compare to that of the normal ferroelectric materials. In this study, 4um-thick $0.65Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$-$0.35PbTiO_3$ (PMN-PT) RF films were fabricated by Aerosol-Deposition (AD) on a platinized Si wafer and the energy storage and discharging characteristics were investigated with different post-annealing temperatures. It was found that the crystallinity and the energy storage characteristics were strongly influenced by the thermal annealing temperature of the films. The film annealed at 500°C showed higher energy storage density of 12.5 J/cm^3 and efficiency (80%), along with faster discharging (24 ns). It is believed that the AD PMN-PT thick films can be potential candidate materials for a capacitor bank of electric vehicles that discharges instantly.

P2-G1-12 Co-firing of PZT Piezoelectric Actuators using Cu Internal Electrodes

Cu 내부전극을 사용한 PZT 압전 액츄에이터의 동시소성

김재혁[1*], 여동훈[2], 신효순[2], 남산[1]. *[1]고려대학교, [2]한국세라믹기술원*
PZT는 우수한 압전 및 유전 특성으로 압전 액츄에이터에 많이 적용되고 있다. 일반적인 다층 압전 액츄에이터는 Ag-Pd 전극을 채용하고 있으나, Ag migration 현상에 의해 절연저항이 감소하는 문제점이 있다. 본 연구에서는, 이를 극복하기 위하여 내부전극으로 Cu를 적용하여 PZT와의 동시소성을 진행하였다. 그 결과, 산소 분압이 10^{-9} 이상일 경우 Cu 전극이 산화되었으며 10^{-11} 이하일 경우 PZT 세라믹이 환원되어 압전효과가 감소하였다. 환원분위기 내 탈지공정, 소결 온도 및 산소의 분압 제어를 통하여 Cu 내부전극의 산화를 억제하고, PZT의 내부결함을 최소화함으로써 우수한 압전 특성을 나타내었다.

P2-G1-13 Effect of Binder Content on Warpage Phenomenon in Co-firing of Cordierite/W Electrode

코디어라이트/W 전극의 동시소성에서 바인더 함량이 시트 휨 현상에 미치는 영향

임진현[1*], 김시연[2], 여동훈[3], 신효순[3], 정대용[1]. *[1]인하대학교, [2]고려대학교, [3]한국세라믹기술원*
코디어라이트는 alumina-magnesia-silica 계 화합물로 높은 열충격 저항성과 낮은 열팽창 특성으로 인하여 내열 충격성이 우수하며, 높은 전기절연성과 낮은 유전 특성을 가지므로 세라믹 히터로 적용하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 W 전극과 코디어라이트 시트를 동시소성 할 경우, 이종 간의 수축률 차이로 인하여 시트가 휘는 warpage 현상이 발생하여 히터의 물성과 발열 특성이 저하되는 문제점이 있다. 본 연구에서는 코디어라이트 시트의 수축률 제어를 위하여 분산을 최적화시킨 코디어라이트 슬러리에 유기물 함량에 따른 시트의 충진밀도를 비교분석하여 warpage를 확인하였다. 그 결과, 유기물 함량이 42 Vol%일 경우 200-500 μm의 warpage가 나타났으며, 33 Vol%일 경우 50-250 μm로 최소화되는 것을 확인하였다.

P2-G1-14 Effect of Thermal and Mechanical Properties of Ceramics on the Taper PhenomenonI Induced by Nanosecond Pulse Laser

나노초 펄스레이저를 이용한 미세 홀 가공에서 세라믹의 열적, 기계적 물성이 테이퍼 현상에 미치는 영향

임진현[1*], 김시연[2], 여동훈[3], 신효순[3], 정대용[1]. *[1]인하대학교, [2]고려대학교, [3]한국세라믹기술원*
반도체 산업의 발달에 따라 반도체 검사용 장비인 프로브 카드에 대한 수요가 증가하고 있다. 특히, 프로브 카드의 핵심부품인 세라믹 가이드 플레이트는 반도체 칩이 소형화되고 고집적화 됨에 따라 홀 크기와 피치가 점점 작아져 미세 홀 가공에 대한 필요성이 증가하고 있다. 따라서 비접촉식으로 정밀한 가공을 구현할 수 있는 레이저를 이용한 미세 홀 가공에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 레이저 가공은 열영향으로 인한 문제점과 상부 홀과 하부 홀의 크기 편차가 나타나는 테이퍼 현상으로 인하여 기판 가공에 많은 어려움을 겪고 있다. 본 연구에서는 알루미나 기판과 무수축 기판 상에 나노초 펄스레이저를 이용한 미세 홀 가공을 통해 두 기판의 가공특성을 비교해 봄으로써 미세 홀 가공에 영향을 미치는 임계가공 펄스에너지와 세라믹의 밀도, 열적 특성 등의 상관관계를 규명하였다.

P2-G1-15 Study of the Properties of Thermally Conductive Molding compounds by Combining Inorganic Filler

무기필러 복합화에 따른 열전도성 몰딩소재의 물성 연구

정혜진*, 박성대, 양현승. *전자부품연구원*
전기자동차의 전력변환 효율 증가 및 경량화를 통한 연비향상을 위해 각 모듈의 성능 개선에 중요한 역할을 하는 고방열 몰딩 소재의 중요성이 커지고 있다. 고방열 몰딩소재 제작을 위해서는 매트릭스 수지 내 열전도성 무기입자의 분산성 제어를 통해 무기입자 사용량을 감소시키고 몰딩소재의 레올로지 (ex : 점도) 및 열전도도 특성

을 향상시켜야 한다. 본 연구에서는 내열성, 내 전압 특성을 가지고 있는 실리콘 수지에 세라믹 무기입자를 복합화함으로써 고방열 절연 몰딩소재 제작을 하였고, 고방열 세라믹 무기입자로는 높은 열전도도, 절연 특성 및 가격 경쟁력을 가지고 있는 알루미나(Al_2O_3)와 산화 마그네슘(MgO)을 사용하였다. 특히, 실리콘 수지내 입자의 분산성 및 레올로지 개선을 위해서 다양한 실란 화합물을 이용한 무기입자의 표면처리 공정을 진행하였다. 열전도도 극대화를 위해서, 다양한 사이즈 (90, 45, 32, 10 um)의 무기입자를 복합함으로써 Bi-modal, Tri-modal 네트워크 형성을 진행하였고, 56 vol%의 무기입자를 복합했을 때, 1.5 W/mK 이상 급의 몰딩 소재를 제작할 수 있었다.

P2-G1-16 Quantum Dots Decorated-TiO_2 Nanostructures for Efficient Solar Seawater-splitting

양자점을 이용한 이산화티타늄 나노구조의 태양광 해수분해 효율 증가

이상우*, 윤철민, 이준봉, 이호진, 조아영, 최택집. *세종대학교*

Various transition metal oxides with nanostructures, such as nanosheets, nanowires and nanotube have been used as the photoanode materials to enhance a large active surface area for electrochemical reactions. Such a nanomaterials facilitates charge transport and reduces recombination of photogenerated carriers. However, TiO_2 nanostructures have still been limited visible light absorption due to large band-gap. In this work, we have successfully fabricated quantum dot decorated-TiO_2 nanotube (QD-TNT) prepared by anodization as active photoanode for seawater splitting. By combing a fast charge transport path along nanotube and enhanced light absorption, photoelectrochemical performance of QD-TNT in real seawater electrolyte has been significantly improved Its photocurrent density reached up to 1.93 mA/cm^2, which is much larger than that of TNT. In addition, we have studied stability of QD-TNT in alkali solutions.

P2-G1-17 Inducing Multiferroic Properties in Psudo-cubic Nickel Ferrite Through a Forced Oxygen Deficiency

국부 결함을 통한 니켈 페라이트 세라믹 재료에서의 다강체 특성 유도

조재현[1*], Haribabu Palneedi[2], 류정호[3], 조욱[1]. *[1]울산과학기술원, [2]재료연구소, [3]영남대학교*

Ferrites have attracted considerable attention because of their interesting magnetic and electrical properties with chemical and thermal stabilities. Among these ferrites is the nickel ferrite ($NiFe_2O_4$, NFO), which has extensively studied recently in a variety of applications such as spintronics, gas sensors, lithium ion batteries, and magnetostrictive devices. 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. The most common practice has been to fill up the remaining tetrahedral sites with foreign ions of a different magnetic moment. Here we present a new way to achieve the goal at a more fundamental level by introducing non-stoichiometry into the system, especially by generating oxygen deficiency. The results and discussion on the current work will be presented.

P2-G1-18 Fast Growth of GdBCO Superconducting Film Prepared by Fluorine-Free MOD Process

불소 없는 유기금속증착법으로 제조한 GdBCO 초전도 박막의 빠른 성장

채수진*, 유상임, 박인성. *서울대학교*

Metal organic deposition (MOD) process is known as a cost-effective non-vacuum technique which can produce high performance REBCO CCs. The conventional TFA-MOD method produces the HF gas which is not only time-taking but also environmentally harmful. Thus, in this study, we tried to fabricate GdBCO films with Fluorine-Free MOD process, and focus on optimizing calcination conditions to get high density amorphous films after the first heat treatment. The propionate-based coating solution was prepared using fluorine-free Gd, Ba, Cu precursors, and it was coated on the $SrTiO_3$ (001), and $LaAlO_3$ (001) single crystal substrates by the spin-coating method. As-coated films were calcined at the two step temperature zone. first, stay 1 h at 200°C in Ar/O_2 atmosphere and then up to 500°C in 10^{-5} mtorr dry atmosphere. Finally, as-calcined films were fired at over 800°C in the oxygen pressure of 150 mTorr within 2min to fabricate GdBCO films. This process was performed in a reel-to-reel furnace to investigate a fast conversion from amorphous as-calcined film to GdBCO crystalline film. The growth rate of GdBCO film could be greatly improved by this method. 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). Part of this study has been performed using facilities at IBS center for Correlated Electron Systems, Seoul National University.

P2-G1-19 Nitrification and Sintering Condition Effect on High Temperature Electrical Conductivity of Y_2O_3- and TiO_2 -Doped AlN Ceramics

Y_2O_3- 및 TiO_2 - 첨가계 AlN 세라믹스의 고온 전기 전도도에 대한 질화 및 소결조건의 영향

이은실[1*], 김종영[2], 심우영[1]. *[1]연세대학교, [2]한국세라믹기술원*

Recently, as more semiconductor manufacturing processes have come to require high-resolution lithography, even at high temperatures, there is an increasing need for a ceramic material that can maintain electrostatic force even at high temperatures. Hence, a material that can maintain the electric resistance ($> 10^8$ Ω·cm at 500°C) and have a high dielectric constant at high temperatures is needed. In this work, urea ($CO(NH_2)_2$) and TiO_2 were added to AlN, then the microstructural differences according to additives and sintering conditions and the electrical conductivity of AlN ceramics were investigated. When the urea is added to the AlN matrix, the urea reacts directly with the impurity of Al_2O_3 to convert it to AlN, or the ammonia which is formed due to the decomposition of urea at high temperatures, may cause the nitrification reaction. The reduced Al_2O_3 content decreases Al vacancies, which are the main carriers, and decreases species with positive charge. It is expected that the

activation energy (*Ea*) will decrease when the nitrification reaction occurs because species, which can be paired with the Al vacancies, decrease. Actually, the calculated *Ea* of urea added AlN is lower than that of urea-free AlN and as the urea content increases, the *Ea* decreases. The reduced *Ea* hinders a sharp decrease in volume resistance at high temperatures. As a result, we can synthesize AlN ceramics with high density and high volume resistance at high temperatures by nitrification using urea as an additive.

P2-G1-20 Effect of $BaHfO_3$ Dopant on the Superconducting Properties of $EuBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ Films Fabricated by Pulsed Laser Deposition

펄스 레이저 증착법으로 제조된 $EuBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ 박막의 초전도 특성에 $BaHfO_3$ 도펀트가 미치는 영향

박유진*, 오원재, 유상임. *서울대학교*

We report the superconducting properties of $BaHfO_3$ (BHO)-doped $EuBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (EuBCO) films fabricated on CeO_2-buffered MgO (100) single crystal substrates by Pulsed Laser Deposition (PLD). BHO-doped EuBCO coated conductors (CCs) have been reported as a promising candidate for the next generation superconducting wire, since their critical current densities (J_c) are superior to that of BHO-doped GdBCO CCs with increasing the thickness up to ~ 3.6 μm. However, the effect of BHO dopant on the superconducting properties of the EuBCO film has never been fully clarified yet. Thus, in this work, we tried to optimize the BHO doping content in the EuBCO film, based on the results of measuring the critical temperature (T_c) and flux pinning properties. For this purpose, Various EuBCO films with x mol % BHO dopant (x = 0, 2.5, 3.5, 5, 7.5 and 10) were fabricated using the EuBCO + BHO mixed target. Samples were characterized by X-ray diffraction (XRD), Field Emission-scanning Electron Microscopy (FE-SEM), *R-T* measurement system, and Magnetic Property Measurement System (MPMS). Details will be presented for a discussion.

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20131010501800). And Part of this study has been performed using facilities at IBS Center for Correlated Electron Systems, Seoul National University.

P2-G1-21 Effects of Sintering Conditions on the Electrical Conductivity of Y_2O_3 and MgO Doped AlN Ceramics

Y_2O_3를 첨가계 AlN의 소결조건과 MgO 도핑에 따른 전기전도도의 영향

유동수[1*], 김종영[1], 이은실[2]. [1] *한국세라믹기술원*, [2] *연세대학교*

High temperature electrical conductivity of Aluminum Nitride (AlN) ceramics sintered with Y_2O_3 as a sintering aid has been investigated with respect to various sintering conditions and MgO-dopant. When magnesium oxide is added as a dopant, spinel phases are formed as second phases, which affects the electrical properties. The effect leads to reduction of activation energy and increased electrical resistivity. This is a result of removal of some Al_2O_3 impurity that makes carrier decrease. When the sintering temperature decreases, grain growth was reduced, which leads to a reduction of activation energy and increased electrical resistivity.

P2-G1-22 Growth of $0.96(K_{0.48}Na_{0.52})(Nb_{0.95}Sb_{0.05})O_3$-$0.04Bi_{0.5}(Na_{0.82}K_{0.18})_{0.5}ZrO_3$ Lead-Free Piezoelectric Single Crystal by Solid State Single Crystal Growth

고체 단결정 성장법을 이용하여 $0.96(K_{0.48}Na_{0.52})(Nb_{0.95}Sb_{0.05})O_3$-$0.04Bi_{0.5}(Na_{0.82}K_{0.18})_{0.5}ZrO_3$ (리드를 포함되지 않는 압전재료)의 성장에 대해 연구

M. Meng, T. L. Pham, J. S. Lee and J. G. Fisher*. *Chonnam National University, Korea*

Ceramics based on $(K_{0.5}Na_{0.5})NbO_3$ with a merged rhombohedral-tetragonal phase transition are receiving extensive study as lead-free replacements for $Pb(Zr,Ti)O_3$ piezoceramics [1, 2]. It is expected that the piezoelectrical properties can be improved further by using single crystals; however, these materials tend to have complex compositions, making growth of single crystals difficult. In this work, the growth of single crystals of $0.96(K_{0.48}Na_{0.52})(Nb_{0.95}Sb_{0.05})O_3$-$0.04Bi_{0.5}(Na_{0.82}K_{0.18})_{0.5}ZrO_3$ using the solid state single crystal growth technique is described. In this technique, ceramic powders are prepared by the mixed oxide method. Seed crystals of $KTaO_3$ are buried in the powders and pressed into pellets. The pellets are sintered and single crystals of the ceramic powder composition grow onto the seed crystals. This technique is suitable for the growth of single crystals of complex composition because it does not involve melting and resolidification of the batch materials.

The microstructure of the grown single crystals and surrounding matrix grains is examined using scanning electron microscopy. Chemical composition is examined using energy dispersive spectroscopy. The structure and phase transitions of the single crystals is studied using microRaman scattering. The dielectric and ferroelectric properties are also measured.

P2-G1-23 Effects of Dopant and Sintering Atmosphere on Sintering Behavior in Y_2O_3 Ceramics

Y_2O_3 세라믹스의 도펀트 첨가 및 분위기에 따른 소결 거동

이지원*, 김창훈, 이정아, 이준형, 허영우, 김정주. *경북대학교*

Y_2O_3는 높은 융점과 고온 안정성을 가지며, 내식각성과 화학적 안정성이 우수하다. 또한 적외선 (IR) 영역의 파장에 대한 투과도가 80% 이상으로 매우 우수한 적외선 투과도를 가지며 가시광 영역에서도 75% 이상의 투과도를 갖는 특징이 있다. 이러한 특성 때문에 열추적, 적외선 미사일 유도장치 보호용 돔 (IR-window), 반도체 장비 챔버 윈도우 그리고 고체 레이저 재료로 응용이 가능하다. 그러나 소결 온도가 1600°C 이상의 고온이 필요하며 투명한 소결체를 얻기 위해서는 vacuum sintering, SPS sintering 및 HIP과 같은 고온 고압의 공정이 요구된다. 본 실험에서는 난결성인 Y_2O_3의 높은 소결 온도를 낮추기 위해 다양한 도펀트를 단독 doping 및 co-doping을 하였으며 소결 온도와 소결 분위기를 조절하였을 때의 소결 거동과 미세구조 변화를 TMA, XRD 및 FE-SEM 등을 통하여 관찰하였다.

P2-G1-24 Thermoelectric Properties of $Bi_2Se_xTe_{(3-x)}$ n-type Thermoelectric Material with Se Content by Rapid Sintering Process

Rapid Sintering 공정으로 제조한 $Bi_2Se_xTe_{(3-x)}$ n-type 열전소재의 Se 함유량에 따른 열전특성

이창현[1*], 신효순[2], 여동훈[2], 남산[1]. [1] *고려대학교*, [2] *한국세라믹기술원*

친환경 소자인 열전소자는 버려지는 열 에너지를 전기에너지로 또는 전기에너지를 열 에너지로 전환 시켜주는 소자이다. 대표적 열전소재인 Bi_2Te_3는 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 발생율 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 후 가공 비용이 높다는 단점을 갖는다. 따라서 본 연구에서는 n-type Bi-Te계 열전소재인 $Bi_2Se_xTe_{(3-x)}$ powder를 mechanochemical법으로 합성 후 일축가압 성형법으로 bulk를 제조 하였다. 위의 방법으로 제조한 bulk를 양산을 고려한 rapid sintering process법으로 환원분위기에서 소결하여 고밀도의 열전소재를 제조하고자 하였다. 또한 제조한 $Bi_2Se_xTe_{(3-x)}$ bulk의 selenium 치환량에 따른 열전특성을 평가하기 위하여 열전도도, 전기전도도 및 seebeck coefficient를 측정한 후 ZT, power factor 등의 변화를 관찰하고자 하였다.

P2-G1-25 Electrical and Structural Characteristics of ZnO:Al,P thin films by RF-Magnetron Sputtering

RF-magnetron sputtering법으로 증착한 ZnO:Al,P 박막의 전기적 및 구조적 특성

신승학*, 이정아, 이준형, 허영우, 김정주, 이상욱. *경북대학교*

투명 전도 산화물 (Transparent Conducting Oxides:TCOs) 중 가장 널리 알려진 ZnO는 wide bandgap (3.37 eV) 와 large excition binding energy (60 meV) 값으로 인해 차세대 TCO, 발광소자 등의 소재로 각광받고 있다. ZnO는 전자를 내어놓는 intrinsic한 defect인 Zn_i, V_O로 인해 n-type 특성을 나타내어 p-type ZnO를 제작하는데 어려움이 있다. 현재 p-type ZnO를 제작하기 위해 도핑을 하는 방법이 널리 알려져 있는데, 이 때 단일 원소 도핑 뿐 아니라 억셉터의 고용량을 증가시키기 위하여 도너와 억셉터를 co-doping하는 방법이 있다. 이러한 co-doping은 strain energy와 electrostatic energy를 감소시켜 dopant 고용한계를 증가시키고, 억셉터-도너-억셉터 형태의 cluster를 형성시켜 deep level에 있는 V_{Zn} level을 낮추는 역할을 하게 된다. 또한 기판과 박막사이의 strain을 줄이기 위하여 buffer layer를 사용하는 방법 또한 제시되고 있다. ZnO buffer layer를 사용하게 되면 박막의 roughness가 줄어들고 투과도, carrier concentration 값이 증가 한다고 보고되고 있으며, ZnO buffer layer의 결정성이 doped-ZnO에 영향을 준다는 연구가 보고되었다. 본 연구에서는 RF-magnetron sputtering 법을 이용하여 c-plane sapphire 기판 위에 다양한 증착온도의 ZnO buffer layer를 증착하고 그 위에 Al과 P를 co-doping한 p-type ZnO:Al,P 박막을 증착하였다. ZnO buffer layer는 증착 온도에 따라 phi-scan와 pole-figure로 분석한 orientation이 달라지는 것을 관찰하였고 이 현상의 원인에 대하여 분석하였다. 또한 buffer layer가 ZnO:Al,P 박막에 미치는 전기적, 구조적 영향에 대하여서도 관찰하였다. 본 실험은 ZnO buffer layer를 사용하여 hall concentration이 1.18E+16인 p-type ZnO:Al,P 박막을 제작하는데 성공하였고, 이는 XRD, phi-scan, pole-figure, hall effect, FE-SEM을 이용해 분석 하였다. 이러한 p-type ZnO:Al,P 박막을 이용하여 p-n homojunction diode를 제작하였고, 접합에 대한 가능성을 제시할 수 있었다.

P2-G1-26 Magnetic Properties in Cu-Ni-Zn Ferrite Thin Films by Spin-Spray Deposition

양형우*, 이우성. *한국전자부품연구원*

We report on the well-crystallized Cu-Ni-Zn ferrite thin films on flexible polyimide (PI) substrates using a spin-spray deposition method and discuss their magnetic properties. Structure analysis indicates that the crystal structure of Cu-Ni-Zn ferrite film is spinel, which also have a columnar structure normal to the surface. The Cu-Ni-Zn ferrite films exhibit high permeabilities that exceed the Snoek's limit for typical bulk ferrite. Cu-Ni-Zn ferrite films have relatively high permeability $\mu' \sim 500$ and $\mu'' \sim 1$ up to 50 MHz, and is promising to be used as thin film devices such as an antennas and inductors. The spin-spray deposited Cu-Ni-Zn ferrite films exhibiting high magnetic properties at both low and high frequencies provide great opportunities for fundamental studies and novel magnetic devices.

P2-G1-27 Effects of Frit Composition and Amount on the Characteristics of NTC Thermistors for Low Temperature Sintering

저온 소결용 NTC 서미스터의 특성에 미치는 Frit 조성과 양의 영향

구본급*. *한밭대학교*

In order to study the NTC thermistor that can be fired at low temperature co-firing, the influence composition and amounts of the lead free glass frit on the electrical properties of the NTC thermistor of $Mn_{1.85}Ni_{0.25}Co_{0.9}O_4$ basic composition was studied. The larger the amount of frit added, the more compact the sintered body and the higher the shrinkage rate. The densities of the sintered bodies were high when frit with low softening temperature was used. As the amount of frit increased, the electrical resistivity and B constant were increased. The sintering characteristics of the specimen sintered at 1000°C with 10 wt% frit added to the basic NTC composition were similar to those of the specimen sintered at 1200°C without frit. When 10 wt% of frit with low softening temperature was added and sintered at 1000°C, the resistivity and B constant of NTC thermistor were similar to those of NTC thermistor sintered at normal temperature.

P2-S11-1 Investigation of Dielectric Properties of 2D Single Layer Dielectric Nanosheet

2차원 유전체 단결정 나노시트의 유전 특성

임해나[1]*, 류소연[1,2], 성영은[3], 최지원[1]. [1] *한국과학기술연구원*, [2] *고려대학교*, [3] *서울대학교*

The searching for new two-dimentional (2D) materials and organization of them become a very important issue with the development of nanoscale devices. 2D Dion-Jacobson phase nanosheets have attracted attention as high-k dielectric materials which show the great dielectric properties even for thickness down to 20 nm. Generally, the dielectric properties of 2D dielectric nanosheets are measured as few layer stacked films to avoid leakage path. Therefore, the dielectric properties of the single nanosheet, which is a very important to understand the material, are rarely investigated so far. Here, we demonstrate the properties of single perovskites Bi-substituted $Sr_2Nb_3O_{10}$ nanosheet. The monolayer of dielectric nanosheets is deposited by Langmuir-Blodgett method and the top electrode is deposited using in-situ electrode fabrication technique.

We estimate the leakage current density and dielectric properties according to the layer.

P2-S11-2 Energy Storage Properties of $Bi_{1.5}Zn_{1.0}Nb_{1.5}O_7$ Thick Films Prepared on Flexible Metal Foil by Aerosol Deposition Method

유연한 기판위에 증착된 나노 결정립의 $Bi_{1.5}ZnNb_{1.5}O_7$ 후막의 에너지 저장 특성

김진우[1*], 임지호[1], 김승현[2], 구창영[3], 류정호[4], 정대용[1]. [1]*인하대학교*, [2]*Brown University*, [3]*퀸테스*, [4]*영남대학교*

In this study, $Bi_{1.5}Zn_{1.0}Nb_{1.5}O_7$(BZN) thick films were prepared on flexible metal substrates for flexible energy storage capacitor. Dense BZN thick films with thickness of 6~10 μm were deposited at room temperature by aerosol deposition method. They were annealed at various annealing condition (400, 500 and 600°C for 2 h) and their energy storage properties were measured. As a result, the BZN films annealed at 400°C showed the highest discharged energy density (8.87 J/cm^3) at 1400 kV/cm. The relative permittivity, which is measured with low electric field, was stable up to 250°C, and the discharged energy density, which is measured with high electric field, was stable up to 125°C.

P2-S11-3 Characteristics of $KCa_{2(1-x)}A_{2x}B_{n-3}Nb_nO_{13}$ Nanosheets by Soft Chemical Method

소프트 케미컬법에 의한 $KCa_{2(1-x)}A_{2x}B_{n-3}Nb_nO_{13}$ 나노시트의 특성

류소연[1,2*], 남산[2], 최지원[1]. [1]*한국과학기술연구원*, [2]*고려대학교*

Two-dimensional (2D) materials have attracted attention due to their unique properties. 2D nanosheets with atomic or molecular thickness and infinite planar lengths have been emerging as important new materials. In particular, nanosheet-based 2D materials are being applied in various fields such as all nanosheet FETs, spinelectronic devices, photocatalyst, etc. Among a variety of oxide nanosheets, those derived from layered perovskites are intriguing due to their high flexibility in terms of composition and structure and their rich pool of useful properties. Moreover, it is well known that perovskite nanosheet are strongly influenced by composition.

$KCa_2B_{n-3}Nb_nO_{3n+1}$ is one of the prominent structural features of layered perovskites. A series of 2D niobate nanosheets with a thickness control were synthesized by chemically delaminating precursory layered perovskites into their unilamellar layers.

In this work, we investigated dielectric properties and characteristics of $KCa_{2(1-x)}A_{2x}B_{n-3}Nb_nO_{3n+1}$ (KCABNO x = 0~0.1, n = 3~4)) and acid-treated KCABNO (HCABNO). The compositional dependence behavior of KCABNO and HCANNO were analyzed through Scanning Electron Microscope (SEM), X-ray diffraction (XRD), Atomic Force Microscope (AFM) and dielectric properties.

P2-S11-4 Growth of Pore-less $BaTiO_3$ Single Crystal by Solid State Reaction

고상소결법을 이용한 기공 없는 $BaTiO_3$ 결정 성장법

이승희*, 정대용, 임지호, 박춘길. *인하대학교*

$BaTiO_3$ single crystals were grown from the dense ceramics made by Aerosol deposition method, using Solid State Single Crystal Growth method. [100] or [110] – oriented $SrTiO_3$ seed crystals were adapted for grain growth. Solid State Single Crystal Growth (SSCG) has been intensively studied due to the low cost and compositional variations. However, the SSCG method also has some disadvantages, for instant, pores are trapped inside the single crystal. Pores are usually from the pores in ceramics for grain growth. Using Aerosol Deposition Method, $BaTiO_3$ powder was deposited on $SrTiO_3$ seed crystals. The film that has highly dense structure, no micro cracks or pores was made by AD Method. Then the film was annealed at 900°C to 1500°C for single crystals without pores to grow on the seeds. X-ray diffraction analysis shows that the single crystals was grown following the seed directions. Scanning electron microscopy (SEM) micrograph revealed that grain growth behavior depended on annealing temperature and heating rate. We confirmed that pore-less single crystal can be fabricated by AD Method.

P2-S11-5 The Properties of M-doped SnO_2/Ag/M-doped SnO_2 Multilayer Structure Deposited on PET Substrate for Flexible Display

플렉시블 디스플레이 용 PET 기판 위에 증착 된 M 도핑 SnO_2/Ag/M 도핑 SnO_2 다층 구조의 특성

장주희*, 최지원. *한국과학기술연구원*

There is increasing attention to improving transparent conductive electrodes for next generation displays that are being developed for energy and electronics. The advanced devices require new electrodes with lower resistivity and higher transmittance previously achieved. The oxide-metal-oxide (OMO) multilayer structure has been studied because it can be obtained low resistivity, high transmittance as well as flexibility. The oxide layer in OMO multilayer is important factor due to obtaining high transmittance by anti-reflective effect and protecting metal layer from oxidation. In addition, it assists to obtain thin and smooth metal layer. As a oxide layer, SnO_2 based film has been researched because is inexpensive and has wide band gap (3.6 eV). In this work, we fabricated OMO multilayer using M-doped SnO_2 optimized by CCS method. Then Electrical and optical properties of M-doped SnO_2/Ag/M-doped SnO_2 deposited on PET were measured by 4 point probe and UV-Visible-spectrometer, respectively.

P2-S11-6 Low-Temperature Synthesis of Nano-sized $BaTiO_3$ Powders by Microwave Heat-treatment with Solid State Reaction

마이크로웨이브 고상합성법을 이용한 저온에서의 $BaTiO_3$ 나노분말 합성

윤병규*, 장내형, 윤한솔, 조남희. *인하대학교*

$BaTiO_3$는 페로브스카이트 구조의 강유전체 재료로써, Multilayer ceramic capacitor, piezoelectric devices 등과 같은 전자디바이스에 광범위하게 쓰이고 있다. 특히, 나노소자를 염두에 두고 고상합성법, 졸-겔법, 수열합성법 등의 방법으로 나노미터 크기를 갖는 $BaTiO_3$ 나노분말 제조 방법에 관한 연구가 주목받고 있다. 그중 고상합성법은 공정이 간단하고 대량생산에 유리한 장점이 있지만 높은 공정온도와 긴 공정 시간이 필요하여 나노미터 크기의 분말을 만드는 데 한계가 있다.

기존의 고상합성법의 한계를 극복하고자, 본 연구는 마이크로웨이브 하에서 초기 원료물질의 분극성 작용기 유무에 따라 $BaTiO_3$ 결정 생성과성장에 미치는 영향을 조사하였다. 합성된 $BaTiO_3$ 분말 및 초기원료의 결정상과 구조적 변화를 파악하기 위해 X-ray diffraction (XRD; Rigaku, Multiflex 3 kW) Fourier transform Raman (FT-

Raman; Bruker, RFS-100/S) 을 이용하였고 합성된 분말의 입경 및 입도분포를 조사하기 위하여고분해능주사전자현미경 (HR-SEM; Hitachi, SU-8010)을 활용하였다. 실험결과 분극성 작용기가 있는 원료물질을 사용 할 경우 공정온도 100°C에서 $BaTiO_3$ 결정이 형성되는 것이 관찰되었다. 이는 기존 고상합성법의 공정온도보다 ~500°C 낮은 온도이다.

본 발표에서는 마이크로파 가열 기법을 활용해 제조된 $BaTiO_3$ 특성을 고찰하고, 특히 초기원료의 분극성 작용기 유무에 따라 마이크로파 가열 과정에서 $BaTiO_3$ 합성에 미치는 영향을 기존의 고상합성 방법과 비교하여 결과를 발표하고자 한다.

P2-S11-7 Enhancement of Piezoelectric Properties by the Growth of $0.8(Na_{1/2}Bi_{1/2})TiO_3$-$0.2(Sr_{0.7}Ca_{0.3})TiO_3$ Single Crystal by the Solid State Crystal Growth technique

단결정 성장 기술을 활용하여 단결정성잔시킨 $0.8(Na_{1/2}Bi_{1/2})TiO_3$-$0.2(Sr_{0.7}Ca_{0.3})TiO_3$ Si를 이용한 압전 특성향상

Le Gia Phan*. *Chonnam National University*

The work current In, single crystals of $0.8(Na_{1/2}Bi_{1/2})TiO_3$-$0.2(Sr_{0.7}Ca_{0.3})TiO_3$ were successfully fabricated by the Solid State Crystal Growth (SSCG) technique. Single crystals were grown on both [110] and [001] - oriented $SrTiO_3$ seed crystals. The relative permittivity vs.. The temperature curves of the crystals showed relaxor ferroelectric behavior, a rhombohedral to tetragonal phase transition temperature of ~ 155°C and a relative permittivity of maximum temperature of ~ 300°C. The ferroelectric and piezoelectric properties of a single crystal exhibit a significant improvement in polarization hysteresis loop and strain magnitude compared to a ceramic sample. Normalized A strain in the single crystal of 374 pm /V at 5 kV/mm showed an increase of 54.5% in the single crystal sample as compared to the polycrystalline sample.

P2-S11-8 Effect of 2-d Mica Nanosheets on the Formation of Polar Phase in Poly(vinylidene fluoride)

2차원 마이카 나노시트의 Poly(vinylidene fluoride) 극상 형성에 대한 효과

고유민*, 신회섭, 조현승, 배현정, 권도균. *한국항공대학교*

As development of hybrid or electric vehicles industry increases the interest about polymer capacitors has been raised. Currently commercially available polymer capacitors based on polypropylene (PP) have excellent breakdown strength, low energy density and low dielectric permittivity. To improve its disadvantages like energy density, studies have been conducted to replace PP with ferroelectric polymer poly(vinylidene fluoride) (PVDF). Since it is difficult to form and maintain polar phases of PVDF, in this study, exfoliated mica nanosheets are introduced to enhance breakdown strength and the formation of polar phases of PVDF. It is confirmed that mica in PVDF affects strengthening of b-phase and g-phase and weakening of a-phase because of hydrogen bonding between hydroxyl groups of mica and $-CF_2$ groups of PVDF molecules. The enhanced formation of polar phases was observed using X-ray diffraction spectroscopy (XRD), fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR). Also, dielectric permittivity and P-E loops of the nanocomposites were measured in wide frequency range.

P2-S11-9 Low Temperature Sintering of BNT-ST-BF Lead-free Piezoelectric Ceramics

BNT-ST-BF 무연 압전 세라믹스의 저온소성 연구

이재신*, 이창헌, 김성현, 한형수. *울산대학교*

$(Bi_{1/2}Na_{1/2})TiO_3$·$SrTiO_3$ (BNT-ST)는 저 전계에서 변형특성이 다른 무연계 압전소재에 비해서 뛰어나다. 하지만 BNT-ST 계 무연 압전소재는 현재까지 많은 연구가 진행되지 않은 상태이다. 본 연구에서는 CuO가 0.01 mol 과잉 첨가된$(Bi_{1/2}Na_{1/2})TiO_3$·$SrTiO_3$·$BiFeO_3$ (BNT-ST-BF) 세라믹스의 유전 및 압전특성을 살펴보았다. 치밀한 세라믹 시료를 얻기 위해서는 1175°C 이상의 소결온도가 요구되었으나, CuO를 미량 첨가하면 1000°C에서도 충분한 소성밀도를 얻을 수 있었다. 반면에 CuO를 첨가함에 따라 완화형 강유전성이 더 안정화 되어 정규-완화형 강유전체 전이점이 저온으로 이동하였고, 압전 전하상수 d_{33} 값도 저하되었다. 그러나 전계유기 변형 특성은 향상되어 액추에이터 분야의 응용 가능성을 보였다.

P2-S11-10 Effects of *A*/*B*-site Modification on the Electrical Properties and Conduction Mechanism of Nonstoichiometric $BiFeO_3$ Ceramics

$BiFeO_3$ 세라믹스의 A/B자리 치환에 대한 전도메커니즘 및 전기적 특성

김준찬*, 박철민, 우정욱, 백승봉, 이순일, 송태권, 김원정, 김명호. *창원대학교*

A/*B*-site modification in bismuth ferrite ($BiFeO_3$, BFO) is expected to exhibit interesting ferroelectric and conduction properties. In this work, aliovalent cations modifications were carried out in order to improve the structural, dielectric and high-temperature conduction performance of the materials. The polarization response and dielectric properties were improved by the addition of small amount of *A*/*B*-site cations (Ba^{2+}/Ti^{4+}) and optimal amount of Bi_2O_3 in BFO ceramics. To better understand the effects of defects, the electrical conductivity was investigated under various oxygen partial pressures (pO_2) at high temperatures.

P2-S11-11 Study on Physical Modeling of $BaTiO_3$ Thin Films for High Performance Humidity Sensor via High Speed Powder Spray Process

고속 분말 분사 공정으로 제작한 고성능 $BaTiO_3$ 감습막의 물리적 모델 연구

김익수*, 조명연, 김원중, Jun-Ge Liang, 김은성, 김남영, 오종민. *광운대학교*

최근 들어 습도 변화에 민감한 산업기술, 기상, 의료, 환경 등 사회 전반에 걸친 다방면에서 기존보다 더 정밀하고 신뢰성 있는 습도센서가 요구되고 있다. 이로 인해 감지 범위가 넓고 빠른 응답성과 높은 내구성을가진 세라믹 감습막 기반 정전용량형 습도센서가 주목받고 있다. 하지만, 일반적인 세라믹 감습막 제작 공정은 고열처리 공정이 필수적이며, 열처리를 이용한 공정은 세라믹 필름 내부조성의 변화를 일으킬 뿐만 아니라 공정이 복잡하다는 단점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 상온 저 진공에서 고속으로 세라믹 코팅이 가능한 Aerosol deposition (AD) 공정을 응용하고, 감습재로서 탁월한 perovskite 구조를 가진 강유전체$BaTiO_3$ 필름을 제작하였다. 또한, 저온에서 열처리한 $BaTiO_3$ 필름의 습도에 따른 정전용량 변화, 응답속도, 회복속도 및 노화시험에 대하여 조사하였으며, AD공정으로 제작한 필름의 특별한 내부 구조의 관찰로부터 $BaTiO_3$ 감습막의 물리적 모델 제시하였다.

P2-G2-1 Stable Li Ion Batteries Anode by Inducing the Covalent Bond between the Active Materials and Binder by Esterification Reaction

Poly acrylic acid (PAA) 바인더와 실리콘의 에스터(Ester) 반응을 활용한 수명 특성이 우수한 리튬 이온 배터리 음극재 제조 방법

정철호*, 홍성현. *서울대학교*

Recently, the emergence of electrical vehicles has driven the intensive researches on Lithium-ion batteries that exhibit higher energy density with a long term cyclability. While silicon has been recognized as a promising anode candidate due to its high theoretical capacity and low discharge potential, its poor cyclability caused by tremendous volume change during cycling inhibits the Si from being commercially used. Although various nanostructures or introduction of secondary phase layer has been realized as a method to achieve the high-performance Si anodes, it requires complex reactions and involves hazardous reagents, which eventually result in cost and barrier to scale up.

Herein, we demonstrate that stable LIBs Si anode with a high reversible capacity of over 1500 mAh g^{-1} after 500 cycles at a current density of 1000 mA g^{-1}, can be manufactured by inducing the covalent bond with the binder and commercial Si utilizing the esterification reaction. Mechanically robust covalent bond between binder and Si can effectively prevent the binder from susceptibly slide upon the continual volume change of the Si during cycling, which eventually results in superior cyclic performance.

P2-G2-2 Tailored Porous $ZnCo_2O_4$ Nanofibrous Electrocatalysts for Lithium-Oxygen Batteries

리튬-공기 전지용 다공성 $ZnCo_2O_4$ 나노섬유 전기 촉매소재 개발

김재찬*, 이광희, 오승익, 김동완. *고려대학교*

Spinel 구조 소재는 산소발생/환원 반응 활성을 가지고 있어 리튬-공기 전지 촉매 소재로 많은 주목을 받고 있다. 최근, tetraheral site에 존재하는 양이온이 치환된 형태의 spinel 구조 중 $ZnCo_2O_4$ 소재는 높은 촉매 활성, 친환경적, 가격경쟁력 등의 장점을 가지고 있어 각광받고 있으나 낮은 사이클 안전성과 높은 과전압 등에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 1차원 나노구조화는 이러한 소재의 문제점을 해결 할 수 있는 방법으로 효율적인 전자 이동 통로를 제공하고 높은 비표면적으로 촉매효율 향상에 효과적이지만 현재까지 1차원 나노구조 $ZnCo_2O_4$ 소재를 리튬-공기 전지에 적용한 연구는 보고되지 않았다. 본 연구에서는 전기방사를 통해 $ZnCo_2O_4$ 나노 섬유를 합성하고 이를 리튬-공기 이차전지 촉매소재로 적용했으며 또한 추가 Zn 이온 첨가를 통해 $ZnO/ZnCo_2O_4$ 나노섬유 구조를 만든 후 selective etching을 통해 다공성 $ZnCo_2O_4$ 나노섬유를 합성해 리튬-공기 전지 산소극 촉매소재에 적용했다. 합성된 다공성 $ZnCo_2O_4$ 나노섬유는 미세구조 분석결과 평균 260 nm 의 직경을 가지고 있는 1차원 나노구조를 가지고 있었으며 ZnO 가 etching된 위치에 pore를 형성하고 있었다. 다공성 $ZnCo_2O_4$ 나노섬유는 리튬-공기 이차전지 산소극으로 제조하여 전기화학 평가를 진행한 결과 (용량 제한: 1000 mAh/g, 전류밀도: 500 mA/g) 226 cycle 의 사이클 안정성을 나타냈다. 이와 같은 다공성 $ZnCo_2O_4$ 나노섬유의 촉매 특성은 다공성 1차원 나노구조와 높은 비표면적으로 많은 횟수에 충/방전에도 active site를 유지했기 때문인 것으로 판단된다.

P2-G2-3 Synthesis of $LiMn_2O_4$ Nanowires by Hydrothermal Process followed by Solid State Reaction

수열합성과 고상합성법에 의한 $LiMn_2O_4$ 나노와이어의 합성

김태중*, 김학연, 양재형, 김용선. *인하대학교*

Spinel $LiMn_2O_4$ (LMO) cathode material has been attractive in the field of lithium ion batteries (LIBs) because of its low cost, high power, safety and environmental friendliness. In this study, manganese oxide (MnO_2) nanowires were synthesized by hydrothermal process, which were mixed with $LiOH{\cdot}H_2O$ and calcined at 550-750°C to synthesize spinel LMO nanowires. The crystal structures and morphologies of the MnO_2 precursor and LMO were characterized by scanning electron microscopy (SEM) and X-ray diffraction (XRD), and the electrochemical properties were analyzed by galvanostatic measurements. Perfect crystal of LMO was not be synthesized when the calcination temperature was below 700°C, while the nanowire structures could not be maintained above 700°C due to sintering of the particles at high temperatures. The results indicate that the nanowire-shaped $LiMn_2O_4$ with reasonable electrochemical performance can be obtained only in a narrow temperature range of solid state reaction near 700°C.

P2-G2-4 Photocatalytic Properties of Surface Treatment of Low Temperature Synthesized 1 Dimensional Titanium Dioxide Nanofibers

저온합성된 1차원 티타늄 옥사이드 나노섬유의 표면처리 및 광촉매 특성평가

송찬근[1,2*], 윤종원[1], 윤형중[2], 원종한[2]. [1] *단국대학교*, [2] *기초과학지원연구원*

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, TiO_2 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 treatment or plasma treatment. Crystalline phase, surface morphology, micro structure properties and surface chemical states of fabricated nanofibers were characterized by XRD, SEM, TEM and XPS, respectively. According to XRD results, nanofibers were composed of the anatase and rutile mixed phase at the calcination temperature of 280°C. These TiO_2 nanofibers average diameter were about 250 nm and it is consisted of crystallites about few tens of nanometers. XPS results, it was confirmed that the residual carbon. Therefore, the residual carbon of TiO_2 nanofibers was removed by UV treatment and plasma treatment. The photocatalytic properties were evaluated by degradation of methylene blue under solar light irradiation. The photocatalytic properties of TiO_2 nanofibers were better compared to P25 powders.

P2-G2-5 Ag Nanoparticles Functionalized $ZnCo_2O_4$ Hollow Spheres Derived from Metal-Organic Framework for a High-Rate and Long Cycle Lithium Ion Battery Anode

금속유기구조체 기반 은 나노입자가 결착된 $ZnCo_2O_4$ 중공 구조 나노스피어를 활용한 고성능 리튬이온전지 음극소재 개발

구원태*, 장혜연, 김찬훈, 정지원, 정준영, 김일두. *한국과학기술원*

Huge volume expansion is always critical problem of high capacity conversion anodes for next generation lithium-ion batteries. Although extensive efforts have been devoted to controlling the volume

expansion using nanostructuring and surface enginieering till now, more simple and facile approaches have to be considered. Here, we report a straightforward and general synthesis of Ag nanoparticles functionalized $ZnCo_2O_4$ porous hollow spheres ($ZnCo_2O_4$@Ag HSs): (i) immobilization of metal–organic frameworks (MOFs) including Zn and Co metal nodes onto polystyrene sphere templates, (ii) calcination (~450°C) for the removal of core polystyrene sphere templates and oxidation of MOFs to produce a mesoporous $ZnCo_2O_4$ HSs, and (iii) a subsequent Ag mirror reaction for 10 min, resulting in the formation of $ZnCo_2O_4$@Ag HSs. This porous hollow morphology not only effectively relieves the strain stemming from volume expansion of transition metal, but also facilitates the efficient electron transport for lithium diffusion by shortening the Li-ion diffusion path during lithiation/delithiation process. Moreover, uniformly decorated Ag nanoparticles are beneficial to formation of stable SEI layer as well as increase of electrical conductivity of $ZnCo_2O_4$. The MOFs derived porous $ZnCo_2O_4$@Ag HSs exhibited remarkably stable cycling performance (a capacity value of 616 mAh g^{-1} after 900 cycles at a current density of 1 A g^{-1}) and excellent capacity retention of 80% under very high current density of 20.0 A g^{-1}.

P2-G2-6 The Complementary Analysis of Ceramic Coating Method for High-temperature Anti-corrosion

고온내부식용 세라믹코팅에 대한 다각적 분석

방정원[1*], Nguyen Minh Dat[2], 안수빈[1], 김영희[1], 권우택[1]. *[1]한국세라믹기술원, [2]Gyeongsang National University*

부식 현상은 발전소, 지역난방 등 대규모의 보일러 시스템을 보유한 설비들에서 매우 중대한 해결과제이다. 특히 고온에서 촉진되는 부식 현상의 경우 현재 합금을 적용해서 대비하고 있으나 여의치않은 것이 실정이다. 따라서 많은 연구자들이 고온 부식 현상을 억제하기 위한 다양한 재료 개발 및 공정, 방법들에 대해서 연구해오고 있다.

이번 연구에서 우리는 물리적, 화학적 안정성이 우수한 세라믹 재료들을 기반으로하는 고온내부식용 코팅 소재를 개발하고 이를 다른 다양한 내부식 소재들과 다각적으로 비교 및 분석을 진행했다. 보일러 시스템의 경우, 관의 외부에 강력한 열을 가해주면 관 내부의 물이 스팀이 되는 체계이다. 이 경우 관의 외부의 온도와 내부의 온도가 다르게 구현되는데 이를 위해 먼저 보일러 시스템의 온도 조건을 매우 유사하게 구현할 수 있는 평가장치를 새롭게 고안했다. 이 장치를 통해 세라믹코팅소재를 비롯한 각종 고온내부식 방법들(silica taping, arc plasma coating and inconel overlay welding)을 300시간 동안 다양한 내/외부 온도에 변화를 주어 고온부식 환경을 구현하였으며, 이를 통해 도출된 결과들을 FE-SEM, EDS, Weight loss method 등의 방법을 통해 다각적으로 비교 분석했다.

이를 통해 현재 연구 진행하고 있는 세라믹코팅소재에 대한 활용가능성을 증명했으며 이는 발전소 및 대규모 난방 시설 등의 보일러 체계를 지니는 각종 현장에서 유용하게 적용될 수 있으리라 판단된다.

P2-G2-7 S ynthesis of Silicon/copper Composite Electrodes for Enhancing Electro-chemical Performance of Lithium Ion Battery

리튬 이온 배터리의 전기화학적 특석 향상을 위한 금속-실리콘 복합체 음극재의 합성

권성우*. *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 이온의 삽입 시 구조를 유지할 수 있는 완충층(buffer layer)를 제공함과 동시에 낮은 전기 전도도를 개선할 수 있는 디자인이 필요하다. 3 M과 일진전기 등의 기업에서 실리콘 물질에 금속 합금을 코팅해 기존의 문제점을 해결할 수 있다고 발표한 바 있다. 특히, 3 M에서는 기존의 흑연 음극재와 새로운 실리콘 합금 음극재를 병용하여 같은 부피에서 더 높은 용량을 갖는 배터리를 확보하였다고 발표하였다. 본 연구에서는 다공성 실리콘과 구리(Cu)의 composite 합성을 통해 실리콘 합금 음극재의 성능향상에 대하여 고찰하였다. 마그네슘 분말과 이산화규소(SiO_2)를 활용하여 다공성 실리콘을 합성한 후, 해당 실리콘을 졸-겔법 또는 무전해 도금으로 Cu와의 composite을 형성하였다. 마그네슘 환원법으로 합성한 다공성 실리콘은 Cu 전구체가 잘 흡착될 수 있는 조건을 제공할 수 있으며, 이를 SEM 및 TEM EDS 분석을 통하여 확인하였다. 본 연구에서 합성한 실리콘/Cu 음극재는 Cu가 완충층으로 작용하여 실리콘 음극재의 부피 팽창을 막을 수 있으며, Cu의 높은 전기전도도로 인해 향상된 전기화학적 특성을 얻을 수 있다. 그 결과로 85% 이상의 높은 초기효율 및 1000 mA/g의 전류에서 1400 mAh/g, 200 사이클 이상의 안정적인 전기화학적 특성을 갖는 음극재를 합성하였다.

P2-G2-8 Growth Behavior of Silicon Carbide Crystal Film Coated with Silica Sol on Carbon Fiber Surface

탄소 섬유 표면에 실리카 졸을 이용하여 코팅한 탄화규소 결정막의 성장 거동

안수빈*, 방정원, 권우택. *한국세라믹기술원*

탄소 섬유는 뛰어난 기계적 열적 특성을 가져 다양한 분야에 적용이 되고 있으나 산화에 매우 취약하여 사용수명에 한계가 있다. 이를 해결하기 위해 다양한 연구가 진행되어 오고 있다. 본 연구에서는 탄소 섬유의 내산화 특성을 향상시키기 위해 실리카 졸을 이용하여 표면을 SiC로 코팅하여 C/SiC 복합소재를 제작하였다. 열처리 분위기를 조절하여 다양한 조건에서 SiC 코팅층을 탄소표면에 형성시켰고, 그 특성을 확인였다. 코팅층의 형태와 결정성을 SEM, XRD 분석을 통하여 관찰하였고, 내산화 특성은 공기 분위기에서 무게 감량을 측정하는 방법으로 확인하였다. 열처리 조건에 상관없이 SiC코팅층은 형성되었으나, 서로 다른 조건에서 다양한 형태와 두께의 결정막이 형성되는 것이 관찰되었다. 내산화 특성은 기존의 탄소소재와 비교하여 3배에서 5배 정도 향상되는 것이 확인되었다.

P2-G2-9 Graphene Oxide for Hydrogen Fuel Cells

수소 연료 전지용 그래핀 산화물

Shahjahan[1*], 박성범[2], 박용일[1]. *[1]금오공과대학교, [2]동국대학교*

Pure grapheme oxide (GO) is good ionic conductor in humidified condition without any acidic functional group. The PEMFC application of the pure GO membrane is a great challenge due to fuel crossover, high reduction rate of oxygenated functional group during fuel cell operation at above 80°C and large carbon losses at high temperature. To overcome these drawbacks, we suggest GO-modified hydrogen membrane fuel cells (GOHMFC). Compared to the electrolyte of typical HMFCs consisting of Pd film as hydrogen permeable layer and proton-conducting perovskite oxide film, the new electrolyte for GOHMFCs has a double-layered structure consisting

of pure GO layer and hydrogen permeable alloy thin film. In this study, we report the properties of the prepared GO membranes including microstructure and surface morphology, proton conductivity, gas leakage, chemical and physical stability.

P2-G2-10 Fabrication and Electrochemical Properties of Garnet Type $Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$ Solid Eelectrolyte by Sol-gel Method
Sol-gel법을 이용한 Garnet형 $Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$ 고체전해질의 제조 및 전기화학적 특성

이은정*, 정현아, 임제홍, 황해진. *인하대학교*

최근 에너지 관련 연구 분야는 전지의 재료의 향상뿐만 아니라 시스템적으로 효율성 및 안정성에 관한 연구도 많이 이루어지고 있다. 자동차배터리 뿐만 아니라 ESS에서 전지의 사용의 중요성이 높아짐에 따라 지속적으로 연구가 진행중이다.

높은 이온전도도로 각광 받는 $Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$(LATP)는 그동안 1300°C 이상의 온도에서 시재료를 용융하여 제조한 유리 프릿을 분말형태로 분쇄 후 garnet상으로 결정화 시키는 과정을 거쳐서 만들었기 때문에 공정이 매우 복잡하였다. 하지만 졸겔법을 이용하여 LATP 분말을 제조하면 상대적으로 낮은 온도에서 간단하고 고밀도, 고결정성을 가지는 소결체를 단시간에 제조할 수 있었다. 본 연구에서는 LATP를 합성하는 경우 시재료에 따라서 겔화가 잘 이루어지지 않아 오랜 교반과 복잡한 반응 과정을 거쳐서 제조하였지만, 본 연구에서 일반적으로 알려진 질산염이 아닌 알루미늄인산염을 사용하여 졸겔법으로 합성한 LATP의 소성온도에 따른 LATP 입자 크기의 변화와 그에 따른 이온전도도의 측정하였다. 1000°C에서 소결한 LATP는 5.95×10^{-4} S/cm로 높은 이온전도도 값을 나타내었다.

P2-G2-11 Development of Amorphous Oxide Electrolyte with Low Melting Point for All-solid-state Batteries
저융점 비정질 산화물 고체전해질 개발

박찬휘*, 이상수, 윤인상, 신동욱. *한양대학교*

친환경을 위한 전기자동차 및 에너지저장장치의 수요가 급증하여, 대용량의 리튬이차전지의 수요도 지속적으로 증가하고 있다. 그러나 기존 리튬이차전지는 인화성이 있는 액체전해질을 사용하므로 발화, 폭발로 인한 안전성 문제가 지속적으로 제기되고 있으며, 이러한 문제점을 해결하기 위해서 난연성의 세라믹 고체전해질을 사용하는 전고체전지가 차세대 전지의 후보로 부상하고 있다.

고체전해질 중에서도 산화물계 고체전해질은 높은 화학적안정성을 기반으로 전기화학적 성능을 확보하는 것이 가능한 소재이며, 구조적으로는 결정질계 고체전해질과 비정질계 고체전해질로 분류할 수 있다. 결정질계 고체전해질은 높은 이온전도도를 가지므로 전지성능을 높일 수 있다는 장점을 가지고 있지만 높은 소결온도를 요구하므로 전극활물질의 손상없이 전극을 형성하기 어려우며 밀도가 낮아진다는 단점을 가지고 있다. 반면 비정질계 고체전해질은 낮은 소결온도를 가지므로 고밀도의 전고체전지를 제조하기 쉽다는 특성을 가지고 있다.

이에 본 연구에서는 융점을 낮춰 전극의 형성을 용이하게 만드는 비정질 고체전해질에 대한 탐색을 진행하였다. 비정질 고체전해질의 융점을 낮추기 위하여 glass modifier인 lithium의 함량을 최대한 높일 필요가 있다. 기존의 melt-quenching 기법으로는 실투가 발생하는 문제로 인하여 40 mol% 이상으로 lithium 함량을 높이기 어렵다는 단점을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 기존의 황화물계 고체전해질 합성에서 사용되는 방법인 고에너지 mechanical milling 기법을 이용하여 고체전해질 내부의 lithium 함량을 50 mol% 이상으로 높이는 연구를 진행하였다.

Acknowlegement: 본 연구는 LG화학의 후원으로 진행되었습니다.

P2-G2-12 Effects of Phosphates on Flame-retardant Coatings for Electrical PVC Cables

이병우*, 홍일곡. *한국해양대학교*

Although PVC is intrinsically self-extinguishing, it supports flame spread along its length in high temperature fire. The spread of fire along electrical cables may be alleviated by applying fire-retardant coatings to the surface of the PVC cable. The flame-retardant coatings also act as fire protective barriers for electrical PVC cables. Pastes of flame-retardants compositions incorporating organic and inorganic phosphates complexes mixed in PVC-organic solvents solution were prepared and evaluated for their fire performance. The pastes were dried to form sheets. The limiting oxygen index (LOI) for the complexes was found to be fairly high. The flame-retardant coatings were applied on electrical PVC cables. Their fire performance was evaluated using standard procedures. Significantly low levels of smoke generation were observed when the coated cables were exposed to standard test conditions. The phosphates complexes used in the flame-retardant coating offer improved resistance to ignition, flame spread and smoke generation.

P2-G2-13 Characterization of Yttrium Stabilized Zirconia Colloidal Dispersion by Precursor Concentration for Optical Organic-inorganic Hydrid Coating Application
광학 코팅용 이트리움 안정화 지르코니아 콜로이달 분산액의 전구체 농도에 따른 특성

이희선*, 임형미. *한국세라믹기술원*

Yttrium stabilized zirconia is widely used for structural materials because of a number of superior properties, such as high refractive index, high hardness, chemical durability and optical transparency. Using these properties, the yttria stabilized zirconia colloidal dispersions are applied to lenses, optical devices, high refractive index material and optical and optical thin films for optical property. The high dispersion as well as high yttrium stabilized zirconia contents is one of the key factors to enhance the optical property in the hybrid coating. The high concentration of zirconium acetate may provide the high production yield. It is necessary to study the particle property and dispersibility according to the concentration of zirconium acetate by hydrothermal treatment. To confirm the dispersibility, average particle sizes of the synthesized nanoparticles were analyzed with particle size analyzer and transmission electron microscopy, crystalline phases were investigated by x-ray diffraction. Dispersibility of the nanoparticles was compared by changing the transmittance change with time using turbiscan. Furthermore, optical properties were measured for transmittance in the range of 400-700 nm.

P2-G2-14 Photocatalytic Activity of Al-TiO_2 Nanomaterials for the Degradation of Methylene Blue Dye
Al-TiO_2 나노재료의 광촉매 특성

이득용*, 이혜란. *대림대학교*

Al-TiO_2 nanofibers and nanotubes having an Al/Ti molar ratio of 0.38 were prepared using sol-gel-derived electrospinning to investigate the effect of Al doping on the crystal structure and the photocatalytic activity of methylene blue (MB). X-ray diffraction (XRD) results

indicated that Al-TiO_2 nanofibers and nanotubes were composed of anatase (47%, 43%) and rutile (53%, 57%) phases, respectively. As the Al-TiO_2 nanotubes were electrospun whereas the Al-TiO_2 nanofibers were not, the Barrette-Emmett-Teller (BET) surface area and degradation kinetic constant increased dramatically from 147 m^2/g to 151 m^2/g and from 7.7×10^{-3} min^{-1} to 2.0×10^{-2} min^{-1}, respectively. The Al-TiO_2 nanotubes calcined at 500°C exhibited enhanced MB degradation (93%) compared with that of TiO_2 nanofibers (8%) due to the synergic combinations of mixed crystals, larger BET area, and Al doping.

P2-G2-15 N, F Co-doped Activated Carbon for Supercapacitors
슈퍼커패시터 용 N, F 공동 도핑된 활성탄

김주연*, 노광철. *한국세라믹기술원*

활성탄은 활성화 공정에서 산소 관능기를 만들기 때문에 다른 탄소 물질보다 전기전도도와 신뢰성이 낮다. 이러한 문제는 활성탄에 헤테로 원자 공동 도핑을 하여 산소 작용기를 감소시켜 해결할 수 있다. 본 연구에서는 상업용 활성탄 (AC-R)을 전구체로 사용하고 ammonium tetrafluoroborate를 질소 및 불소(N, F) 도핑 소스로 이용하여 N, F 동시 도핑 된 활성탄 (AC-NF)을 마이크로파 수열 합성법으로 성공적으로 제조 하였다. AC-NF는 0.6, 0.1 at%의 N, F 함량을 가졌으며, 3.8 S cm^{-1}의 우수한 전기전도도를 가진다. 전기화학 테스트 결과 AC-NF는 전류밀도 0.5 mA cm^{-2}에서 14.6 F cc^{-1}의 높은 용량을 가지며, 전기전도도 증가로 인해 용량유지율 53 %인 AC-R보다 21% 높은 74%의 우수한 용량유지율을 가진다. 본 연구에서 개발 된 N, F 공동 도핑 방법은 한개의 소스로 N, F 공동 도핑을 하는 방법으로 비용적인 장점을 가지며, 우수한 전기화학적 특성을 갖기때문에 에너지저장장치의 상업화를 위한 유망한 방법이 될거라 여겨진다.

P2-G2-16 Study on the Behavior of Heavy Metals in Various Condition from CFBC Coal Ash
CO_2 고정화 기술 적용 순환유동층 발전회의 다양한 환경에서의 중금속 거동 연구

남성영[1]*, 김춘식[1], 조용광[1], 조성현[1], 이형우[1], 안지환[2]. [1] *한일시멘트*, [2] *한국지질자원연구원*

순환유동층 발전소는 저품위 석탄, RDF 등의 광범위한 연료 사용이 가능하며, 약 900°C의 낮은 연소로 질소산화물 생성을 억제할 수 있는 장점을 보유하고 있다. 하지만, 발생되는 부산물인 발전회는 산화칼슘(CaO)이 PC 연소 발전회에 비해 상대적으로 다량 함유되어 있어 콘크리트 혼화재로 사용시 유리석회(free-CaO) 성분으로 콘크리트의 이상 응결현상, 슬럼프의 손실, 내구성 저하 등의 문제를 발생시킬 수 있다. 특히 콘크리트의 팽창, 균열 등의 문제를 발생하여 물성을 저하시키는 것으로 알려져 있어, 새로운 재활용 용도 확보가 필요한 상황이다. 본 연구에서는 발전회에 포함되어 있는 산화칼슘(CaO)과 CO_2를 활용하여 복합탄산염 물질을 제조하여, 온실가스 저감을 통한 광산 채움재 등의 신규 재활용 용도 개발을 목적으로 하였다. 금속광산의 경우 황화광물로 인해 강 산성의 환경이 조성될 수 있으며, 비금속광산의 경우 석회석 등의 용해로 강 알칼리 환경이 조성 될 수 있다. 이에 발전회 및 CO_2 고정화된 복합탄산염 재료의 광산 충진시 장기적 안정성과 다양한 환경에서의 중금속 거동을 알아보기 위해서 pH 조절을 통해 자연적인 환경부터 강 산성, 강 알칼리 등의 악조건에서의 중금속의 거동을 확인하였다.

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부, 환경부, 산업통상자원부)의 재원으로 한국연구재단-탄소자원화 국가전략프로젝트사업의 지원을 받아 수행함. (2017M3D8A2086037)

P2-G2-17 Highly Efficient Si-based Water Splitting Photoanode by Facile Pulsed Electrodeposition of Nickel Particles
펄스 전기전착법을 이용한 니켈 나노입자 증착을 통한 고효율 실리콘 기반 광전극

이솔아*, 이미경, 이태형, 장호원. *서울대학교*

Converting and storing solar energy has been regarded as a promising approach to address the current global reliance on fossil fuels. Solar water splitting system requires stable light-absorbing electrodes for both the oxidative and reductive half-reactions. However, the kinetically slow oxygen evolution reaction (OER) is a bottle-neck process for producing sustainable solar-driven fuels using water.

Silicon has a suitable band gap (1.12 eV) to absorb the wide range of the solar spectrum and has high carrier mobility. Since the silicon photoanode is unstable at electrolyte and suffers from fast photo-corrosion due to the position of thermodynamic redox potentials, the solar to hydrogen conversion efficiency of bare silicon photoanode is largely suppressed. To solve those problems of silicon, recent studies on silicon photoanode has focused on designing a surface passivation layer that protects against chemical and photo-induced corrosion without degrading the inherent photoactive ability of silicon and promotes the chemical adsorption of water molecules to lower the overpotential at the solid/liquid interface. Herein, we report the synthesis and photoelectrochemical properties of multifunctional nickel particle on a n-type silicon photoanode synthesized by using a facile pulsed-electrodeposition, in which the coverage of nickel particles are tailored. The solution-processed n-Si photoanode showed stable high catalytic behavior, leading to highly efficient photoanodes.

P2-G2-18 Unuse Woody Biomass Derived Activated Carbons for Supercapacitors
미활용 목질계 바이오매스를 이용한 슈퍼커패시터용 활성탄 제조

임건해*,한조아. *한국세라믹기술원*

국내에서 발생되어 폐기되고있는 미활용 목질계 바이오매스를 이용하여 슈퍼 커패시터용 활성탄을 제조하였다. 사용된 목질계 바이오매스는 벌채부산물, 낙엽송, 혼합 침엽수, 백합나무, 혼합 활엽수를 사용하였으며 이 중 침엽수종(낙엽송과 혼합침엽수) 활성탄이 가장 우수한 용량 값을 나타냈다. 높은 비표면적 확보를 위해 알칼리 활성화를 진행 하였다. 비표면적을 분석한 결과, 목질계 바이오매스 6종 모두 Micropore가 발달 되었으며 비표면적이 증가함에 따라 전체기공부피도 증가하였다. SEM과 TEM표면분석결과, 모든 수종이 활성화 이후 표면에 기공이 형성되었고 침엽수종에서 부분 결정성구조가 나타났는데 이는 전자 전도도향상에 기여하므로 전기화학적 성능 향상을 도모 할수있다. 모든 수종을 충방전 테스트 한 결과, 고온 및 수명 특성이 각각 95%, 88% 이상으로 나왔고 전극밀도 값이 모두0.5 g/cc이상으로 나왔다. 결과적으로 미활용 목질계 바이오매스들을 이용하여 슈퍼커패시터용 활성탄으로 제조 할 수있었고, 이를 통해 폐기되는 자원을 더 효율적으로 사용할 수 있을 것으로 보여진다.

P2-G2-19 Electrolytes using Ionic Liquids as Co-salts are Available for Supercapacitors Operating at High Voltages

이온성액체를 co-salt로 사용한 고전압용 슈퍼커패시터 전해액

이정한*, 권하나, 노광철. *한국세라믹기술원*

기존 슈퍼커패시터 전해액으로 사용되는 유기 용매의 낮은 사용 전압을 극복하고자 전해액에 작동 전압이 높은 ionic liquids (ILs)를 co-salts로 사용하여 electrochemical stability potential window (ESPW)를 확장하였다. ILs를 첨가함에 따라 전해액의 안정성과 이온 전도도가 증가했을 뿐만 아니라 전해액의 분해 또한 억제하는 것으로 나타났고, 높은 전압에서 전해액의 안정성을 증가시키는 효과가 있었다. 기존 1 M $TEABF_4$/PC 유기 전해액에 7 wt%의 $EMIBF_4$와 EMITFSI를 blending한 결과 LSV 그래프에서 $EMIBF_4$는 5.5 V의 potential window를 가졌으며, EMITFSI의 경우 5.6 V의 potential window를 확일할 수 있었다. 또한 co-salt로 ILs를 사용한 전해액으로 cycle 안정성 test를 진행한 결과 10,000 cycle 이후에도 초기 용량 대비 97.5%의 용량유지율을 보여 안정성 또한 우수한 것으로 확인되었기에 3.7 V의 고전압에서 사용가능하다고 보여진다. 따라서 ILs를 co-salt로 사용하는 것은 슈퍼커패시터용 전해액으로 충분한 가능성이 있다고 보여진다.

P2-G2-20 Piezoelectric Nanoparticle-Based Composite Nanofibers for Energy-Harvesting

압전 나노입자 기반 복합체 나노섬유 에너지 하베스터

김지호*,김승원, 최홍제, 한찬수, 김다빈, 조용수. *연세대학교*

Here, the piezoelectric system of $Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$-$Pb(Zr_{0.5}Ti_{0.5})O_3$ (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-S22-1 Observation of Thermal Degradation with Foramidinium-based Perovskite Materials

FA 기반 유무기 하이브리드 페로브스카이트 물질의 열화현상 관찰

지수근*. *서울대학교*

During last years, inorganic-organic perovskite materials have been received attention as absorption layer for next generation solar cells owing to its excellent photovoltaic properties for solar cells. Although perovskite solar cells exhibit high power conversion efficiency up to 22.7% in a short period of time, low stabilities against thermal and humidity are drawback for impeding commercialization. In general, formamidinium (FA)-based perovskite exhibits superior thermal stability compare with methylammonium (MA)-based perovskite. Therefore, several researches have employ FA-based perovskite materials for efficient and thermally stable device. However, diverse analysis of thermal degradation behavior is needed to understand thermal stability of perovskite materials.

In our study, we report thermal degradation behavior of Cs/FA cation-containing perovskite materials. We observed thermal degradation behavior with different annealing time in inert atmosphere via structural, optical analysis. The results of X-ray diffraction and Uv-Vis spectroscopy about Cs/FA perovskite showed negligible variation between the initial and thermal stressed sample. From the photoluminescence analysis, however, we confirmed that thermal stressed perovskite changed to considerable defective state. Lastly, we thermally stressed device of Cs/FA perovskite with proper electron selective layer and confirmed excellent thermal stability that does not show efficiency decrease for near 200 h at 85°C.

P2-S22-2 Fabrication of $CH_3NH_3PbI_3$ Layer from Electrodeposited PbO_2 Layer for p-i-n Type Planar Perovskite Solar Cells

p-i-n 타입 perovskite solar cell 제작을 위한 PbO_2 층 전기화학적 생성과 $CH_3NH_3PbI_3$로의 화학적 변화

이동석*, 박익재. *서울대학교*

Hybrid organic-inorganic perovskite solar cells recently have received much interest for next generation photovoltaic devices due to simple manufacturing process, low-cost, and high energy conversion efficiency. Relatively large bandgap of perovskite materials enables the fabrication of tandem solar cells with small bandgap Si or thin film solar cells. However, Si cell usually has random pyramid texture which makes it hard to form compact and crystalline perovskite layer on top of Si layer through conventional solution spin-coating technique. Electrodeposition method is scalable, low-cost process, and widely used way to form the various film regardless of substrate morphology.

Here, we demonstrate electrodeposition and chemical conversion method for perovskite layer fabrication. PbO_2 layer was deposited from Pb nitrate aqueous solution at constant potential on ITO/NiO_x layer. Then, PbO_2 layer was reduced into PbO by thermal-annealing it in hydrogen/Ar atmosphere. Finally, $MAPbI_3$ was synthesized from PbO film by vapor phase deposition of MAI in vacuum chamber. As a result, uniform and compact perovskite films were successfully formed without lead oxide or PbI_2 residue.

P2-S22-3 $CuGeO_3$/graphene Composite as an Effective Electrocatalyst for Li-O_2 Batteries

Li-O_2 배터리에 효과적인 $CuGeO_3$/graphene 복합체 전기촉매

이광희*, 김동완. *고려대학교*

Li-O_2 배터리는 다공성 공기극 표면에서 가역적 산소 환원 반응 (ORR)과 산소 발생 반응 (OER) (i.e., $2Li + O_2 + 2e^- \leftrightarrow Li_2O_2$, E^0 = 2.96 V versus Li/Li^+)을 통하여 리튬 이온 배터리가 나타내는 에너지 밀도보다 몇 배 더 큰 에너지 밀도 (> 3500 Wh/kg)를 달성 할 수 있다. 공기극의 전기촉매는 ORR 및 OER를 통한 방전 - 방전 순환 효율을 향상시킬 수 있다. ORR/OER를 촉진하기 위해 효과적인 카본 기반 촉매로서 탄소-귀금속 (Pt/C, Ir/C 및 Ru/C)이 연구되어 왔다. 그러나 대부분의 귀금속 기반 전기 촉매는 값이 비싸고 사이클 안정성이 좋지 않다. 최근, 전이 금속 산화물은 귀금속 기반 전기 촉매를 대체하기 위해 관심을 끌고있다. 이 연구에서, 우리는 전기촉매로서 $CuGeO_3$/graphene 복합체 구조를 조사하였다. $CuGeO_3$/graphene 복합체는 one-pot hydrothermal process를 사용하여 합성하였다. $CuGeO_3$/graphene 복합체는 1차원 $CuGeO_3$ 나노와이어와 2차원 graphene의 복합화를 통해 형성되었다. 우리는 $CuGeO_3$ 나노와이어와 비교하여 cyclic voltammetry, galvanostatic cycle, rate capability 성능과 같은 전기 화학적 특성을 통해 전기촉매 활성을 분석하였다. $CuGeO_3$/graphene 복합체가 공기극에 적용되었을 때

우수한 전기 화학적 성능이 달성하였다. $CuGeO_3$/graphene 복합체는 잘 정렬된 1D/2D 복합체 구조체의 시너지 효과에 의해 효율적인 전기촉매 활성 나타난다.

P2-S22-4 Enhancement of Electrical Properties of Perovskite Solar Cells Through Li-doped Nickel Oxide Hole Extraction Layer

Li 도핑된 NiO_x 정공전달층을 이용한 페로브스카이트 태양전지의 전기적 특성 향상

박민아*, 박재현, 장주희, 홍인화, 김진영. *서울대학교*

As an alternative to PEDOT, nickel oxide (NiO_x) in the p-i-n type planar perovskite solar cells has attracted the most interest due to its large bandgap (3.6 eV) and deep valence band (5.4 eV) which possesses favorable energy level alignment with perovskite material. In spite of significantly improved VOC, the photovoltaic performance of NiO_x in perovskite solar cells is still not sufficient when compared with the performance of PEDOT : PSS and other organic HTLs because of deteriorated fill factor. Here we demonstrate a Li-doped NiO_xhole-extraction layer annealed at relatively low temperature that shows significantly improved fill factor compared to the pure NiO_xcounterpart. The improved fill factor has been ascribed to the enhanced electrical conductivity, evidenced by the conductive-AFM experiments. As a result, the conversion efficiency of the p-i-n type planar perovskite solar cell with a Li-doped NiO_x layer was enhanced by 21% compared to pure NiO_x hole-extraction layer.

P2-S22-5 Enhancement Resistive Switching Property by Composite of $RbPbI_3$ and $MAPbI_3$

$RbPbI_3$와 $MAPbI_3$ 혹합물에 의한 저항변화메모리 소자 특성 향상

이상명*, 전재범, 이동건, 정현석. *성균관대학교*

Recently, organometal halide perovskite (OHP) active layer has been suggested as an alternative to oxide and chalcogenides active layer. This resistive switching memory based OHP active layer have high performance properties that are important to fast information storage and low consumption due to low operation voltage and high ON/OFF ratio. The most studied OHP active layer is $MAPbI_3$. However, resistive switching memory based $MAPbI_3$ have poor endurance properties because of the uncontrollable formation of conduction filament. In order to be enhanced endurance, composition engineering has been undertaken. Here in, we report the resistive switching memory of mixture perovskite that are composed two different structure and compare switching characteristics depending on different structure ratio. We found that composite of $RbPbI_3$ and $MAPb_{I3}$, which exhibited the enhanced resistance ON/OFF ratio and endurance properties to compare with other pure perovskite materials. The poor endurance of $MAPbI_3$ was overcome due to controllable formation of conduction filament by insulator $RbPbI_3$. This mixture composition is expected to be alternative materials for resistive switching memory.

P2-S22-6 Humidity Stbility Improvement of Organic-Inorganic Hybrid Perovskite Solar Cells Using Amino Acid Additives

아미노산 첨가제를 이용한 유무기복합 페로브스카이트 솔라셀 수분 안정성 증대

윤성철*. *연세대학교*

Organic-inorganic hybrid perovskite solar cells recently received tremendous attention due to its low-cost facile fabrication process and high performances. However, its poor humidity stability has hindered perovskite solar cell's commercialization. Recently, several researches unveil the mechanisms of humidity induced degradation mechanism of perovskite absorption layer. Water molecules easily penetrate perovskite's grain boundary and it propagates through perovskite layer in in-plane direction. Several methods are conducted for humidity stability improvement of planar perovskite layer such as addition of polymers like PVA (Polyvinyl Alcohol) and PVA·mHI (Polyvinyl Ammonium hydroiodic acid). In this research, we enhanced humidity stability of perovskite absorption layer in planar structure perovskite solar cells by adding amino acid salts. By simply adding amino acid salts (PABA·HI(4-aminobenzoic acid)) into perovskite precursor solution, we enhanced power conversion efficiency and stability against moisture. Increased stability against humidity of perovskite absorption layer comes from blocking water molecule penetration route to perovskite grain boundaries by forming hydrogen bonds between amino acid salts and halide atoms at perovskite grain surface. This research on the humidity stability enhancement of perovskite layer will contribute to commercialization of perovskite solar cells.

P2-S22-7 $CuCrO_2$ Particulate Films as Hole Transporting Layer for $CH_3NH_3PbI_3$ Perovskite Solar Cells

$CuCrO_2$ 나노크리스탈을 홀수송층으로 적용한 페로브스카이트 태양전지

정성화*, 서성록, 신현정. *성균관대학교*

$CuCrO_2$ is a promising material as transparent *p*-type conducting oxide. It shows unique optical and electrical properties, for example, wide band gap, good chemical stability, well-aligned energy level to $CH_3NH_3PbI_3$, *p*-type carrier transporting ability originated from delafossite crystal structure. In recent, the $CuCrO_2$ layers are suggested as hole transporting materials for organic-inorganic $CH_3NH_3PbI_3$ perovskite solar cells. In this study, we fabricated inverted (*p-i-n*) type planar perovskite solar cells with $CuCrO_2$ nanoparticulates films synthesized by hydrothermal method. In addition, the particulate layers were fabricated without further heat treatments by replacing from trivalent Cr to divalent Mg ions as dopants. The champion device was recorded to 13.1% of power conversion efficiency and $CuCrO_2$ based devices show improved stability in ambient air compared with the standard PEDOT:PSS based perovskite solar cells.

P2-S22-8 Semitransparent Perovskite Solar Module using AAO Template as a Scaffold

양극 산화 알루미늄 지지체를 이용한 반투명 페로브스카이트 태양광 모듈

권혁찬*, 마선일, 김경미, 윤성철, 장규민, 양현하, 문주호. *연세대학교*

Organic-inorganic hybrid perovskite solar cells have demonstrated huge potential as next-generation solar cells with low cost and efficient performance due to solution processability and excellent photovoltaic characteristics. In particular, semitransparent solar cells are of great interest for future applications, such as power-generating

window panels in buildings or automobiles, which would raise the usage ratio of solar energy without occupying additional space. For example, building-integrated solar cells could lead to the creation of completely self-sustaining, pollution-free buildings. To achieve this, various studies for fabricating semitransparent solar cells have been done and showed efficient transparencies and efficiencies. In order for these techniques to be practically applied, studies of scaling up must be developed, and furthermore, a large area semitransparent solar module should be developed. However, a semitransparent solar cell with a small area of a lab-scale is still dominant, since it is difficult to manufacture thin and uniform perovskite with a large area by a solution process. Herein, we fabricated uniform and thin large area perovskite layer through a spin coating method using an AAO template as a scaffold. This perovskite is vertically aligned one-dimensional structures in AAO pores, and have the advantages of low reflectance due to periodic nanostructures and fast charge transport due to a one-dimensional structure. With this structure, a solar module of 4×4 cm^2 size was fabricated and achieved an average visible light transmittance of 30% and a performance of 6%.

P2-S22-9 Long-term (~ 500 hours) Stable Perovskite Solar Cells at 85°C under 1-sun Illumination in Ambient Air with Inorganic Electron and Hole Transport Layers Exhibiting

무기계 전자/홀 수송체를 사용한 장기안정적 고효율 페로브스카이트 태양전지

서성록*, 정성화, 배창득, 박남규, 신현정. *성균관대학교*

Despite the high power conversion efficiency (PCE) of perovskite solar cells (PSCs), poor long-term stability is one of the main obstacles preventing their commercialisation. Several approaches to enhance the stability of PSCs have been proposed. However the accelerating stability test of PSCs at high temperature under the operating conditions in ambient air remains still to be demonstrated. Herein, we show interface engineered stable PSCs with inorganic charge transport layers. The highly conductive Al doped ZnO acts as efficient electron transport layer as well as dense passivation layer. This layer prevents underneath perovskite from moisture contact, evaporation of component, and reaction with a metal electrode. Finally the inverted-type PSCs with inorganic charge transport layers exhibited a PCE of 18.45% and retained 86.7% of the initial efficiency for 500 hours under 1-sun illumination at 85°C in ambient air with continuous electrical biases (maximum power point tracking).

P2-S22-10 Orange-emitting $CsPbCl_3$:Mn Perovskite Film for Illumination Application

조명 용도의 주황빛 $CsPbCl_3$:Mn 페로브스카이트 필름

김원빈*, 송영현, 이재명, 방기주, 정현석. *성균관대학교*

Perovskite nanocrystals have been under active research due to their bright luminescence, narrow emission wavelength range, color tunability and wide color gamut area. Among them, $CsPbX_3$ (X = halide) all inorganic perovskite nanocrystals have better stability than organic-inorganic hybrid perovskite nanocrystals such as $CH_3NH_3PbX_3$. Nevertheless, $CsPbX_3$ nanocrystals still have stability problem from environment condition, like moisture.

In this work, we fabricated Mn doped $CsPbCl_3$ perovskite nanocrystals using hot-injection method and film using UV curable adhesive. We compared optical properties and crystallinity of perovskite nanocrystals with various ratio of Mn precursor concentration.

Secondly, we fabricated $CsPbCl_3$:Mn Perovskite film by mixing with 'NOA. 63 UV curable adhesive' and the optimized perovskite nanocrystals dispersed in toluene solvent. And fabricated perovskite film is attached on a 405 nm UV LED chip for device application. We measured optical properties and performance of device. Our perovskite device has broad 585 nm emitting range with FWHM of 92 nm and the device efficiency is 16.2 lm/W at less than 20 mA.

Moreover, we tested the moisture stability by immersing the film in DI-water. We measured the PL intensity over time. Our perovskite film remained above 80% of the initial value after 36 h.

As a result, this broad orange-emitting perovskite film can be applied as a color conversion material for commercial use in applications in the lighting and display area.

P2-S22-11 All-Solution-Processed Cu@Ni Nanowire based Composite Electrode for Bottom Electrode of Hybrid Perovskite Solar Cells

페로브스카이트 태양전지 적용을 위한 전체 용액 공정 구리-니켈 코어-쉘 나노와이어 기반의 복합 전극 제작

김경미*. *연세대학교*

Organometal trihalide perovskites have attracted tremendous interest as promising materials for solar energy conversion. As a bottom electrode in perovskite solar cells (PSCs), indium tin oxide (ITO) is most commonly used. However, indium is rare metal and has high brittleness, which limits the commercialization. The silver nanowire has been investigated due to their high flexibility. But silver is also a high-cost noble metal. With these considerations, copper nanowire (CuNW) can be one of thepromising candidates as an alternative. However, CuNW electrodes degrade abruptly during perovskite absorber production and other upper layers, caused by the formation of CuI and copper oxide phase.Herein, we developed Ni passivation layer around CuNWs to improve thermal/chemical resistance. Copper-nickel core-shell nanowires (Cu@Ni NWs) network electrodes were formed by simple deposition of CuNW electrodes (20 Ω/sq with 88.7% at 550 nm), followed by electroless plating of Ni. The Cu@Ni NWs did not show an increase in sheet resistances at 85°C for over 100 minutes. In addition, when exposing to perovskite layer directly, the variation of sheet resistance was nearly unchanged unlikely to bare CuNWs. The PCE of PSCs derived Cu@Ni NWs TCEs were comparable to the conventional FTO based PSCs. These findings clearly suggest that our indium-free noble-metal-free Cu@Ni NWs derived electrodes have the great potential as a bottom electrode for low-cost perovskite solar cells.

P2-S23-1 Fabrication and Electrochemical Properties of Aligned Red Phosphorus-Carbon Nanowires as an Anode Material for Na-ion Batteries

나트륨이온전지 음극용 정렬된 적색 인-탄소 나노선의 제조 및 전기화학적 특성

김주형[1]*, 이현욱[2], 윤종혁[1], 김도경[1]. [1]*KAIST*, [2]*UNIST*

Li ion batteries have become widely accepted as an effective device for storing electric energy in recent decades. In practice, it can play an

important role in present energy industries for offering the highest energy density. However, there are still problems to be solved such as limit in remote, cost, and safety. To date, Na ion batteries has been considerably interested in the field of large energy storage system (ESS) because of needs to go beyond the limits of Li ion batteries. Extensive investigations on alloying reactions of various transition metal (Sn, Sb, Ge, Si etc) as anode materials have been carried out because of their high theoretical capacity. Inspired by this point, phosphorus is one of the most promising candidate with a high theoretical specific capacity (2596 mA h g^{-1}) at the discharge potential range of 0.4-1.2 V. In this paper, we have synthesized 3D structured red P-Carbon composite by facile templating method. For this process, we anticipated a lot of merits such as suppressing the large volume expansion (~300%), offering large reaction site, and minimizing the unnecessity like binders and additives. The electrochemical performance of red P-CNT composites were tested in sodium non-aqueous electrolytes. It could maintain the reversible capacity in high C-rate because of their structural advantage. In addition, differences of structural phase differences and conductivity during the alloying reactions in sodium system will be discussed.

P2-S23-2 Carbon Nanocomposite with P-rich Nickel Phosphide as a Negative Electrode for Na-ion Battery

소듐이온 전지용 음극소재인 니켈인화물을 사용한 탄소 복합체에 관한 연구

이종원*, 홍성현. *서울대학교*

Na-ion batteries (SIBs) are spotlighted alternative to Li-ion batteries (LIBs) due to the abundance of sodium and similar mechanism to that of LIBs. Various materials have been investigated to find out the effective anode for Na-ion batteries.

Among them, P element has attracted a great interest as an anode material due to low cost and highest theoretical sodium storage capacity (~2600 mA h/g). However, due to its low intrinsic electronic conductivity (10^{-14} S/cm) and massive volume expansion, it shows a poor cyclabilty. Therefore, metal phosphides with carbon nano-composites are suggested to solve the poor cyclability.

In this work, we firstly synthesized the NiP_2 using high energy mechanical milling. The NiP_2 electrode delivered discharge and charge capacities of 763 and 561 mAh/g with initial coulombic efficiency of 74% at current density of 50 mA/g. However, the capacity fading emerged below 400 mA h/g after 10 cycles. To enhance the poor cyclability, NiP_2@C nanocomposites were synthesized by carbon coating method using dopamine as a carbon precursor.

P2-S23-3 Low-temperature Annealed Flexible Thin Film Batteries for Power Source of Smart Lens

스마트렌즈의 전력원을 위한 저온결정화된 유연 박막 전지

이현석[1]*, Parmar Narendra Singh[1], 김지완[2], 김광범[3], 최지원[1]. *[1]한국과학기술연구원, [2]경기대학교, [3]연세대학교*

The smart lens is wearable device most closed to human living. The smart lens is most innovative and difficult technology to operate. The reason is that diverse micro devices have to be embedded in narrow area of lens and all micro devices need to have flexibility. These smart lens have been researched in various area such as display, video camera, health monitoring sensor. However, the research about most important energy storage system so as to operate smart lens has never been reported. In this work, we utilized olivine compounds in order to fabricate all-solid-state thin film battery to operate glucose sensor in smart lens. The olivine compounds thin film was deposited on polyimide (PI) substrate by Off-axis sputtering method. We fabricated all solid-state thin film batteries on PI substrates and investigated the electrochemical properties in order to attach to the contact lens. The battery exhibit the 19.5 μAh/μm·cm^2 discharge capacity.

P2-S23-4 Superior Electrochemical Sodium Storage of V_4P_7 Nanoparticles as an Anode for Rechargeable Sodium-Ion Batteries

나트륨 이차 전지용 음극재 V_4P_7 나노분말의 전기화학 특성

김경호*, 홍성현. *서울대학교*

As a post Lithium-ion batteries (LIBs), Sodium-ion batteries (SIBs) are considered as one of the potential candidates for large-scale grid storage systems due to their low cost of resources. However, there are many challenges to overcome the thermodynamic/kinetic problems caused by the bigger ionic size of Na-ion. There have been extensive efforts to find the promising candidate as an anode for SIBs with intercalation/insertion materials, which show the stable cycle retention.

Recently, basic researches for electrochemical properties of early transition metal oxides as an anode for SIBs have been conducted such as TiO_2, $Li_4Ti_5O_{12}$, and VO_2. However, the electrochemical sodium storage of vanadium phosphide (V-P) has not been studied even though it showed an overall lower insertion potential compared to VO_2 for LIBs.

In the present study, we firstly synthesized the V_4P_7 using high-energy mechanical milling and introduced as an anode material for SIBs. The V_4P_7 phase showed insertion reaction mechanism and excellent long-term cycling behavior even it has no conductive carbon based material.

P2-S23-5 Performance Test of All-solid-state Lithium Batteries Using Three Electrode System

최한울*, 임형태. *창원대학교*

Three-electrode setup is used to measure working electrode potential with respect to reference electrode. A reference electrode is utilized to understand reaction mechanism of single electrode (working electrode). Three-electrode cell is universally used in lithium ion batteries based on liquid electrolyte, whereas this kind of analysis has not been applied for all-solid-state batteries. The electrochemical performance of solid state batteries is inferior because of high interfacial resistance between solid electrolyte. Thus, it is important to in-situ measure the working electrode potential and interfacial resistance between electrode and electrolyte, in all-solid-state system. In the present study, we fabricated all-solid-state batteries consisting of $70Li_2S$-$30P_2S_5$ solid electrolyte, lithium silicide anode and TiS_2 cathode, with indium reference electrode embedded in the solid electrolyte. The voltage between the reference electrode/ anode and the cathode/ reference electrode were measured using probe under open circuit condition and as a function of current density (C-rate).

P2-S23-6 Bifunctional Double Perovskite Oxide-based Materials for Energy Storage and Conversion Systems

에너지 저장및 보관시스템용 이원기능성 페로브스카이트 기반 소재 연구

박준영*, 최성렬. *세종대학교*

Due to emerging demands for clean and sustainable energy, hydrogen has been expected as one of candidate future energy sources. Among several applications using hydrogen, unitized reversible fuel cells (URFCs) have received many attentions because of their energy efficiency and simple systems. However, sluggish electrochemical kinetics with significant overpotential loss for oxygen evolution reactions (OERs) and oxygen reduction reactions (ORRs) of air electrode are high barriers to make commercialization of URFCs [1]. Until now, precious metal based electrocatalysts such as platinum, iridium, ruthenium and their alloys, have been used to enhance performance and kinetics of OER and ORR [2]. However, critical technical drawbacks such as low durability and high price have to be solved for making successful commercialization [3]. In order to deal with these issues, perovskite structure based oxide catalysts have considered as excellent bifunctional electrocatalysts to replace precious metal based electrocatalysts for air electrode in URFCs [4, 5]. In this work, to improve performances double perovskite-based catalysts, several methods are used to increase electrochemical surface area of catalysts. Furthermore, carbon based supporting materials are used to improve the electrical conductivity of materials [6]. The metal oxide-based catalysts are analyzed by various physicochemical tools.

1. Y. Liang, Y. Li, H. Wang, J. Zhou, J. Wang, T. Regier, H. Dai, *Nat. Mater*. **10**, 780-786 (2011).
2. H. T. Chung, J. H. Won, P. Zelenay, *Nat. Commun.* **4**, 1922 (2013).
3. L. Lai, J. R. Potts, D. Zhan, L. Wang, C. K. Poh, C. Tang, H. Gong, Z. Shen, J. Lin, R. S. Ruoff, *Energy Environ Sci.* **5**, 7936 (2012).
4. B. Zhao, L. Zhang, D. Zhen, S. Yoo, Y. Ding, D. Chen, Y. Chen, Q. Zhang, B. Doyle, X. Xiong, M Liu, Nat. Commun., **8**, 14586 (2017).
5. N.-I. Kim, Y.J. Sa, S.-H. Cho, I. So, K. Kwon, S.H. Joo, J.-Y. Park, *J. Electrochem. Soc.*, **163**, F3020 (2016).
6. I.-S. So, N.-I. Kim, S.-H. Cho, Y.-R. Kim, J. Yoo, Y. Seo, Y.-S. Seo, B. Park, K. Kwon, J.-Y. Park, *J. Electrochem. Soc.*, **163**, F3041 (2016).

P2-S23-7 NASICON-based Oxide as Li-ion Conductor for Composite Cathode of All-Solid-State Batteries

NASICON 기반 산화물의 전고체전지용 복합 양극내 리튬 이온 전도체로의 적용 연구

유원규[1]*, 정규남[2], 김한성[1]. *[1] 연세대학교, [2] 한국에너지기술연구원*

상용화된 리튬 이온 전지(Li-ion battery)에 사용되는 유기계 전해질(aprotic liquid electrolyte)의 경우 발화 및 화재의 위험성이 높아 전지 안전성 향상을 위해, 최근 유기계 액체 전해질을 무기계 기반(inorganic-based)의 고체전해질(solid electrolyte)로 대체한 전고체 이차전지(all-solid-state battery) 기술 개발이 활발히 진행 중이다.

리튬 이온 전도(Li-ion conduction)가 가능한 무기계 기반 고체전해질 중 산화물계 고체전해질의 경우, 황화물계 고체전해질 대비 화학적, 기계적 안정성이 뛰어나며, 우수한 입내 이온전도 특성(bulk conductivity)을 보여 최근 많은 관심을 받고 있는 실정이다. 특히 NASICON 구조를 갖는 $Li_{1.4}Al_{0.4}Ti_{1.6}(PO_4)_3$ (LATP)의 경우 perovskite 및 garnet 구조의 산화물계 소재 대비 낮은 열처리 온도, 높은 이온 전도 특성 및 수분 안정성 등으로 인해 많은 연구가 진행되고 있다. 리튬 전도성 고체전해질 소재의 경우 bulk 고체전해질로 직접 이용될 수 있을 뿐만 아니라, 전극 내에서 리튬 이온 전도 특성을 구현할 수 있는 이온 전도체로써 적용이 가능하다. 전고체 전지의 성능을 개선시키기 위해 소재 자체의 이온전도도를 높이는 연구뿐만 아니라, 전극 내에서 활물질과 균일하게 복합화가 이루어져, 복합 전극의 리튬이온전도 특성을 개선시킬 수 있는 연구가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 Pechini 기법을 활용하여 순수한 LATP 분말을 제조하고, 이를 $LiNi_{0.6}Co_{0.2}Mn_{0.2}O_2$ 양극 활물질과 균일하게 혼합하여 복합화한 복합 양극(composite cathode)을 제조하고, 이를 전고체 리튬 전지에 적용하여, 복합 양극의 전기화학 특성을 분석하였다. 복합 전극 조성, 바인더 종류 및 전극 로딩에 따른 전극 단면 구조를 분석하여, 전극 복합화에 따른 전기화학 특성과의 상관관계를 해석하고, 복합 전극 특성을 개선시키는 연구를 수행하였다.

P2-S23-8 Sodium Iron Pyrophosphate Nanocomposites: Nano- and Composition-Engineering for High-Performance Sodium-Ion Batteries

고성능 소듐이차전지용 소듐-철-피로인산염계 나노화합물 연구

송희조*, 김재찬, 주보배, 윤현석, 김동완. *고려대학교*

$Na_2FeP_2O_7$/C nanocomposites are prepared through the nano- and composition-engineering for the high-performance SIBs. First, general synthetic process for synthesizing $Na_2FeP_2O_7$ nanoparticles embedded in carbon is presented. From this synthetic process, uniform-size $Na_2FeP_2O_7$ nanoparticles which are homogeneously embedded in carbon matrix can be obtained. As a SIB cathode, $Na_2FeP_2O_7$C nanocomposites exhibit not only reversible capacity near the theoretical value, but also they display superior rate capability and exceptional log-term cyclability even at high rates. Second, for improving the energy density of $Na_2FeP_2O_7$, $Na_{4-2x}Fe_{2+x}(P_2O_7)_4$/C nanocomposite is synthesized with the same synthetic process. Indeed, specific capacity of this composite is measured to be higher than that of $Na_2FeP_2O_7$. Furthermore, the addition of small amount of rGO in $Na_{4-2x}Fe_{2+x}(P_2O_7)_4$/C exhibits not only a high reversible electrochemical reaction, but also a superior rate capability. Therefore, these composites can be a promising cathode materials in SIBs.

P2-S23-9 Synthesis of Carbon Coated NiS_2 Nanoparticles and Its Enhanced Electrochemical Properties as Sodium Ion Battery Anode

카본이 코팅된 이황화니켈 나노입자의 합성과 나트륨 이온 전지 음극으로써의 전기화학적 특성 평가

김형호*, 홍성현. *서울대학교*

주로 휴대폰 등 모바일 IT 기기의 전원으로 사용되고 있는 리튬 이온 전지는 기술이 발달함에 따라 자동차 및 에너지 저장 등의 더 큰 저장용량을 필요로 하는 용도로 사용이 확대되어 그 수요가 급증하고 있다. 그러나 리튬 원재료의 높은 가격으로 인해 이를 대체하기 위한 나트륨 이온 전지의 음극 소재에 대한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 기존의 리튬이온 전지에서 사용되던 흑연이나 실리콘 등은 나트륨 이온 전지에서 그 성능이 극히 제한적이므로 이를 대체할 새로운 음극 소재의 개발이 매우 중요하다.

나트륨 이온 전지의 음극 소재 후보군으로써 금속황화물은 높은 이론 용량과 전기 전도도 등의 장점을 가지고있다. 그러나 충·방전

과정에서 발생하는 부피 변화로 인해 전기화학 특성이 빠르게 감소하는 단점 또한 존재한다. 본 연구에서는 먼저 약 870 mAh/g의 높은 이론 용량을 가지는 이황화니켈을 합성하여 나트륨 이온 전지 음극으로써의 전기화학 특성을 확인하였다. 또한, 글루코스를 소스로 하여 입자 표면에 카본 막을 코팅하여 충·방전 과정에서의 극심한 부피 변화를 견디면서 높은 용량과 긴 수명 특성을 동시에 확보하고자 하였다.

P2-S23-10 Electrostatically Assembled Silicon-Carbon Composites Employing Amine-Functionalized Carbon Intra-Interconnections for Li-Ion Battery Anodes

아민치환된 탄소를 이용한 전기적으로 조립된 실리콘-탄소 복합체 제조 및 리튬이온베터리 음극소재로의 적용

채창주*, 최웅희, 최영민, 김도엽, 정선호. *한국화학연구원*

Recently, a tremendous attention has been devoted to exploit lithium-ion batteries (LIBs) with high energy densities to keep pace with their ceaselessly growing demand in a variety of applications ranging from portable electronics devices to electrical vehicles. In the viewpoint of anodic materials, a various candidate materials have been investigated extensively over conventional graphite counterparts. The metal oxide-based anodes, governed by a conversion reaction, have theoretical capacities over that of graphite depending on compositions of them and the silicon has a high theoretical capacity of ~4200 mAh/g; however, both anodic materials have the significant drawbacks that should be resolved for practical applications. In this study, we propose a facile aqueous chemical scheme of synthesizing electrostatically-assembled, nanostructured Si-carbon composites. The negatively-charged graphene oxides (GOs) and Si NPs are intra-stacked with an addition of cationic polyelectrolyte, in an aqueous medium. Subsequently, the electrically conductive intra-pathways are established by incorporating the water-dispersible amine-functionalized multi-walled carbon nanotubes. The factors determining the electrochemical performances are investigated in intra-connected silicon-carbon composite materials, allowing for the cells exhibiting the capacities of 763 and 182 mAh/g at current densities of 0.1 and 5 A/g, respectively. Apart from a conventional liquid-electrolyte-based cells, we also suggest a possibility of fabricating all-solid-state Li-ion batteries.

P2-S23-11 All-solid-state Lithium Battery based on Li_2S-C Composite Electrode

장기환*, 최한울, 임형태. *창원대학교*

The electrodes of all-solid-state cells have limited interfacial contact with the electrolyte as compared with the lithium-ion battery, and so it is necessary to increase the interfacial contact including the solid electrolyte during the production of the electrode[1-4].

Therefore, the electrode fabrication process is step-wise and complex, and also needs to be simplified. In order to simplify the fabrication process, composite cathode was prepared using lithium sulfide instead of sulfur. In the lithium sulfide composite electrode synthesis step, amorphous [(80+α)Li_2S-20P_2S_5 (mol %)] is synthesized by planetary ball milling and the remained lithium sulfide acts as an active material.

Lithium silicide ($Li_{4.4}Si$), sulfide-based glass (Li_2S-P_2S_5), and lithium sulfide composite (Li_2S + P_2S_5 + acetylene black) were prepared as anode, solid electrolyte, and Li_2S cathode, respectively.

The electrochemical performance was examined under a constant current 200 μA (130 μA/cm^2) to investigate the property of lithium sulfide composite cathode on the gravimetric capacity (mAh/g). The cut-off condition of the cells is from 0.5 V to 2.7 V. SEM (Scanning Electron Microscope) and EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) mapping were performed to analyze the lithium sulfide composite electrode morphology.

[1] K. Takada, N. Ohta, L. Zhang, K. Fukuda, I. Sakaguchi, R. Ma, M. Osada, T. Sasaki, Solid State Ionics, 179 (2008) 1333-1337.
[2] K. Takada, S. Nakano, T. Inada, A. Kajiyama, H. Sasaki, S. Kondo, M. Watanabe, J. Electrochem. Soc. 150 (2003) A274-A277.
[3] Y. Seino, K. Takada, B.C. Kim, L. Zhang, N. Ohta, H. Wada, M. Osada, T. Sasaki, Solid State Ionics, 176 (2005) 2389-2393.
[4] N.M. Asl, J. Keith, C. Lim, L. Zhu, Y. Kim, Electrochim. Acta, 79 (2012) 8-16.

P2-S23-12 Synthesis of spherical multicomponent metal oxide particles containing tens of nanovoids and their lithium storage properties

나노포어들을 내포하는 다성분계 금속 산화물 구형 입자의 합성과 리튬 이온 저장 특성 평가

박진성*, 강윤찬. *고려대학교*

차세대 에너지 저장 물질로서 한층 더 높은 용량과 긴 수명 특성을 갖는 리튬 이온 전지 음극 소재 물질들이 개발되고 있다. 이의 일환으로서 나노포어들을 내포하는 다성분계 금속 산화물 구형 입자를 합성한 후 이의 전기화학 특성을 평가하였다. 입자 내부에 중공 구조를 적용하면 리튬 이온 전지의 음극재에 적용시 넓은 표면적의 이점을 활용하여 전해질과의 접촉을 수월하게 하며, 또한 리튬 삽입/탈리 과정에서 수반되는 부피 변화를 억제하여 전지의 수명을 증가시킬 수 있다. 이러한 중공 구조체에 다성분계 전이금속을 적용하게 되면 multiple valence states로 인해 높은 용량을 가능케 한다. 본 연구에서는 대량 생산에 유리한 분무건조 공정을 통해 일차 입자를 얻고, 산화 열처리 과정을 통해 나노포어들을 내포하는 다성분계 금속 산화물 구형 입자를 합성하였다. 분무 건조시 금속 염들과 덱스트린이 상분리된 입자를 얻을 수 있으며, 산화 과정에서 덱스트린이 분해 및 연소되어 여러 개의 빈 방들이 존재하는 입자를 합성할 수 있었다. 산화 온도에 따라 탄소-금속 산화물 복합체, 금속 산화물 구형 입자 등을 얻을 수 있었으며, 이 물질의 음극재로서의 리튬 이온 저장 특성을 평가하였다.

P2-S23-13 Fabrication of Micron Sized Spherical Aggregate Powders Consisted of Hollow SnO_2 Nanoplates and their Electrochemical Properties

중공 구조의 SnO_2 nanoplate로 구성된 마이크론 사이즈의 구형 응집체 분말 제조 및 전기 화학적 특성

박기대*, 강윤찬. *고려대학교*

나노 사이즈의 로드, 플레이트, 구형 형태를 지닌 입자로 구성된 다양한 형태의 응집체 분말은 에너지 저장 및 가스 센서, 촉매 및 바이오 분야 등 여러 분야에서 우수한 특성으로 주목을 받고 있다. 특히 리튬 이온 배터리의 음극물질로써 중공구조를 가진 나노구조체는 배터리의 충방전 과정에 따른 구조체의 붕괴 현상을 완화시키는데 도움이 되기 때문에 최근 많은 보고가 이루어 지고 있다.

최근 다양한 중공구조를 합성하기 위한 방법으로 템플릿을 사용하는 방법에 한계점을 극복하고자 템플릿을 사용하지 않는 방법으로 합성된 다양한 중공구조의 합성이 보고 되고 있다. 특히, 치밀한

형태의 금속셀렌화물을 산화시킴에 따라 금속산화물로 전환되는 과정에서 Kirkendall effect에 의해 중공구조의 형태로 바뀌는 보고가 새로운 중공구조의 합성 매커니즘으로 주목을 받고 있다.

본 연구에서는 3D 구조의 다공성 구형 입자를 분무 열분해 공정에 의해 합성하고, 황화공정과 커켄달 효과에 의한 중공 구조의 금속 산화물로 변형시키는 과정을 통해 중공구조의 나노플레이트로 구성된 계층적 구조의 구형 응집체를 합성하여 리튬 이온 배터리의 음극 물질로써 전기화학적 특성을 평가하였다.

P2-S23-14 Fabrication of Mesoporous NiO Nanoparticles Prepared by Spray Pyrolysis and Kirkendall Effect and their Electrochemical Properties

분무 열분해 공정 및 커켄달 효과에 의한 다공성 구조의 NiO 나노 입자 제조 및 전기 화학적 특성

홍정후*, 박기대, 강윤찬. *고려대학교*

최근 mesoporous 형태의 나노입자가 에너지 저장 및 가스 센서, 촉매 및 바이오 분야 등 여러 분야에서 우수한 물리적, 화학적 특성으로 인해 주목을 받고 있다. 특히 에너지 저장 분야인 리튬 이온 배터리 분야에서 구조체 안쪽까지의 전해질의 쉬운 침투와 충방전에 따른 구조체의 유연성으로 인해 우수한 특성을 발휘하는데 주목 받고 있는 구조체의 형태이다.

우수한 구조체적 장점으로 인해 다양한 형태의 mesoporous 나노입자를 합성하기 위한 방법들이 보고 되고 있다. 특히, mesoporous 구조를 지닌 탬플릿을 이용하는 방법의 단점을 극복하고자 탬플릿을 사용하지 않는 방법들이 최근 다양하게 보고 되고 있다.

본 연구에서는 분무 열분해 공정에 의해서 단일 단계로 단결정의 니켈 셀렌화물을 합성하고 산화 공정을 통해 커켄달 효과에 의한 다공성 구조의 지닌 NiO 나노 입자를 합성하였다. 해당 다공성 NiO 나노 입자는 리튬 이온 배터리의 음극 물질로써 우수한 전기화학적 특성을 보여주었다.

P2-S23-15 Synthesis of Fe_2O_3 and $FeSe_2$/graphitic-carbon using Metal-organic Framework Template and their Electrochemical Properties

금속-유기 골격체를 기반으로 한 Fe_2O_3 및 $FeSe_2$/흑연계탄소의 합성 및 전기화학 특성

김진구*, 박승근, 강윤찬. *고려대학교*

금속-유기 골격체 (Metal-Organic Framework; MOF)는 합성의 용이함과 높은 표면적을 지니는 특징 때문에 가스센서, 촉매, 수처리 등의 다양한 분야에서 연구되고 있다. 비활성 분위기에서 열처리 시 유기물은 탄화될 수 있기 때문에 이차전지 음극재료로의 활용 또한 주목받고 있다. 본 연구에서는 철 기반 MOF (MIL-88) 를 이용해 막대 모양의 Fe_2O_3 및 $FeSe_2$/흑연계탄소 분말을 합성하였다. 합성한 MIL-88을 환원 열처리 후 각각 산화와 셀렌화 열처리를 통해 Fe_2O_3 및 $FeSe_2$ 나노 입자 응집체를 만들었으며, 각각의 나노 입자는 Kirkendall diffusion에 의해 중공 구조로 형성되었다. 이를 각각 리튬 및 소듐 이차전지의 음극재료로 적용한 결과, 우수한 전기화학 특성을 나타내었다. 중공구조의 도입으로 충방전 과정에서의 부피 변화에 따른 구조적 파괴가 완화되었으며, 극대화된 반응 면적으로 율속특성이 향상되었다. 특히, $FeSe_2$/흑연계탄소 분말의 경우 흑연계탄소 골격이 구조적 안정성과 전도도 향상을 부여하였다. 그 결과, 수백회의 충방전 이후에도 Fe_2O_3, $FeSe_2$/흑연계탄소 마이크로 막대 분말 모두 높은 용량을 유지하였다.

P2-S23-16 Synthesis of Hollow Carbon Nano Composite by Spray Pyrolysis Process and their Electrochemical Properties Applied to Li-O_2 Battery

분무 열분해 공정을 통한 중공구조의 탄소 나노 구조체 합성과 이를 적용한 Li-O_2 배터리에서의 전기화학적 특성

오연종*. *고려대학교*

Li 금속과 O_2이 반응하여 용량을 발현하는 Li-O_2 배터리는 현재 상용화된 Li-ion 배터리의 비해 8배에 달하는 높은 에너지 밀도를 나타내고 있다. 이에 따라 에너지 저장장치와 전기자동차의 발전과 함께 상용화에 적합한 차세대 배터리로 알려져 있다. 그러나 높은 과전압과 낮은 round trip efficiency, 그리고 짧은 수명으로 인해 상용화에는 그 제약이 따르고 있다. 이에 따라서 Li-O_2 배터리는 산소 발생반응 (OER), 산소 환원반응 (ORR) 반응에서의 과전압을 낮출 수 있는 bifunctional catalyst, 전기화학 반응에서의 LiOH, $LiCO_3$와 같은 부산물의 발생을 줄일 수 있는 전해질, O_2를 공급할 수 있는 분리막과 같은 다양한 분야의 연구가 진행되고 있다. 특히 bifunctional catalyst에 사용되는 활물질로 multiple valance state를 가지는 전이금속을 이용하여 transition metal oxide 형태의 catalyst가 Li-O_2 배터리의 cathode 촉매 물질로 활발하게 연구가 진행되고 있다. 그러나 생성된 Li_2O_2를 저장 할 수 있는 open pore를 가진 hollow 한 형태의 전이금속 화합물에 관한 연구는 많이 진행되지 않고 있는 상황이다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 촉매로 사용되는 다성분계의 전이금속과 더불어 구조적 안정성과 전기전도도를 더욱 높일 수 있는 탄소소재의 hollow 한 화합물을 분무 열분해 공정을 통해 합성하는 새로운 시도를 하였다. 형성된 구조체는 Li-O_2 배터리의 cathode 촉매 물질로서 좋은 전기화학적 특성을 나타내었다.

P2-S23-17 Synthesis of CNT-hollow $CoSe_2$ Composites and their Sodium-ion Storage Properties

CNT로 연결된 중공 구조 $CoSe_2$ 복합재료 합성 및 나트륨 이온 저장 특성 평가

양수현*, 박승근, 강윤찬. *고려대학교*

나트륨의 낮은 비용과 자원적 풍부함으로 인해 최근 large-scale 에너지 저장 시스템으로써 재충전 할 수 있는 나트륨 이온 배터리가 널리 연구되고 있다. 그러나 낮은 용량과 출력특성으로 인해 현재 상용화에 큰 어려움을 겪고 있다. 이를 극복하기 위해 새로운 전극재료의 개발은 매우 중요하다. 금속셀렌화물을 기반으로 한 전극소재는 뛰어난 전기화학적 특성으로 인해 최근 들어 많은 관심을 받고 있다. 하지만 금속셀렌화물의 낮은 전도성과 충·방전 중 발생하는 부피 팽창은 실제 나트륨 전지 전극소재로 평가 시에 그 특성을 저하시키는 큰 요인들로 이를 해결하기 위한 새로운 구조를 가진 금속셀렌화물 기반의 전극소재의 개발은 필수적이다. 본 발표에서는 높은 전도성을 가진 탄소나노튜브 (carbon nanotubes: CNT)로 연결된 중공 구조의 $CoSe_2$ 복합재료를 합성하고 나트륨 전지 음극으로서의 전기화학적 특성을 평가하였다. $CoSe_2$를 이어주는 CNT의 높은 전도성과 $CoSe_2$의 내부의 중공구조로 인해, 충·방전 평가 시 전극 내부에서 빠른 전자이동을 가능하게 하고, 삽입/탈리 되는 과정에서 수반되는 부피 변화를 억제하여 나트륨전지의 수명을 크게 증가시켰다.

P2-S23-18 Synthesis of Graphitic Carbon Sphere Comprising Fe_2O_3/Se Hollow Nonosphere and their Electrochemical Properties

Fe_2O_3/Se 중공 나노 입자로 구성된 흑연화된 탄소 마이크로 스피어 합성과 전기화학적 특성

유용주*, 강윤찬. *고려대학교*

최근에 리튬이온 배터리의 음극 소재로서 금속산화물 나노구조체의 형태 제어가 중요한 이슈중에 하나이다. 충방전 과정중에 리튬이온의 반복적인 삽입·탈리 과정은 구조체의 부피 팽창 및 수축을 가져오며, 이는 배터리 수명특성에 영향을 주게 된다. 최근에 중공구조의 금속산화물 나노입자 및 나노구조체를 음극소재로 적용하여 수명특성 및 율속특성을 향상시킨 연구들이 보고되고 있다. 중공구조는 리튬이온과의 반응 면적을 향상시켜 주며, 리튬이온의 확산거리를 단축시켜 주는 효과가 있다. 그럼에도 불구하고, 음극소재로서 금속산화물은 고유의 낮은 전기전도도로 인해 율속특성이 우수하지 않는 것으로 보고되고 있다. 따라서 나노구조체의 형태 제어 및 전기전도도 향상은 리튬 이온 배터리의 수명특성 및 율속특성 향상에 중요한 이슈일 것이다.

해당 연구에서는 흑연화된 마이크로 스피어 내에 중공구조의 Fe_2O_3/Se 나노입자가 균일하게 분산된 복합전극을 형성하였으며, 리튬이온 배터리 음극 물질로서 수명특성 및 율속특성이 우수한 전기화학적 거동을 보여주었다.

P2-S23-19 Capacitive Effect of Carbon Dots made by Alkali Activation

알칼리 활성화 공정 과정을 이용한 카본닷 합성

장수진[1*], 노광철[2]. [1]*고려대학교*, [2]*한국세라믹기술원*

A combination of carbon nanodots and nanopores within turbostratic-structured carbon is demonstrated to lead to a capacitive effect in supercapacitors. The carbon dots are generated from a partially graphitic carbon structure using KOH activation because metallic K contributes to the expansion of the graphene layer stacks and then decomposes the epoxy and other functional groups into nanosize particles. Notably, the resulting sample has a high electrical conductivity and an improved additional volumetric capacitance of up to 123.2 F/cc because the carbon dots act as nanogate carbon. This result clearly differs from all previous reports, opening up a new means of applying nanocarbons to energy-storage applications.

P2-S23-20 Effect of C-coated/N-doped Activated Carbon for Supercapacitor with Conducting Agent Free Type Electrode

C/N 도핑된 슈퍼커패시터용 도전재 free 형 전극

박주연[1*], 장수진[2], 노광철[1]. [1]*한국세라믹기술원*, [2]*고려대학교*

For efficient use of activated carbon in supercapacitor, the poor conductivity of electrode material is a major problem. To tacke the problem, we have synthesized the activated carbon modified with pitch and melamine. In advanced of synthesis, an activated carbon was optimized with the KOH/C weight ratios of 2,3 and 4. We investigate the influence of KOH reagent amount on structure include the SSA, and pore size distribution. The modified surface of activated carbon with C and N is favourable to increase the electrical conductivity of activated carbon. The electrochemical performance of modified activated carbon is evaluated by conducting agent free type electrode. The obtained results of 2032 coin cell and three-electrode test showed ffectiveness of the doped C/N.

P2-G3-1 Effect of Granule Characteristics on the Sintering of Alumina Ceramics

알루미나 소결에 미치는 과립 특성의 영향

문이남*, 김태경, 이현권. *금오공과대학교*

알루미나는 대표적인 파인세라믹스 재료이며, 미분말을 사용할 경우 높은 표면에너지에 의해 건식 성형에 어려움이 있다. 이에 따라 산업현장에서는 일반적으로 분무건조법을 사용하여 미분말을 과립화함으로써 해결하고 있다. 이러한 과립의 특성은 성형 후 소결체의 물성에 큰 영향을 미치기 때문에 과립을 제어 할 필요가 있다.

본 연구에서는 분무건조 조건에 따라 과립 특성을 제어하고, 성형 후 소결체의 특성을 평가하여 과립이 소결체에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 실험은 분무건조 조건을 달리하여 과립을 제조하고 탭밀도, 입도분석, SEM을 통해 평가하였다. 제조된 과립을 최종 소결하여 과립 특성에 따른 소결체의 특성을 비교 분석하였다.

P2-G3-2 Evaluation of High Temperature Stability of Ceramics via Oxy-acetylene Torch Test

산소아세틸렌 토치를 통한 세라믹의 초고온 안정성 평가

마호진[1*], 공정훈[1], 정욱기[1], 김동규[1], 허은석[1], 박진우[2], 김도경[1]. [1]*한국과학기술원*, [2]*국방과학연구소*

When ceramic materials are applied for the aerospace vehicle in a high speed, the temperature increases drastically above 1500°C due to air drag. To overcome external factors in harsh environment, materials should meet the outstanding thermal, mechanical properties and phase stability. The representative aerospace material is Si_3N_4, which has high strength and thermal stability. However, it is difficult to measure the dielectric and thermal properties of Si_3N_4 at the ultra -high temperature using the torch system since the Si_3N_4 material is easily broken owing to high thermal expansion coefficient. Another candidate is fused silica, which can tolerate above 1500°C and has low dielectric constant. However, the surface of fused silica melts and changes sample thickness that they bring about increase in dielectric loss. Therefore, it is required to find adequate materials without significant deformation during applying the heat.

In this work, a variety of candidate materials were tested by oxy-acetylene torch to evaluate the thermal and phase stability at the high temperature above 1500°C

P2-G3-3 Determination of Milling Efficiency by Ball Milling Sound Analysis

볼밀 소음분석을 통한 최대 분쇄효율 결정

김재홍*, 박의근, 이현권. *금오공과대학교*

세라믹스 제조에 있어 분쇄는 매우 중요한 공정이다. 공정비용이 저렴하고 다양한 재료를 쉽게 다룰 수 있는 볼밀공정이 소재 분야에서 널리 채택되고 있다. 일반적으로 볼밀공정의 효율측정은 입도분석을 비롯한 경험적인 데이터에 의존하고 있다. 이러한 문제를 보완하기 위해 최적 분쇄 효율에 대한 다양한 변수에 따른 연구들이 이루어지고 있다. 최근에는 볼밀 과정에서 충격과 충돌에 의해 발생하는 소음이 밀의 조작에 유용한 수단이 될 수 있다고 보고되고 있다.

본 연구에서는 볼밀공정에서 발생하는 소음을 측정, 분석하여 최적 분쇄 효율을 결정하고자 하였다. 상업적으로 많이 사용되고 있는 알루미나 분말을 원료 분말로 사용하고, 녹음장치로 소음을 측정하였다. 이후, 녹음된 소음을 FFT(Fast Fourier Transform) 분석하여 볼밀공정에서 발생하는 소음과 분쇄효율의 상관관계를 평가하고 분석하였다.

P2-G3-4 Thermal Conductivity of AlN Ceramic Sheet Prepared by Non-aqueous Tape Casting

비-수계 tape casting법으로 제조한 AlN 시트의 열전도도 특성

김시연[1*], 여동훈[2], 신효순[2], 윤호규[1]. *[1]고려대학교, [2]한국세라믹기술원*

AlN은 열전도도가 높고 기계적 강도가 높으며 절연특성이 우수하기 때문에 반도체 제조장비나 전기자동차와 같은 고출력 세라믹히터 소재로 많이 쓰이고 있다. 이를 캐스팅공정을 통하여 성형할 경우, 추가되는 산소함량에 따라서 열전도도 특성이 감소하는 문제점이 발생하고 있다. 본 연구에서는, 열전도도가 낮아지는 문제점을 극복하기 위하여 산소함량을 낮추어 시트를 제작하였으며 그린시트의 충진 밀도는 46%을 나타내었다. 최적의 건조조건을 통하여 갈라짐이 없는 균일한 시트로 성형하였으며, 제작된 시트는 1850°C에서 질소분위기로 소결하였다. 소결밀도는 3.24 g/cm^{3}을 나타내었으며, 상온에서의 열전도도는 160 W/mK을 나타내었다.

P2-G3-5 Active-passive Oxidation Behaviors of SiC_f/SiC Composite

SiC_f/SiC복합체의 능동-수동 산화 거동

박지연[1*], 이호욱[1], 이승호[1], 신정호[1], 김대종[1], 이현근[1], 김원주[1], 윤순길[2]. *[1]한국원자력연구원, [2]충남대학교*

SiC 계 세라믹스는 고온 안정성이 우수하여 항공우주용 부품, 가스터빈 엔진 부품, 열병합 발전용 가스터빈 부품, 열교환기 부품 소재로 고려되고 있다. 그러나 공기 중이나 산소가 미량 존재하는 분위기에서는 산화물의 형성과 기화에 의한 표면반응이 물성 열화의 원인이 되고 있으며, 이를 극복하기 위한 내환경 코팅(EBC, Environment Barrier Coating) 물질 선정 및 공정/평가 기술이 개발되고 있다. SiC 소재의 산화거동은 운전환경에 따라 산화층이 형성되는 수동 산화와 산화층이 기화되는 능동 산화 기구로 설명되며, 두 반응기구의 전이에 대하여 많은 연구가 발표되고 있다. 본 연구에서는 SiC_f/SiC 복합체를 고온에서 열삭마하여 발생되는 산화층과 복합체를 분석하고, 기존에 보고된 SiC의 능동-수동 산화전이 현상을 접목하여 산화거동을 이해하고자 하였다. 복합체는 전기영동침착과 고온 가압소결 공정에 의하여 일본 우베사의 Tyranno SA3 섬유를 강화제로 제조되었으며, 산화시험은 케로신(kerosene) 연료와 산소로 생성된 불꽃을 이용하여 삭마시험을 통하여 수행하였고, 시험 온도는 1300°C ~ 2000°C 범위이다. 산화거동은 무게변화 측정, 광학현미경과 주사전자현미경을 이용한 미세구조 관찰, X선 회절분석, 라만 분석 및 EDS를 이용한 원소와 상분석을 통하여 수행하였다.

P2-G3-6 Properties of Oxygen Transport Membrane Ceramic-metal Alloys Joints by Reactive Air Brazing

Reactive air brazing에 의한 산소분리막 세라믹-금속 합금 접합의 특성

김명동[*], Wahid Muhamad FR, Amit Siddharth Sharma, 윤당혁. *영남대학교*

To fabricate a multi-layered structure for maximizing oxygen production, oxygen transport membrane (OTM) ceramics need to be hermetically interfaced with peripheral metal components of the system. In this study, Ag–10 wt% CuO was evaluated as an effective filler for the reactive air brazing (RAB) of dense $Ce_{0.9}Gd_{0.1}O_{2-\delta}$–$La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_{3\pm\delta}$ (GDC-LSM) OTM ceramics. RAB was performed at 1050°C for 30 min in air to obtain GDC-LSM joints with four different commercially available metallic alloys, such as Crofer 22 APU, Inconel 600, Fecralloy, and AISI 310S. The microstructure and elemental distribution of the ceramic-ceramic and ceramic-metal joints cross-sections were examined. The mechanical shear strength at room temperature for the as-brazed and isothermally aged (800°C for 24 h) joints of all the samples was evaluated. A comparison of results for the as-brazed and aged joints on their interfacial microstructure and mechanical shear strength are presented in detail.

P2-G3-7 Fabrication of Y_2O_3-MgO Nanocomposite by Carbon Contamination Free Spark Plasma Sintering with Tungsten punch

텅스텐 펀치를 이용한 탄소 침탄이 억제된 Y_2O_3-MgO 복합재의 방전플라즈마 소결

김홍래[*], 홍성현. *서울대학교*

Polycrystalline transparent ceramics, such as MgO, $MgAl_2O_4$ and Y_2O_3, have drawn lots of attention due to their excellent optical, mechanical, and thermal properties. Among them, Y_2O_3 and MgO have a longer wavelength cutoff and a lower emissivity than the other mid-infrared materials. In addition, Y_2O_3-MgO nanocomposite below 150 nm grain size exhibits 80% mid-infrared transparency and superior mechanical strength than single-phase ceramics because one phase impedes the grain growth of the adjacent phases.

In the fabrication process of Y_2O_3-MgO nanocomposite, grain growth should be suppressed to achieve the high transparency. In an attempt to make nanocomposite with 100 nm grain size, spark plasma sintering (SPS) has been applied. However, SPS requires a post-annealing to remove the carbon contamination resulting from graphite die. Even after post-annealing, carbon associated bubbles can cause the optical degradation.

In this study, Y_2O_3-MgO nanocomposite ceramic was fabricated via SPS to suppress the carbon contamination by introducing BN-coated tungsten punch instead of the conventional graphite punch. The fabricated Y_2O_3-MgO nanocomposite ceramic exhibited an excellent mid-infrared transparency without post-annealing.

P2-G3-8 Effects of Ion Irradiation on Joining of SiC_f/SiC with MAX Phase

MAX phase를 이용한 SiC_f/SiC 접합에 대한 이온 조사의 영향

Pipit[*], Amit Siddharth Sharma, 정동혁, 윤당혁. *Yeungnam University*

SiC_f/SiC composites were joined using a thin MAX phase tape filler, such as Ti_3AlC_2 and Ti_3SiC_2. Processing route were optimized by infiltration of SiC particulate slurry with Sc-nitrate as sintering additives into Tyranno® SiC fabric using vacuum infiltration followed by hot-pressing. A butt-joint configuration was prepared after inserting 10 μm-thick MAX phase tape filler between two composites and joined at 1900°C for 5 h under 3.5 MPa applied pressure. The joined composites were further subjected to ion irradiation using 0.2 MeV H^+ ions with a fluence of 3×10^{20} ions/m^2 at room temperature. Finally, a comparison between joint microstructures, phase evolution, formation of pores and cracks, and changes in mechanical strength for the irradiated and unirradiated joined composites will be attempted.

P2-G3-9 Comparison of SiC and SiC_f/SiC Joints Obtained by PCS and PSZ Preceramic Polymers

Preceramic polymer인 PCS 및 PSZ에 의해 접합된 SiC 및 SiC_f/SiC의 물성비교

정동혁*, Amit Siddharth Sharma, Pipit, 윤당혁. *영남대학교*

Silicon carbide and its composites (SiC_f/SiC) is a promising material for applications such as aerospace, gas turbine and nuclear reactors driven by its excellent physical properties and their retention at high temperatures. However, due to the inherent brittleness, fabricating intricate SiC structures is a challenge. Here we performed joining of SiC and SiC_f/SiC using ceramization of preceramic polymers. Firstly, we fabricate flat- and tubular-shaped SiC_f/SiC by nano-SiC matrix infiltration into SiC fabric and subsequent hot-pressing. SiC monoliths were also hot-pressed to obtain high densities (> 95%). Subsequently, commercially available polymers such as polycarbosilane (PCS) and polysilazane (PSZ) were utilized as fillers to obtain sound joints. The heating schedule (2°C/min heating rate, 1750°C, 10 MPa, 2 h soak) was carefully tailored to produce final SiC-rich joints so as to have pores- and cracks-free butt-joints. These strength values were further correlated with phase evolution and microstructure analyzed using SEM, XRD and Raman spectroscopy.

P2-G3-10 Effect of Initial Porosity Condition on Mechanical Properties of Ceramic-resin Hybrid Block

초기 기공조건이 세라믹-레진 하이브리드 블럭의 물성에 미치는 영향

조용현[1*], 박주석[1], 이성갑[2], 김경훈[1]. *[1] 한국세라믹기술원, [2] 경상대학교*

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. Dental materials, as crown material, can be classified as polycrystalline ceramic, metal and resin composite material. Each material has its limitations as a dental material. In order to overcome such problems, research on composite materials, which is a method of collecting the merits of each material, is actively under way, is actively pursued. As a dental materials, the hybrid block containing both zirconia with good mechanical properties and resin with good machinability is typical composite material.

The purpose of this study is to 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 composite resin. To characterize the zirconia-resin hybrid block, bulk density, porosity, infiltration ratio, wear resistance, hardness, 3-point bending strength, x-ray diffraction (XRD), and scanning electron microscope (SEM) analysis were employed.

P2-G3-11 열간가압 소결법으로 제조된 B_4C-SiC 복합체의 기계적 특성

소성민[1*], 김경훈[1], 박주석[1], 최우혁[2], 임연수[2]. *[1] 한국세라믹기술원, [2] 명지대학교*

탄화붕소(B_4C)는 경도와 강도 및 파괴인성 등 기계적 특성 뿐 만 아니라 내화학성과 내침식성이 우수하여 여러 분야에 응용이 가능한 재료이다. 특히 비중이 2.52 g/cm^{3}으로 다른 세라믹 소재에 비해 낮고, 경도와 탄성률이 높아 방탄 효율이 뛰어나기 때문에 개인용 방호구, 항공기 및 차량용 방탄소재 등 경량성과 방탄성능이 함께 요구되는 분야에서 고기능성 초경량 방탄소재로 우수한 특성을 나타내고 있다. 하지만 B_4C는 높은 공유결합성으로 인한 낮은 가소성과 높은 슬립 저항성 및 고온에서도 낮은 확산계수를 보이기 때문에 고밀도의 소결체를 제조하기 어려운 단점을 가지고 있다. 고밀도 B_4C 소결체의 제조에는 2,200°C 이상의 고온 소결이 요구되며 소결 조제를 첨가하여 액상을 형성하거나 비화학양론 조성을 유도하여 소결을 촉진시키는 방법이 있다. 하지만 소결 조제를 첨가하게 되면 비화학양론 조성의 B_4C소결체를 형성하거나 소결체 결정립계에 비정질 이차상이 형성되어 물성의 저하가 발생 할 수 있다. 이에 본연구에서는 B_4C와 유사한 물성을 가지는 SiC를 이용하여 B_4C의 우수한 기계적 물성을 유지하며 낮은 온도에서 소결이 가능한 B_4C-SiC 복합체를 2,000°C 온도에서 열간가압 소결법으로 제조 하였다. 열간가압 소결법으로 2,000°C에서 소결한 B_4C : SiC = 1 : 1 조성의 복합체의 경도는 약 30 GPa, 꺾임강도는 약 640 MPa을 보여 우수한 기계적 특성을 보였다.

P2-G3-12 Fabrication of Silicon Carbide-Based Porous Ceramics Using Infiltration Technology

함침기술을 이용한 탄화규소 기반 다공성 세라믹스의 제조

이계욱*, 윤은섭. *성균관대학교*

반응소결 SiC의 제조 공정은 상대적으로 낮은 온도에 해당하는 1450~1600°C 온도 범위에서 제조되며 기공이 없고 소결체를 짧은 시간 내에 제조할 수 있으며, 반응 소결 후 성형체의 치수와 형상을 그대로 유지하기 때문에 최소한의 가공만으로 원하는 형태의 SiC 제품을 제조할 수 있어 높은 경제성을 갖는다. 반면에 용융 Si의 함침을 위한 통로를 확보하기 위하여 50 μm 이상의 굵은 입자를 원료로 사용하며 과량의 Si를 함침시킨다. 이는 잔류 Si가 존재하는 굵은 입자의 미세조직을 유발하여 물성 및 고온특성을 저하시킨다. 본 연구에서는 상기 문제점들을 해결하기 위해서 탄소와 탄화규소만으로 이루어진 성형체의 성형밀도를 조절하여 Si의 모세관 현상에 따른 함침조건을 정밀 분석하고 적정 탄소분말의 입자크기 및 성형정도를 조절하여 잔류 Si 양을 최소화한 SiC 세라믹을 제조하고이를 다시 재결정처리하여 고강도의 SiC 다공체를 제조하고자 한다.

P2-G3-13 Characterization of Thermo-physical Properties of UO_2 Pellets with Aligned Mo Microplates

판상형 몰리브데늄 금속입자가 배열된 UO_2 소결체의 열물성 평가

김동석*, 김동주, 오장수, 전상채, 김건식, 김종헌, 양재호. *한국원자력연구원*

후쿠시마 사고 이후 지난 몇 년간 경수로 핵연료의 개발에 있어 사고저항성 핵연료 (Accident Tolerant Fuel, ATF)라는 이름 하에 수 많은 노력 및 제안들이 있었다. UO_2 핵연료 소결체에 있어서 극복해야 할 이슈 중 하나는 UO_2의 열전도율이 낮기 때문에 운전시 소결체 내부 온도 구배가 극심해지며, 소결체 중심온도가 상승하게 되어 악영향을 미친다. 이에 따라, 만약 UO_2 핵연료 소결체의 열전도도를 높일 수 있다면 운전 마진의 향상은 물론, 핵분열 생성물 방출의 저감이나 안전성 향상에도 큰 도움을 줄 수 있다.

본 연구에서는 소결체의 수평 방향 열전도도를 효율적으로 높이기 위해 마이크로 크기의 몰리브데늄 판상형 입자를 UO_2 소결체 내에 수평으로 정렬 및 분산시켰다. 이는 기존의 UO_2 핵연료 소결체 제조 공정을 고려하여 통상적인 UO_2 소결체 제조 방법으로 얻을 수 있으며, 정렬 된 판상형 몰리브데늄 입자는 소결체 내에서 열 전도 경로로 작동하여 5 vol %의 판상 입자 혼합의 경우, 1000°C에서 기

존 UO_2 소결체보다 약 80% 이상의 반경 방향 열전도도가 향상됨을 확인하였다. 이와 같이 제조된 판상입자 금속 함유 UO_2 소결체에 대해 공정 변수별 미세구조 관찰 및 열물성 측정을 수행하였다.

P2-G3-14 Densified Yttria Through Slip Casting Method using Bimodal-type Yttria Powder

Bimodal 입도분포를 갖는 이트리아 분말의 슬립캐스팅을 통한 치밀한 소결체 제조에 대한 연구

양영균*, 이상진. *목포대학교*

Y_2O_3는 2235°C까지 단사정 구조로 상전이가 없으며 2425°C의 매우 높은 용융온도를 갖기 때문에 1800°C 이상의 고온까지도 매우 우수한 화학적 안정성과 내열성을 가지고 있으며, 고온용 내식성 기판재료, 융융금속의 제트 캐스팅을 위한 노즐재료, 반응성이 매우 높은 금속의 용융을 위한 용기재료, 투광성 재료 등 광범위한 분야에 널리 사용되어 왔다. 이러한 이트리아의 소결거동에서 1600°C 이하의 상압소결을 통한 99% 이상의 치밀한 Y_2O_3 세라믹스의 제조공정은 현재까지 보고된바 없다. 본 연구에서는 1600°C에서 상압소결을 통해 치밀한 Y_2O_3 세라믹을 얻었으며, 이를 위하여 PVA 용액법을 활용하여 나노 Y_2O_3 분말을 제조하여 마이크로 미터 단위의 상용 Y_2O_3 분말과 일정 비율 혼합한 후, 슬립캐스팅 성형법을 활용하여 상압소결 하였다. 높은 성형밀도를 얻기 위한 슬립캐스팅용 슬러리의 유동학적 물성을 고찰하였으며, 일축가압 등 기타 성형방법으로 제조된 Y_2O_3 소결체와 그 소결특성을 비교, 분석하였다. 수축률과 소결밀도 및 미세구조를 관찰하여 슬립캐스팅으로 제조된 소결체의 우수성을 고찰하였다.

P2-G3-15 Effect of Sponge Pore Size on the Physical Properties of Polyurethane-geopolymer Composite

스폰지 기공 사이즈가 폴리우레탄-지오폴리머 복합체의 물성에 미치는 영향

Chen Zhilei*, 이상진. *목포대학교*

지오폴리머(geopolymer)는 알루미노실리케이트계 원료와 강알칼리 자극제의 탈수 축중합 반응을 이용하여 보다 친환경적이고 공정비용이 비교적 저렴한 경화소재로 일부 국가에서 건축 소재로 이용되기도 한다. 최근 이 같은 친환경적인 특성으로 인해 관련 연구가 활발하게 진행되고 있으나, 이들 대부분이 공정 개선 및 강도개선 방법에 그치는 경우가 많다. 본 연구에서는 메타카올린을 사용한 지오폴리머를 기지(matrix)로 하고 폴리우렌탄 스폰지를 고분자로 사용하여 세라믹-폴리머 복합체를 디자인 하였다. 폴리우레탄 스폰지의 기공 사이즈(pore per inch (PPI) 10, 25, 45, 60)에 변화를 주고 이에 대한 기계적 물성 변화를 고찰하였다. 미 분쇄된 카올린 분말을 열처리하여 메타상으로 제조하고 이를 실험에 이용하였다. 연구의 변수를 최소화하기 위해 분말과 혼합용액(알칼리 자극제와 물유리의 혼합용액)의 비율을 1:1로 고정하였으며, 준비된 폴리우레탄에 슬러리를 부어 경화시켰다. 폴리우렌탄 스폰지의 기공 사이즈가 클수록 최대 10% 미만의 선형 수축율을 보였다. 이에 반해 폴리우렌탄 스폰지의 기공 사이즈가 작은 경우에는 시편의 기공율이 감소하였다. 각 조건에 따른 시편의 압축강도, 곡강도, 경도, 미세구조 등을 고찰하여 복합체의 기계적 특성을 고찰하였으며, 특히 곡강도 테스트를 통한 응력-변위 곡선에서는 낮은 응력에서의 인성증진 거동이 관찰되었다.

P2-G3-16 The Effect of Graphite on the Property of Liquid Phase Sintered Porous SiC in Al_2O_3-Y_2O_3-SiO_2 System

Graphite 첨가에 따른 Al_2O_3-Y_2O_3-SiO_2계 액상소결 탄화규소 다공체의 기계적 특성의 변화

윤성일[1]*, 박상환[1], 남산[2], 염미래[1]. [1] *한국과학기술연구원*, [2] *고려대학교*

탄화규소(SiC)는 비산화물계 세라믹으로서 기계적 강도, 화학적 안정성 및 열 충격 특성이 우수하여 구조 세라믹스 재료로서 널리 사용되어왔으며, 이러한 우수한 기계적 특성을 갖는 탄화규소 다공체는 디스플레이 공정용 진공척, 세라믹 멤브레인, 고온 분진 필터 등 다양한 분야에서 이용되고 있다. 본 연구에서 탄화규소 다공체를 소결하기 위하여 알루미나, 이트리아 및 실리카 분말을 소결조제로 사용하였으며, 일정한 기공크기를 형성하기 위하여 15 um 크기의 탄화규소 분말에 5um 크기의 graphite 분말을 0 ~ 10 wt.% 혼합하여 사용하였다. 5um 크기의 graphite 분말이 혼합된 15 um 크기의 탄화규소 분말과 소결조제 분말을 건식으로 혼합한 뒤 PVA (1 wt.% sol)용액을 혼합하여 40 MPa의 압력으로 일축가압 성형하여 성형체를 제조하였다. 성형체를 Ar 분위기에서 10°C/min의 속도로 1500°C까지 승온한 후 1시간 유지시켜 소결하였다. 소결조제의 함량이 15 vol%에서 25 vol%로 증가함에 따라 4점 굽힘 강도는 55 MPa에서 68 MPa로 증가하였으며, 겉보기 기공률은 45%에서 42%로 감소하였다. 또한 일정한 소결조제가 첨가된 조성에서 graphite 분말의 함량이 2.5 wt.%에서 10 wt.%로 증가함에 따라 기공율은 44.6%에서 47.8%로 증가하였으나 굽힘강도는 38 MPa로 크게 감소하였다.

P2-G3-17 Effect of Carbon Source on the Properties of Silicon Carbide Porous Material Prepared by Direct Reaction of Silicon and Carbon

규소와 탄소의 직접반응으로 제조된 탄화규소 다공체의 탄소원의 종류에 따른 특성

염미래[1]*, 윤성일[2], 박상환[2], 최성철[1]. [1] *한양대학교*, [2] *한국과학기술연구원*

In this study, the effects of the carbon source on the specific surface area, pore size and physical properties of meso - micro porous silicon carbide bodies manufactured by a direct reaction between silicon source and carbon source were investigated. Carbon black powder (1 um, 18 nm) and carbon black/CNT mixed powder were used as the starting material for the carbon source. Conventional ball milling process was used for the homogeneous mixing of carbon source and Si powders. The mole ratio of carbon to silicon was varied from 1.0 to 2.5, and the amount of CNT used in carbon source was varied from 0 to 30 wt%. The samples prepared by the uniaxial pressing method were heat-treated at a temperature of 1100 to 1250°C for 10 h under an argon atmosphere. The pore characteristics and mechanical properties including specific surface area, porosity, compressive strength, mercury intrusion porosimetry and microstructure of the specimens were investigated. It was found that Si was completely reacted with carbon source at 1250°C without any residual silicon. As the molar ratio of carbon in the starting material composition was increased, the compressive strength of the prepared porous silicon carbide decreased and the porosity increased slightly. Also, the size of the carbon black powder did not affect the porosity, but the compressive strength of the porous silicon carbide decreased as the size of the carbon black powder increased. As the amount of carbon source CNT was increased, the porosity of the prepared silicon carbide porous increased and the compressive strength decreased.

P2-G3-18 Joining of Sintered Silicon Carbide using SiC/C Mixture

SiC/C 혼합재를 이용한 상압소결 탄화규소의 접합

성현우*. *성균관대학교*

탄화규소는 고온특성, 내마모성, 내부식성 등의 뛰어난 기계적 특성을 가지고 있어 다양한 분야에 응용이 가능한 고온구조용 세라믹 재료이다. 하지만 약한 취성과 낮은 형상 가공성 때문에 복잡한 형상의 구조체나 완제품 제조가 매우 어렵다. 이와 같은 제한 점을 극복하고자 탄화규소 접합을 시도하였다. 표면을 연마한 상압소결 탄화규소 시편 사이에 모재와 유사한 성분을 갖는 SiC/C 혼합분말을 접합재로 사용하여 접합하였다. 열처리는 진공분위기에서 진행하였고 1550°C에서 1시간 동안 유지하였다. 열처리 후 1000°C에서의 고온꺾임강도를 측정하였고 OM과 SEM 등의 분석장비를 이용하여 SiC/C의 조성비에 따른 접합 단면의 조직구조를 관찰하였다.

P2-G3-19 Fabrication and Corrosion Behavior of ZrC-SiC Composite Coating Layer

SiC-ZrC 복합 코팅층의 제조 및 부식 특성 평가

이현근*, 김대종, 박지연, 김원주. *한국원자력연구원*

SiC 세라믹스 및 복합체는 고온에서의 높은 기계적 특성과 우수한 조사저항성 특성, 높은 부식 저항성을 나타내어 원자력 분야의 피복관 및 차세대 원자로 반응기 부품으로의 응용에 대해 연구가 이루어지고 있으며, 특히 SiC 복합체는 높은 파괴인성 특성으로 인해 가스 터빈, 열교환기와 같은 고온 구조재료로의 응용에 대해 많은 연구가 이루어지고 있다. SiC 섬유강화 복합체 튜브는 경수로의 사고저항성 핵연료 피복관 소재후보 중의 하나이며, 우수한 고온 특성과, 조사저항성 특성을 나타내고 있으나, 정상 운전 상태의 수화학 부식 환경에서 부식 특성에 대한 우려가 있어 추가적인 연구가 진행되고 있다. 수화학 부식특성을 향상시키기 위하여 SiC 복합체의 기지상에 대한 부식저항성을 향상시키기 위한 연구를 진행하였다. 본 연구에서는 SiC 복합체의 기지상으로서 SiC-ZrC 복합코팅층의 적용 가능성과 수화학 부식 특성에 대하여 연구하였다. SiC-ZrC 복합 코팅층은 부식환경에서 ZrO_2 또는 ZrO_2 복합 산화물을 형성하여 부식특성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대할 수 있다. SiC-ZrC 복합코팅은 화학기상증착법을 이용하여 각각 SiC는 MTS 소스를 활용하여, ZrC는 $ZrCl_4$ 분말을 승화하여 동시에 증착하였다. SiC-ZrC 복합코팅의 미세구조를 XRD, SEM, TEM을 이용하여 분석하였다. SiC-ZrC 복합코팅을 수화학 환경에서 부식 실험을 진행하였으며, 부식 실험 이후 미세구조에 대하여 분석하여 SiC-ZrC 복합코팅의 부식저항성에 대하여 고찰하였다.

P2-G3-20 Development of Metallic Microcell UO_2 Pellet for Accident Tolerant Fuel

사고저항성 핵연료 금속 미소셀 UO_2 소결체 개발

김동주*, 김동석, 김건식, 전상채, 오장수, 김종헌, 양재호. *한국원자력연구원*

2011년 일본 후쿠시마 원전사고 이후, 안전성이 향상된 핵연료 개발이 전 세계적으로 크게 강조되고 있다. 세계 각국은 핵연료 안전성 향상을 위한 사고저항성 핵연료 (Accident Tolerant Fuel, ATF)의 개념 및 기술 개발을 활발히 진행 중이다. 한국원자력연구원에서는 독창적인 사고저항성 핵연료 개념 중 하나로써 금속 미소셀 UO_2 소결체 (Metallic Microcell UO_2 fuel pellet) 개발을 진행 중이다. 기존의 UO_2 소결체 내에 금속 그물망을 배열하여, 열전도도를 증가시킴으로써 핵연료 온도를 낮추고 핵분열 기체의 이동을 저감시키는 기능을 갖도록 한다. 이를 통하여, 핵연료 사고 전개를 지연 및 완화시켜 중대사고 발생 확률 저감에 기여 할 수 있다. 개발 중인 금속 미소셀 UO_2 소결체에 대하여 연구로 연소시험을 진행 중이며, 온라인 데이터 측정을 통하여 그 우수한 성능을 검증하고 있다. 본 발표에서는 사고저항성 핵연료 금속 미소셀 UO_2 소결체 개발 현황 및 연소시험 진행 결과를 소개하고자 한다.

P2-S31-1 Fabrication of Environmental Barrier Coating for High Efficiency Gas Turbines

고효율 가스터빈을 위한 열환경차폐 코팅 기술 연구

김지유[1]*, 문흥수[1], 이기성[2]. *[1](주)세원하드페이싱, [2]국민대학교*

열환경차폐 코팅 기술은 차세대 에너지 기술의 원천으로 가스터빈인 발전 분야 뿐만 아니라 항공, 우주분야 등에서 많은 연구가 이루어지고 있다. 최근 열환경차폐(Environmental Barrier Coating, EBC) 코팅은 코팅 분말인 재료 연구에서부터 코팅 공정, 코팅 분석 및 평가에 대한 다양한 연구 분야에서 연구가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 EBC 코팅분말에 대한 용사 분말 제조 과정 및 대기 플라즈마 (Atmosphere Plasma Spray, APS)를 이용한 용사 코팅 층 형성을 연구하였고, 그에 대한 용사 코팅 층의 물성 분석 및 열충격 평가에 대한 전반적인 측면에서 연구를 진행하였다.

P2-S31-2 Thermal Properties Evaluation of Thermal Barrier Coatings by Coating method

코팅 방법에 따른 열차폐코팅의 열적 특성평가

최소담*, 이기성, 김태우, 이동헌. *국민대학교*

오늘날 발전용 터빈의 효율은 에너지의 사용과도 연관되어 많은 관심을 받고 있다. 이에따라 터빈의 효율을 높이기 위한 여러가지 시도들이 시행되고 있으며, 그중 하나는 열차폐코팅(Thermal Barrier Coating)이다. 열차폐코팅은 모재를 고온에서 보호해 줌으로써 터빈의 입구온도를 더 높게 설정할 수 있다. 이로인해 터빈의 효율을 증가시키는 역할을 하고 있다.

이러한 열차폐코팅은 본드코팅층과 탑코팅층으로 나누어지는데 탑코팅층은 고온의 환경에서 모재를 보호하는 역할을 하며, 본드코팅층은 모재와 탑코팅층 간의 열팽창계수 차에 의한 박리를 예방하는 역할을한다. 또한 본드코팅층의 조성중 알루미나 성분은 코팅층을 통과한 산소가 모재로 가는 것을 막고, 산소와 만나 피막을 형성한다. 이로 인해 모재의 산화를 막을 수 있다.

이번 연구에서는 본드코팅층과 탑코팅층의 역할을 극대화하기 위하여 LGZ의 건거리 조건은 100 mm와 170 mm로 변화를 주었으며, 각 건거리마다 본드코팅층을 두가지 조건으로 제작하였다. 본드코팅층의 종류는 HVOF로만 본드층을 제작한 것과, 동일 두께비로 HVOF와 APS를 사용하여 본드코팅층을 차례로 적층시킨 것이다. 총 4가지 조건의 시편을 1275°C에서 박리시까지 등온사이클 시험을 진행하였다. 또한 900°C와 1350°C 사이에서 250 cycles씩 박리시까지 열충격 시험을 수행하여 4가지 조건 중 가장 열적 특성이 우수한 코팅 조건을 선정하였다.

P2-S31-3 Analysis of Crack Density by Thermal Shock of Environmental Coating Layer by Coating Layer Conditions

코팅 층 조건에 따른 내환경 코팅층의 열충격에 의한 균열밀도 분석

서형일*, 이기성. *국민대학교*

가스터빈의 개발은 가스터빈의 에너지 효율을 증가시키는 방향으로 진행되고 있다. 이를 위하여 고온에서 작동하는 가스터빈이 요구되며, 이에 따른 고온에서의 내구성과 경도를 갖는 재료에 대한 연구가 진행 중 이다. SiC는 고온에서의 높은 열 내구성과 높은 경

도를 갖는 특성으로 고온 가스터빈에 사용될 재료로 적합하다. 문제는 SiC가 고온에서의 수증기와 산소와 접촉으로 발생하는 화학작용으로 질량감소를 한다는 것이다. 이는 제품의 수명과 작동에 영향을 줄 가능성이 있다.

본 연구에서는 고온에서의 SiC의 열과 환경의 차단을 위한 코팅층의 열충격에 대한 특성의 평가를 하였다. $Sc_2Si_2O_7$와 Yb_2SiO_5를 코팅 층 재료로 선정하여, LGZ 열 차폐 코팅 층과 bond 코팅 층에 HfO_2를 첨가하는 방식으로 코팅 층의 조건을 다르게 하여 시편을 가공하였다. 가공된 시편을 사용하여 고온에서의 열충격 시험을 하였고, 광학 현미경을 통한 미세균열의 분석을 통해 균열밀도의 변화를 분석하였다.

P2-S31-4 Feasibility of Rare-earth (La and Ce) Sulfates as Functional Embedding Agents in Thermal Barrier Coatings

열차폐 코팅에서 기능성 치유재로서 희토류(La, Ce) 황산염의 적용성

김봉구[1*], 송도원[2], 송태섭[2], 박현명[1], 전수혁[1], 김준성[1], 정연길[1]. *[1]창원대학교, [2]한양대학교*

가스터빈 고온부품에는 모재의 열화 방지를 위해 열차폐 코팅(Thermal Barrier Coating, TBC)이 적용된다. 가스터빈의 효율 향상과 대형화로 인해 터빈 입구온도는 지속적으로 상승되고 있으며, 이에 기존 열차폐 코팅에 적용되는 이트륨이 첨가된 안정화 지르코니아 (YSZ)의 적용 한계성을 야기하고 있다. 특히, 기존 YSZ가 적용된 열차폐 코팅은 운용 중 발생하는 복합 응력에 의한 급격한 파괴가 발생할 수 있기에 최근에는 열적 내구성 향상을 위한 기존 YSZ와 치유물질의 복합화 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 희토류 (La, Ce) 황산염의 열차폐 코팅 치유재로서의 적용 가능성을 고찰하였다. 펠렛 시편과 코인 시편을 준비하여 압입 시험을 통해 인위적으로 크랙을 유발하였으며, 펠렛 시험편은 등온 열처리를 진행하였고, 코인 시편에 반복 열피로 시험을 각각 진행하였다. 열처리 중에 황이 YSZ의 높은 산소 이온 확산으로 인해 산화되는 동안, 지르콘실리케이트 ($ZrSiO_4$)가 생성되었으며, 이는 X선 회절 및 X선 광전자 분광법을 통하여 확인되었다. 치유재 함유 시편은 YSZ와 기능성 치유재 간의 반응으로 인한 균열 치유 및 성장 억제 효과로 향상된 열적 내구성을 나타내었다. 본 연구를 통해 기능성 치유재로써 희토류 황산염의 적용 가능성을 확인하였으며, 향후 미세구조 설계 및 캡슐화 공정의 최적화를 통해 고온부품의 열차폐 코팅으로 적용될 수 있을 것이다.

P2-S31-5 Thermal Stability and Durability of Thermal Barrier Coatings with Evaluation Methods-Effects of the Purity and Crystal Phase of Feedstock Powders

열차폐 코팅의 평가방법에 따른 열적 안정성과 내구성 평가 – 출발분말의 순도 및 결정상에 따른 영향

박현명[1*], 전수혁[1], Lyu Guanlin[1], 박태현[1], 정연길[1], 양병일[2], 박광용[2], 김인수[2]. *[1]창원대학교, [2]두산중공업*

본 연구에서는 열차폐 코팅 (Thermal barrier coating, TBC) 시스템에서 탑 코팅용 출발분말의 특성이 TBC의 열적 안전성 및 내구성에 미치는 영향을 고찰하였다. 탑 코팅 형성에 사용된 출발분말은 일반순도 분말, 고순도 분말, 그리고 고순도 및 non-monoclinic phase를 가지는 분말, 총 3종의 안정화 지르코니아이며, 본드 코팅은 Ni-Co계 분말을 사용하였다. 탑 코팅과 본드 코팅은 각각 대기용사법과 고속화염용사법을 이용하였으며, 두께는 각각 400 및 200 μm로 형성하였다. TBC 시스템의 열적 안정성과 내구성을 평가하기 위하여 완만한 온도변화에서 진행하는 반복 열피로 시험과 급격한 온도 변화에서 진행하는 제트엔진 열충격 시험을 수행하였다. 반복 열피로 시험은 1100°C의 열원에서 40분간 유지되며, 20분간 공냉하는 방식으로 진행하였으며, 제트엔진 열충격 시험은 1400°C의 열원에서 25초간 노출시키고 질소가스에서 25초간 냉각하는 방식으로 진행하였다. 반복 열피로 시험과 제트엔진 열충격 시험 결과, 고순도 및 non-monoclinic phase 분말이 적용된 TBC 시스템이 상대적으로 우수한 열적 안정성 및 내구성을 나타내었으며, 이러한 결과로 사용 환경에 따른 TBC 시스템의 적용성 확보와 조성 설계의 유효성을 확인할 수 있었다.

P2-S31-6 Cracks Generation and Lifetime Performance of Yb-Gd-Y-based Thermal Barrier Coatings with Buffer Layer in Thermally Graded Mechanical Fatigue Environments

Lyu Guanlin[1*], 정성훈[1], 전수혁[1], 박현명[1], 정연길[1], Jing Zhang[2]. *[1]창원대학교, [2]Indiana University-Purdue University*

The effects of buffer layer on the crack generation and thermal fatigue behaviors of Yb-Gd-Y-stabilized zirconia (YGYZ) based thermal barrier coatings (TBCs) were investigated through thermally graded mechanical fatigue (TGMF) test. Double buffer layers, deposited with the regular and high purity 8YSZ, were introduced to enhance the thermomechanical properties in the YGYZ based TBC system. TGMF tests were performed at 1100°C with a tensile load of 60 MPa, till 50% spallation of the top coat or cracking at the interface between the top and bond coats. The multilayer TBC showed longer lifetime performance compared to the single layer YGYZ based TBC, showing delamination and/or cracking at the interface between the buffer layer and the top coat in the multilayer TBC. The feedstock purity in the buffer layer was also effective in enhancing the lifetime performance of YGYZ based TBC system in the thermal and mechanical environments. Failure mechanisms in the layered TBCs were investigated and discussed based on the crack initiation and propagation behaviors observed through the TGMF tests.

P2-S31-7 Change of Thermal Conductivity with Different Composition of 8YSZ/SiO_2 Thermal Insulation Coating by Suspension Spray Coating Technology

서스펜션 플라즈마 용사법을 이용한 8YSZ/SiO_2 단열 코팅의 조성 변화에 의한 열 전도도 변화

전학범[1*], 최선아[2], 오윤석[2]. *[1]고려대학교, [2]한국세라믹기술원*

최근 엔진 열효율향상 기술로서 엔진부품용 단열 코팅 기술이 크게 부각되고 있다. 이는 엔진의 연소실 내벽의 단열 코팅을 통해 연소실을 구성하는 부품의 열 특성을 제어함으로써 열 손실을 최소화하여 연비향상을 가능케하는 기술이다. 단열 코팅이 가져야할 특성은 낮은 열 전도도와 낮은 열 용량이다. 따라서 낮은 열 전도도와 낮은 열 용량의 특성을 가지는 YSZ와 같은 소재를 사용하는 경우 단열 코팅으로서의 역할을 기대할 수 있다. 본 연구에서는 8YSZ와 SiO_2의 혼합 조성 코팅을 제조하였고 이때 두 가지 소재의 조성비와 SiO_2 원료의 입자 크기를 다르게 하여 다공성의 코팅을 제조하고자 하였다. SEM, XRD, Image analyzer, LFA 등을 이용하여 단열 코팅의 미세구조, 상 형성 거동, 기공도, 열전도도등을 측정하였다. 각 조성별 코팅의 기공도는 1~25%의 수준으로 나타났으며, 기공도가 높을수록 열전도도가 감소한다고 알려진것과 달리 기공도 차이에 의한 열전도도 변화는 크지 않은 것으로 나타났다. 본 연구의 결과로부터 코팅의 열 전도도는 미세 구조와 같은 구조적요인보다 소재 조성등의 영향이 보다 큰 것으로 추정하였다.

P2-S31-8 Behavior of Phase and Microstructure with respect to Plasma Enthalpy Change of Ytterbium Dislicate Coatings Prepared by Suspension Plasma Spay

서스펜션 플라즈마 스프레이 용사로 제조된 Ytterbium DisIlicate 코팅의 플라즈마 열량 변화에 따른 상형성 및 미세구조 거동 연구

류호림*, 오윤석, 이성민, 한윤수, 최균. *한국세라믹기술원*

SiC 기반의 CMC (Ceramic Matrix Composites)는 초고온 소재로 여러 분야에서 관심 받고 있지만, 고온 고압의 환경에서 발생하는 수분 등의 산화 환경에 노출 되면 화학 반응에 의해 부식이 발생하여 재료의 수명을 단축시키고, 장비의 구동을 저해 한다. 이를 방지하고 고온, 고압의 수증기 환경에서 기재를 보호하여 장비의 수명을 늘리기 위해 환경 차폐 코팅 기술(Environmental Barrier Coating, EBC)이 필요하다.

본 연구에서, top coat로는 ytterbium disilicate ($Yb_2O_2O_7$)을 이용하였다. ytterbium disilicate 기재인 SiC와 열팽창 계수가 유사하며, EBC에서 주요 특성인, 높은 내산화성과 내열성을 가지고 있다. 기판재는 상용의 소결 SiC를 이용하였고, bond coat는 SiC 기판재와 top coat 사이의 열팽창 계수를 보이는 실리콘을 사용하였다. 코팅 제조방법으로 서스펜션 플라즈마 스프레이(suspension plasma spray, SPS) 방식을 이용하여 적용하였다. ytterbium disilicate를 제작하기 위해 Yb_2O_3와 SiO_2 분말을 혼합하여 1500°C에서 하소한 분말을 서스펜션으로 제조하여 용사하였다. ytterbium disilicate를 제조하기 위해 가스의 유량을 조절하였고, 낮은 플라즈마열량을 얻기 위해서 서스펜션 제조용매에 물을 첨가하여 다양한 플라즈마 열량으로 용사하였다. 또한 제조한 ytterbium disilicate 코팅층에 대하여 XRD, SEM 과 TEM을 통한 결정상의 확인과 미세구조등을 분석하였다. 이 때 낮은 플라즈마 에너지에서 결정성을 가진 높은 함량의 ytterbium disilicate의 코팅층을 얻을 수 있었으며, 높은 플라즈마 에너지에서는 비정질 및 미세한 ytterbium disilicate입자를 가진 코팅층을 얻을 수 있었다.

P2-S31-9 Properties of Lanthanum Yttria Zirconate Prepared by Coprecipitation

공침법으로 합성한 란타늄 이트리아 지르코네이트의 특성

남정식*, 이미재, 김진호, 이영진. *한국세라믹기술원*

열차폐용 소재는 에너지 효율을 위해서 점점 더 높은 온도에서 가동되어지는 추세이다. 하지만 기존에서 사용되던 이트리아 안전화 지르코니아는 1200°C도 이상의 고온에 노출되면 상분리가 되거나 냉각과정에서 단사정으로 전이되어 부피변화로 코팅층이 열화되는 문제가 생긴다. 이에 대한 대응책으로 란타늄 지르코네이트 등의 희토류를 첨가한 지르코네이트계 산화물이 활발히 연구되고있다. 란타늄 지르코네이트는 낮은 열전도도를 가지며 파이로클로어 단일상을 가져서 좋은 상안정성을 가진다. 하지만 기존 이트리아 안정화 지르코네이트에 비해 낮은 기계정 강도와 열팽창률을 가지는 단점이 있다. 따라서 란타늄 지르코네이트에 이트리아를 첨가하여 해당 문제를 개선하고자 하였다.

P2-S32-1 Lication of Fluidized Ceramic Membrane Reactor Using Granular Activated Carbon for Treatment of Metal-Plating Wastewater

장수민*. *인하대학교*

There are upsurge of interests in ceramic membranes for the treatment of toxic industrial wastewater due to high chemical and thermal resistance. However, ceramic membrane is still too expensive. In this study, new ceramic membrane made of cost-effective, pyrophillite materials as support layer with coated alumina as active layer was developed for metal-plating wastewater. Ceramic membrane was submerged into a fluidized reactor combined with granular activated carbon. Comparative study was performed using the hybrid fluidized ceramic membrane reactor combined fluidized GAC particles to pre-treat a real metal-plating wastewater. Both coated and non-coated membranes were investigated the role of active layer in TOC removal efficiency and fouling rate. Results showed that GAC fluidization reduced fouling rate considerably for both coated and uncoated membrane. More than 90% TOC was removed under GAC fluidization. Fouling rate was relatively higher with uncoated than coated membrane. TSS was near zero in permeate for both membranes.

P2-S32-2 Effect of Carbon Content Changes on the Micro-structure of HfC Film Fabricated by Using $HfCl_4$-C_3H_6-H_2 LPCVD Systems

탄소의 양 변화가 $HfCl_4$-C_3H_6-H_2 저압화학기상증착법으로 제조한 탄화 하프늄 박막의 미세구조에 미치는 영향

한장원[1]*, 김대종[2], 이현근[2], 박찬[1], 김원주[2]. *[1]서울대학교, [2]한국원자력연구원*

Hafnium Carbide shows good thermal ablation properties and chemical stability under ultra high temperature regions.These kind of materials are called Ultra High Temperature Ceramics (UHTCs). UHTCs are been used as coating materials in extremely high temperature applications like space rockets or re-entry vehicles. There are several reports of microstructural changes in bulk materials with carbon content amount. With the increase of carbon, microstructure shows fine grain size. On the other hand, the decrease of carbon content shows large crystallites. But, there were not much study on thin film with the carbon content changes. So, we have used Low Pressure Chemical Vapor Deposition (LPCVD) methods with $HfCl_4$-C_3H_6-H_2 system for the film deposition to observe the effect of carbon. The phase and microstructures of the thin films were analyzed by XRD and SEM. Raman spectroscopy analysis were performed to assist the observation results of microstructural changes. In this study, we have investigated the influence of carbon content changes which affects the microstructure of HfC thin films. The results will be presented and discussed.

P2-S32-3 Electrochemical Corrosion Behavior of Chemically Vapor Deposited Silicon Carbide Ceramics

CVD SiC 세라믹의 전기화학적 부식 거동

신정호*, 김대종, 이현근, 박지연, 김원주. *한국원자력연구원*

화학기상증착법(chemical vapor deposition, CVD)에 의해 제조된 탄화규소(SiC)는 우수한 기계적 특성 및,산화저항성을 가질 뿐만 아니라 우수한 내마모 특성으로 운반용 펌프 밀봉재료 등 많은 산업 분야에 응용되어 사용된다. 특히, SiC 세라믹의 내부식성은 제조방법과 조성에 크게 의존하는데, CVD법으로 제조되어진 SiC는 고순도를 가지므로 화학적으로 매우 안정하다. 그러나 화학적으로 안정한 CVD SiC 세라믹의 전기화학적 부식 거동도 증착 조건에 따른 CVD SiC 특성에 따라 다른 부식 거동을 나타내는데, 소결된 SiC 세라믹의 경우 첨가제에 의한 전기전도도 차이에 따라 부식 거동을 나타내었다. 산에서 SiO2 수동 층 형성과 같은 SiC의 전기 화학적 부식의 일부 특징이 확립되었지만 CVD SiC의 전기적 특성과 내 부식

성 사이의 메커니즘 및 상관 관계에 대한 자세한 정보는 없습니다. 이 연구에서 CVD SiC 세라믹의 부식 거동과 전기적 특성과의 관계를 이해하기 위해 전기 화학적 방법으로 다양한 CVD SiC 세라믹의 전기 화학적 부식을 연구했습니다.

P2-S32-4 Microstructure Control and Evaluation of Plasma Resistant YAS Frit Coating Layer

내플라즈마성 YAS계 코팅층 미세조직 제어 및 특성평가

박의근*, 이현권. *금오공과대학교*

일반적으로 반도체 및 디스플레이 식각공정은 플라즈마를 활용하여 진행된다. 이때, 플라즈마 식각공정 하에 장시간 노출되는 부품들은 내구성이 떨어져 식각장비의 수명을 낮추는 문제점을 야기시킨다. 이를 위해 내플라즈마성이 우수한 소재의 채택이 광범위하게 이루어지고 있으며, 최근에는 내플라즈마성이 우수한 Y_2O_3를 이용한 연구개발이 진행되고 있는 추세이다. 하지만, 현재에는 플라즈마 식각공정에서 코팅소재의 입자탈락에 의한 공정상의 오염이 가장 큰 이슈가 되고 있으며, 이를 위해 소재 개발과 함께 코팅층의 미세조직 제어에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 한다.

본 연구에서는 Y_2O_3의 내플라즈마 특성에 버금가면서 플라즈마 식각에 의한 입자탈락을 최소화 할 수 있는 코팅층을 연구개발 하고자 하였다. 실험은 내플라즈마성 YAS(Y_2O_3-Al_2O_3-SiO_2)계 프릿을 제조하고, 제조된 프릿을 코팅조건을 달리하여 소결 알루미나 세라믹스 표면에 YAS계 코팅층을 형성하였다. 제조된 YAS계 코팅층을 조건에 따라 비교분석 함으로써 YAS계 코팅층의 미세조직을 제어하기 위한 방법을 제시하고자 하였다.

P2-S32-5 Development of TiC Coating Method using Vacuum Plasma Spray System

진공 플라즈마 용사장비를 이용한 TiC 코팅기술 개발

김호석*, 강보람, 홍성민. *전북대학교*

초고온 세라믹스(UHTCs, ultra-high temperature ceramics)는 2,000°C 이상의 극한 환경에서 내열성, 내마모성, 기계적 강도가 우수하여 열보호체(TPS, thermal protection system) 등 고온 환경의 내열구조재에 적용되고 있다. 초고온 세라믹스 중 TiC (titanium carbide)는 3,100°C 이상의 높은 융점, 내열 및 물리적 충격에 대한 저항성, 화학적 안정성이 우수하다. 고온 부품 소재로 대표적인 탄소복합재는 비교적 저온에서 산화가 시작되므로 탄소복합재를 보호하고자 TiC를 진공 플라즈마 용사장비(VPS, vacuum plasma spray)를 이용하여 탄소복합재 표면에 용사코팅하는 기술을 개발하였고, 형성된 코팅층의 특성을 확인하였다.

P2-S32-6 Improvement of Crystallinity by Heat Treatment of CVD SiC with Low Crystallinity

결정성이 낮은 CVD SiC의 열처리를 통한 결정성 향상

이승호*, 이현근, 박지연, 김원주, 김대종. *한국원자력연구원*

The chemical vapor infiltration (CVI) method is used to form the matrix during SiC composite fabrication for nuclear fuel cladding. The SiC deposited at low temperature using the CVI method contains an amorphous phase. In order to improve the crystallinity of the SiC layer and to observe the change of the microstructure accompanying with it, heat treatment was performed at 1400°C for 1 h in an argon atmosphere. As a result, before heat treatment, SiC had a pebble-shaped microstructure and the initial morphology of the SiC surface was changed during heat treatment. The crystallinity of SiC was improved after heat treatment and crystal Si was observed by XRD and Raman analysis. Si was distributed irregularly on the whole observed by TEM analysis. It is known that the amorphous phase and Si generally have lower hydrothermal corrosion properties than crystalline SiC. To confirm the effect of SiC and crystallized Si on the corrosion resistance, which is improved in crystallinity by heat treatment, a corrosion experiment is to be carried out.

P2-S32-7 Effect of Nanowire Growth on Mechanical Properties in SiC_f/SiC Composites

SiC_f/SiC 복합체 내에서 nanowire성장이 기계적 특성에 미치는 영향

이호욱[1]*, 김대종[1], 이현근[1], 김원주[1], 윤순길[2], 박지연[1]. [1] *한국원자력연구원,* [2] *충남대학교*

실리콘 카바이드 (SiC)는 산화저항성 및 고온강도, 화학적 안정성 등이 우수하여 고온 구조용 재료로써 적합하다. 이러한 특성으로 인해 극한의 환경에서도 쓰일 수 있는 재료로써 각광받고 있다. 하지만, 단미체 실리콘 카바이드는 취성을 갖는 단점으로 인해 이를 보완하기 위한 방법으로써 SiC 복합체 제조의 필요성이 요구되었다. SiC 복합체의 제조방법에는 여러 가지 방법들이 있지만 그 중에서도 화학기상침착법 (Chemical Vapor Infiltration)의 경우 다른 제조방법에 비해 상대적으로 공정온도가 낮고, 섬유의 손상이 적은 장점을 갖고 있다. 하지만 이 화학기상침착법으로 제조한 복합체의 경우 기지상을 채워 넣을 때 미처 반응기체들이 섬유 사이에 들어가지 못해 복합체 내부에 잔류기공이 남게 되고 밀도가 낮아지는 단점을 갖게된다. 이와 같은 단점을 극복하기 위해 섬유와 섬유 사이에 nanowire들을 성장시켜 잔류기공의 크기를 줄여줌과 동시에 nanowire들이 새로운 침착의 site로 제공되는 효과를 얻고자 하였다. 각각의 nanowire들을 압력과 온도를 변수로 두어 성장시켰고 이를 바탕으로 SiC 복합체를 화학기상침착법으로 제조하였다. 또한 일반적인 화학기상침착법으로 제조한 SiC 복합체와의 기계적 특성과 미세구조의 비교를 통해 nanowire성장이 SiC 복합체에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

P2-S32-8 Yttrium Oxyfluoride Synthesis and Suspension Plasma Spray Coating Analysis

Yttrium oxyfluoride 분말합성 및 서스펜션 플라즈마 스프레이 코팅막의 특성분석

김민숙[1]*, 김경훈[1], 박주석[1], 김경자[1], 김형순[2]. [1] *한국세라믹기술원,* [2] *인하대학교*

Thermal plasma spray coating법은 플라즈마를 이용하여 금속 및 세라믹 등과 같은 원료를 반 용융 또는 용융 상태로 용사하는 코팅 법으로 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 융점의 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_3를 원료로 하여 yttrium oxyfluoride 분말을 합성 하였고 suspension plasma spray coating에 적용 하기 위한 suspension 제조하였다. 또한 제조한

yttrium oxyfluoride suspension을 이용하여 suspension plasma spray 코팅 및 조건 별 코팅 특성을 분석하였다.

P2-S32-9 Application of Fluidized Ceramic Membrane Reactor Using Granular Activated Carbon for Treatment of Metal-Plating Wastewater

활성탄을 유동하여 세라믹 멤브레인 바이오리엑터에 적용한 도금폐수의 전 처리

장수민*, 장수민, 권대은, 김정환. *인하대학교*

There are upsurge of interests in ceramic membranes for the treatment of toxic industrial wastewater due to high chemical and thermal resistance. However, ceramic membrane is still too expensive. In this study, new ceramic membrane made of cost-effective, pyrophillite materials as support layer with coated alumina as active layer was developed for metal-plating wastewater. Ceramic membrane was submerged into a fluidized reactor combined with granular activated carbon. Comparative study was performed using the hybrid fluidized ceramic membrane reactor combined fluidized GAC particles to pre-treat a real metal-plating wastewater. Both coated and non-coated membranes were investigated the role of active layer in TOC removal efficiency and fouling rate. Results showed that GAC fluidization reduced fouling rate considerably for both coated and uncoated membrane. More than 90% TOC was removed under GAC fluidization. Fouling rate was relatively higher with uncoated than coated membrane. TSS was near zero in permeate for both membranes.

P2-S32-10 Fabrication and Morphological Study of Converged SiC-TiC Fiber Mats by Elctrospinning

전기방사로 융합된 SiC-TiC 섬유 매트의 제조와 형태학적 연구

주영준[1*], 장석훈[1], 김철진[2], 조광연[1]. *[1] 한국세라믹기술원, [2] 경상대학교*

Silicon carbide fibers with a high strength, excellent wear resistance and high temperature stability up to 2000ºC were fabricated by melt spinning or electrospinning of polymer precursor. In this study, electrospinning method was selected to fabricate polycarbosilane (PCS) green fiber mat because electrospun SiC mats have shown better temperature distribution than its melt-spun form. Therefore, the type and concentration of solvents for good spinnability of PCS were investigated. And, the Strength degradation of SiC fiber can be occurred after exposure at high temperature consequent to a crystallization process of amorphous SiC phase. This issue can be partially overcome with using titano-organic compound to produce a precursor for melt-spun SiC/TiC fiber. Titanium containing SiC fiber mats were fabricated by electrospinning method followed with polymer-derived ceramics route. Titanium isopropoxide has been used to cross-link into PCS structure in toluene and xylene contained medium. The mat structure, fiber morphology, crystallization of fabricated SiC fibrous mat was analyzed by scanning electron microscopy (SEM) and X-ray diffraction (XRD). According to analysis results, the ceramic yield of precursor was increased significantly due to high degree of cross-linking process into PCS molecular structure.

P2-S32-11 Heating Characteristics and Polymerization of Doped Polycarbosilane with Initiator under Microwave Irradiation

마이크로파하에서 개시제가 첨가된 PCS의 열적 특성과 중합

주영준[1*], 장석훈[1], 김철진[2], 조광연[1]. *[1] 한국세라믹기술원, [2] 경상대학교*

Silicon carbide (SiC) fibers, which fabricated through polycarbosilane precursor were synthesized using curing process such as thermal curing, chemical vapor curing, and electron-beam curing. Although EB curing exhibits excellent properties in polymer-derived SiC fiber, it requires high cost and sophisticated equipment. And conventional thermal curing through the resistance heating requires a very long time. In this studies, the polymerization of PCS doped with initiator carries out by controlled microwave irradiation. The heating generated inside the structure by the reaction between initiator and microwave rapidly induced thermal curing of PCS. The increase of yield and molecular weight depending on irradiation power and time was investigated by TG and GPC. The decomposition of Si-H bond by thermal curing of PCS precursor was also observed using FT-IR. The cured PCS under microwave irradiation was pyrolyzed at 1300 and its elemental composition was analyzed by EDS.

P2-S32-12 Synthesis of TaC Nano Powder Derived from Organometallic Complex and the Effect of Carbon on Crystal Growth

유기금속 화합물을 이용한 TaC 나노 분말 제조 및 탄소 함량이 결정 성장에 미치는 영향

이윤주[1*],배성군[1],강필재[2],정수용[2],최문근[2],신동근[1]. *[1] 한국세라믹기술원, [2] 연세대학교*

유기리간드에 의하여 안정화된 금속 화합물인 유기금속 화합물은 일반적으로 석유화학이나 유기화합물 제조시 촉매로 사용되어 왔으며, CVD 원료로도 사용된다. 유기금속 화합물은 프리세라믹폴리머와 같이 유기물의 특성를 띄고 있어 복잡한 형상을 구현하는 세라믹전구체로서의 응용 가능성이 높다. TaC는 잘알려진 초고온세라믹(UHTC) 중 하나이며, 산화저항성이 요구되는 섬유강화세라믹 복합체 또는 복합체 표면 코팅에 사용된다. TaC 복합체 또는 TaC 코팅은 주로 CVD가 사용되나, 프리세라믹 폴리머와 같이 유기화합물의 특징을 가지는 전구체를 이용한다면 공정을 간소화할 수 있을 뿐만 아니라 CVD의 한계점을 극복할 수 있을 것으로 기대한다. 그러나 Ta 금속의 안정화를 위하여 선택되는 리간드에 의하여 열분해 후 잔존하는 탄소에 의해 TaC 결정의 형성 또는 성장에 영향을 미치게 되므로 잔존 탄소의 거동과 이의 영향에 관한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 탄소수가 다른 $Me_3CCH=Ta(CH_2CMe_3)_3$와 Cp^*-$TaMe_4$를 출발물질로 하여 TaC를 형성하고, 이 때 잔존하는 탄소가 TaC 결정 형성에 미치는 영향을 확인하였다. 전구체의 종류에 따라 차이를 보이나 1800ºC 조건에서 약 < 30 nm 크기의 TaC 결정이 형성되었으며 약 16 - 25 wt% 가량의 탄소가 잔존하였는데, TaC 결정 형성 온도와 결정 성장 거동이 탄소의 양에 의해 결정됨을 확인하였다.

P2-G4-1 Ar Plasma Treated Transparent Ag Nanowire Electrodes for Flexible Quantum Dot Light-emitting Diodes

Flexible QLEDs 제작을 위한 AgNW-PI 복합체 전극 제작

이형인*, 김지완, 김재민. *경기대학교*

Inverted film-processing method를 이용해 coloress polyimide (cPI)에 Ag nanowires (AgNWs)를 침투시켜 전극을 제작하였다. cPI와

AgNWs의 복합체 (AgNW-PI)는 낮은 면 저항을 지니면서도 아주 투명하고 큰 유연성을 지닌다. 이 박막의 mechanical durability는 5 mm의 bending radius를 보였다. AgNW-PI 복합체를 anode로 사용하여 녹색 quantum dots light-emitting diodes (QLEDs)를 제작하였다. AgNW-PI 복합체를 anode로 사용할 시 정공의 주입이 원활하지 않은데 이는 AgNWs가 복합체 표면에 묻혀있기 때문이다. 이번 연구에서 simple plasma treatment를 이용하여 다른 전도성 물질의 첨가없이 nanowires가 묻혀있는 cPI층을 제거하였다. 그 결과, 확대된 전기전도 경로를 통해 flexible QLEDs의 전기적, 광학적 특성을 조절할 수 있었다. 제작한 소자는 bending test 결과 약간이 성능저하만을 보였다.

P2-G4-2 Selectively Light Adjustment by Oxide/Metal/Oxide Multilayer Coating on Quantum Dot Light Emitting Diodes

OMO구조를 이용한 QLED 발광특성 연구

이형인*, 김지완, 김재민. *경기대학교*

Colloidal quantum dots (CQDs)은 OLED를 이을 차세대 디스플레이 소재로 주목받고 있다. CQDs은 양자제한효과 (quantum confinement effect)에 의해 입자 사이즈에 따른 다양한 색의 구현이 가능하며 좁은 반치폭 (full width at half maximum, FWHM)을 가지고 용액공정 (solution-process)을 이용하기 때문에 가격절감, 대면적 증착 등의 장점을 지닌다. 하지만 CQDs를 이용한 전계발광 (electroluminescence, EL)소자에서 파장, FWHM과 같은 광학적 특성들은 봉지공정 이후에는 조절이 불가능하다.

Oxide/Metal/Oxide (OMO) 다층구조는 값비싼 indium tin oxide (ITO)를 대체하기 위해 높은 투과도와 전기전도도에 중점을 두고 연구되고있다. OMO 구조의 산화물층과 금속층의 두께 조절을 통해 빛의 투과도를 조절이 가능하다. 이를 이용해 공정이 끝난 EL 소자의 빛을 조절하는 것이 가능하다. 이번 연구에서 EL 소자로부터 발광되는 빛을 OMO 박막에 투과시켰을때의 발광특성을 연구하였다.

P2-G4-3 Influence of Au Nanoparticles on the Performance of Green Quantum Dot Light Emitting Diodes (QLEDs)

양자점과 금속 나노입자의 공진효과로 인한 양자점 발광다이오드의 광전자 특성 향상

김재민*, 김지완. *경기대학교*

양자점은 양자제한효과와 좁은 발광선폭으로 인해 한 가지의 물질로 다양하고 선명한 빛을 구현해낼 수 있다. 따라서 디스플레이 업계는 OLED의 뒤를 이을 패널로 양자점의 전계발광을 이용한 QLEDs (Quantum dot Light Emitting Diodes) 의 특성 개선 및 기술개발에 힘을 쏟고 있다. QLEDs는 용액 공정을 기반으로 소자를 제조하기 때문에 비용이 적게 드는 장점이 있지만, 간단한 소자 공정에 비해 낮은 밝기의 효율은 여전히 개선해야 할 단점이다. QLEDs 업계에 종사하는 여러 전문가들은 QLEDs의 특성 향상을 위해 대안을 찾기 시작했다. 그 결과, 전자수송층에 무기물 나노입자를 사용하는 등의 연구를 진행했고 그 성능을 확인하였다. 또한 광 추출 기술은 소자의 휘도를 향상시켜주는 대표적 기술 중 하나이다. 광 추출 기술 중에서 국부 표면 플라즈몬 (Localized Surface Plasmon) 현상은 금속 나노입자로 인해 빛의 굴절과 산란을 조절하여 외부로의 발광효율을 향상시켜주는 기술이다. 이에 우리는 골드 나노입자를 사용해 극성 용매층인 정공주입층에 분산시켜 소자의 특성에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과 양자점의 엑시톤과 정공주입층에 자리잡은 골드 나노입자의 강한 공진효과로 인해 광전자특성이 향상되는 것을 확인하였다.

P2-G4-4 Fabrication of Mesoporous SnO_2 by Emulsion Synthesis and Application to Lithium Ion Battery

에멀젼 합성을 통한 다공성 SnO_2 제조와 리튬 이온 전지으로의 적용

김지훈*, 채수동, 오승배, 장지민, 최경환, Manik Eknath Bhosale, Chi Linlin, 최재영. *성균관대학교*

Recently, a study on the electrode material of a lithium ion battery having a high energy density is required to increase the capacity. Among them, Sn-oxide-based materials are expected as anode materials for Li-ion batteries. Sn oxide-based materials have high theoretical capacity, which is about twice that of conventional graphite. SnO_2 has a high theoretical capacity, but structural breakdown due to volume expansion. In this study, we carried out a study to make mesoporous SnO_2 using mesoporous silica sphere made by emulsion synthesis as a template. The Sn-oxide treated in our experiments maintains the porous structure and is not easily broken by volume expansion. SnO_2, made with mesoporous silica spheres, has a spherical morphology on a micrometer scale and has enough pores for volume expansion. It can also be synthesized at a relatively low cost compared to ordered mesoporous silica templates made using expensive block copolymer surfactants.

P2-G4-5 Synthesis of the Vanadium Selenide (V_2Se_9), One of the Single-chain Atomic Crystal, using CVD

기상증착법 이용한 단일 사슬 원자 결정구조를 갖는 V_2Se_9 합성

Sang-Hoon Lee*, Hyung-Kyu Lim, Bum-Jun Kim, Kwan-Woo Kim, Nasir Tuqeer, Ik-Jun Choi, Byeong-Ju Jeong, Min-Ki Son, Jae-Young Choi. *Sungkyunkwan University*

Carbon nanotube (CNT) maintain the concept of existing devices, overcoming the limit technology of the device, high strength, high sensitivity, miniaturization, ultra lightness, high precision. It also aims to implement functions.But CNTs could not be used practically because their physical properties changed as the chirality and radius changed. We have investigated "single-chain atomic crystal material", which is thermodynamically stable, has no surface defects, and has one-dimensionally isolated chains of materials. So we synthesize the Vanadium selenide (V_2Se_9), one of the single-chain atomic crystal, using APCVD.

P2-G4-6 S ynthesis of the Spherical Mesoporous Silica Using Emulsion Method

유화 공정을 이용한 구형 메조포러스 실리카의 합성

장지민*, 채수동, 오승배, 김지훈, 최경환, Linlin chi, Manik Eknath Bhosale, 최재영. *성균관대학교*

Mesoporous materials with high specific surface area and porosity have very wide applications such as catalysts, secondary batteries, and sensors. The properties of porous materials are closely related to their spatial structure and chemical composition. Thus, the development of new porous structures allows a breakthrough of material limitations. For this reason, lots of approaches to produce the porous materials has been studied nowadays.

In this study, we tried to synthesize spherical porous silica template using emulsion method. The emulsion synthesis method using water droplet as a reactor in water in oil phase can control the porosity and particle size of silica particles through emulsion droplet control. which can effectively control porosity and particle size. The synthesized

mesoporous silica spherical particles have a diameter of μm scale and a high surface area. It is expected to be applied as templates in a wide range of fields such as electronics and energy.

P2-G4-7 Synthesis and Properties of Single-Chain Atomic Crystal V_2Se_9 and Nb_2Se_9

V_2Se_9 및 Nb_2Se_9 단일 사슬 원자 결정의 합성 및 특성

오승배*, 채수동, Akhtar Jahan Siddiqa, 최경환, 장지민, 김지훈, Linlin Chi, 최재영. *성균관대학교*

Bulk inorganic materials have brittle property, therefore, it is hard to be applied to next-generation electronics like wearable devices. Instead, inorganic nanomaterials like nanosheet or nanowire have been studied to be applied to the flexible applications due to their flexibility and unique properties. Single-chain atomic crystals can be separated from their bulk 1D materials which consist of unit single-chain with van der Waals interaction. These wires have smaller than 1nm diameter with a good stretchable property. SCACs are also expected to have high mobility, flexibility, and unique quantum effects like previous 2D materials. On this perspective in the present work, we synthesized single-crystalline V_2Se_9 and Nb_2Se_9 SCACs by flux method and in case of Nb_2Se_9, few millimeter needle-shape crystals have been synthesized. We confirmed the possibility of exfoliation of SCACs by dispersing them in solvents so that we are expecting they can be applied to future devices.

P2-G4-8 Densification Behavior of Indium Oxide Powder Prepared From Vapor Route

기상법으로 합성한 Indium Oxide 분말의 치밀화 특성

오경식*, 정태주, 박경난. *안동대학교*

스퍼터링에 사용되는 타겟은 매우 치밀하고 미세한 입자로 구성되어야 사용 중 불량 예방에 효과적이다. 이러한 타겟을 제조하기 위해서는 소결 특성이 우수한 분말을 필요로 한다. 본 연구에서는 투명전도체 타겟에 사용되는 In_2O_3에 대해 기상 합성 공정을 통해 제조한 분말의 소결 특성을 조사하였다. 일축 성형 및 정수압 성형 공정을 통하여 In_2O_3 성형체를 제조한 후 1400~1550도 범위에서 2시간 동안 소결한 결과 분말의 입도에 따라 소결 후 상대 밀도는 85~95%에 분포하는 것으로 나타났다. 소결 후 휘발 손실은 최대 1.2%였으나 소결 온도 증가에 따라 0.6%로 감소 후 다시 1.0%로 증가하였다. 이와 같은 소결 특성 및 휘발 손실의 변화를 소결 중 미세구조의 변화로부터 설명하였다. 아울러 소결에 따른 입성장 및 시편 내외부의 휘발 손실 변화를 추적하여 기상 합성 분말의 특징을 관찰하였다.

P2-G4-9 Synthesis of Single Chain Atomic Crystal $Mo_6S_3I_6$ and $Mo_6S_{4.5}I_{4.5}$

단일사슬원자결정 구조의 $Mo_6S_3I_6$, $Mo_6S_{4.5}I_{4.5}$ 합성법

최경환*, 오승배, 채수동, 장지민, 김지훈, Linlin Chi, Akhtar Jahan Siddiqa, 최재영. *성균관대학교*

Nanowires have been attracted as suitable building blocks based on their 1D quantum effect and structural properties. Unlike the structure of MoS_2 which has being commonly used as a two-dimensional TMDC, $Mo_6S_3I_6$ and $Mo_6S_{4.5}I_{4.5}$ are the single chain atomic crystal (SCAC) comprised of a number of single-chains bonded with weak Van der Waals force. In comparing with typical 2D materials such as graphene or MoS_2, exfoliated $Mo_6S_3I_6$ and $Mo_6S_{4.5}I_{4.5}$ single-chains have less edge defects so that there is no chance their outstanding properties including mechanical, electrical and optical become worse due to the edge defects. Bulk $Mo_6S_3I_6$ and $Mo_6S_{4.5}I_{4.5}$ were synthesized through the solid-state reaction from the stoichiometric amount of elements. Then, the produced $Mo_6S_3I_6$ and $Mo_6S_{4.5}I_{4.5}$ were effectively exfoliated by ultrasonication and characterized by SEM, EDS and XRD. The separated SCAC was stable in air and moisture environment.

P2-G4-10 Synthesis of Highly Efficient, Non-Cd Ag-(Ga,In)-S Visible Quantum Dots and Their White LED Application

고효율발광 비카드뮴 Ag-(Ga,In)-S 퀀텀닷 합성 및 백색 LED 제작 응용

김종훈*, 장은표, 양희선. *홍익대학교*

CdSe 및 PbS 퀀텀닷은 높은 발광 효율 및 안정성 등의 이점으로 인해 개발되어 왔지만 환경 유해성 측면에서 문제가 되는 Cd 및 Pb 등을 포함하기 때문에 친환경 III–V 및 I–III–VI 계열 반도체 퀀텀닷으로의 연구로 방향이 전환되고 있다. Chalcopyrite 구조의 I–III–VI 계 퀀텀닷은 흡수 파장과 발광 파장 사이의 큰 Stokes-shift으로 인하여 양자점 간의 재흡수 현상을 최소화 할 수 있어 LED, solar luminescent concentrator 및 바이오 분야로 활발히 적용되고 있다. 본 연구에서는 삼성분계 Ag-Ga-S와 사성분계 Zn-Ag-Ga-S 및 Ag-In-Ga-S와 같은 Ag 기반 I–III–VI 조성 위주로 퀀텀닷 합성을 진행하였으며, 이와 같은 퀀텀닷 조성 변화를 통해 청색~황색 컬러의 넓은 가시광 영역의 발광을 구현하였다. 또한 청색 LED와 결합을 통해 광변환기반 조명용 백색 LED를 제작하여 그 특성을 분석하였다.

P2-G4-11 Stable, Full-colored White Light-emitting Diode Packaged with Silica-passivated InP Quantum Dots

InP 퀀텀닷의 실리카 패시베이션 및 이를 통한 고안정특성 풀컬러 백색 발광 다이오드 제작

장은표*, 김종훈, 양희선. *홍익대학교*

InP 퀀텀닷은 고색순도 및 고양자효율 발광 특성으로 차세대 디스플레이 발광 소재로 자리매김하고 있으나, 그 열등한 광 안정성으로 인해 응용에 제약을 받는다. 퀀텀닷의 안정성 향상을 위해 기존 silica 합성법을 이용하면 물과 촉매 존재로 인해 실리카 합성 전, 후 퀀텀닷의 발광효율이 현저하게 떨어지게 된다. 본 실험에서는 이와 같은 silica 반응의 한계를 극복하고자, 추가적인 물이나 촉매없이 ATPMS을 silane precursor로 하여 silica 반응을 유도하여 silica-embedded InP 퀀텀닷 복합체를 형성하였다. 이와 같은 방법을 적용하였을 경우, 반응 전, 후 퀀텀닷의 발광효율이 거의 완벽하게 유지되었음을 확인하였다. 이후 silica embedding된 녹색 및 적색 InP 퀀텀닷을 청색 LED에 on-chip 형태로 도포하여 full-color 백색 LED를 제작하여 장시간 구동 하에서 매우 우수한 광안정특성을 보이는 것을 확인하였다.

P2-G4-12 Mg-치환의 근자외선 LED용 $Ca_{2-x}Mg_xSiO_4$:Ce ($0 \leq x \leq 1$) 형광체의 구조 및 발광 특성

Structure and Luminescence Properties of Mg-Substituted $Ca_{2-x}Mg_xSiO_4$:Ce ($0 \leq x \leq 1$) Phosphor for NUV-LEDs

김동현[1]*, 안성일[2], 김창해[3], 박중철[2], 김승주[1]. *[1]아주대학교, [2]신라대학교, [3]한국화학연구원*

White light-emitting diodes (w-LEDs) have been developed by the combination of a blue-emitting InGaN LED chip and yellow-emitting $Y_3Al_5O_{12}$:Ce (YAG:Ce) phosphor. The YAG:Ce phosphor exhibits

several advantages, such as long lifetime, lower energy consumption, higher reliability, and environmentally friendly composition for LED applications. However, it exhibits a low color rendering index of w-LEDs because of weak emission in the red spectral region. To overcome this disadvantage, it is necessary to develop new phosphor materials. Among the various newly developed materials, it is well-known that the alkaline earth orthosilicate phosphors show good UV or blue light excitation and emission for w-LEDs, expressed as M_2SiO_4:RE (M = Ca^{2+}, Sr^{2+}, and Ba^{2+}; RE = Pr^{3+}, Eu^{3+}, Eu^{2+}, Ce^{3+} and Tb^{3+}, etc.). Particularly, Ca_2SiO_4 has attracted considerable attention because of various crystal structures and the Ce-doped β-Ca_2SiO_4 and γ-Ca_2SiO_4 phosphor with different crystal structures exhibit blue and yellow emission, respectively. The Mg^{2+}-substituted alkaline-earth orthosilicate phosphors have generated significant research interest because Mg belongs to the alkaline-earth metal group even though there is little difference in the ionic radius between Mg^{2+} and Ca^{2+}, i.e., 0.89 and 1.12 Å (CN=8) respectively. Despite many studies on Mg^{2+} doped phosphors, the variation of the PL and the crystal structure with the varying Mg^{2+} content has not been reported for the wide range of CaO−MgO−SiO_2 solid-solutions.

Herein, we report the synthesis and characterization of $Ca_{2-x}Mg_xSiO_4$:Ce ($0.00 \leq x \leq 1.00$) phosphors, and discuss the variation of the PL property and crystal structures with the Mg^{2+}-substitution rate.

P2-G4-13 Chromium Removal by (3-aminopropyl)Trimethoxysilane(APTMS)-functionalized Mesoporous Silicas

(3-aminopropyl)trimethoxysilane(APTMS)로 표면 개질한 다공성 실리카에 의한 크로뮴 제거

이진형[1*], 최근수[2], 최재우[3], 이승용[1]. *[1] 한국과학기술연구원/고려대학교, [2] 울산과학기술연구원*

크로뮴 화합물은 염료, 페인트, 가죽 태닝 등 다양한 산업에서 이용됩니다. 하지만 육가 크로뮴은 강한 독성을 가지며, 인체에 유해합니다. 육가 크로뮴은 일반적인 pH에서 크로뮴산염(CrO_4^-)으로 존재하기 때문에 물에 잘 용해되며 앞서 언급한 산업단지 부근의 토양이나 지하수를 오염시킵니다. 따라서 육가 크로뮴을 효과적으로 흡착할 방법을 찾는 것은 매우 중요합니다. 흡착은 전도유망한 기술 중 하나로, 높은 효율성뿐만 아니라 운영상의 단순함 및 경제적 이점을 가집니다.

본 연구에서는 다공성 실리카를 합성한 뒤, 다양한 APTMS 농도(0.01 M - 0.25 M)에서 아민 표면 개질한 흡착제들을 만들어 크로뮴 흡착능과 다양한 특성들을 분석했습니다. APTMS의 농도가 증가함에 따라 흡착제들의 표면적은 계속해서 감소했으며, 이를 통해 APTMS가 다공성 실리카의 표면에 영향을 끼친 다는것을 확인했습니다. 하지만 0.05 M와 0.25 M의 조건에서 합성한 흡착제의 APTMS 하중은 큰 차이가 없었으며, 크로뮴 제거 능력 또한 각각 80.12 mg/g, 83.50 mg/g로 큰 차이가 없었습니다. 또한, 아민 그룹 중 NH_3^+ 의 비중이 높은 0.25 M 조건의 흡착제가 크로뮴 제거 능력이 우수한 것을 확인했습니다. 결론적으로, 반응한 APTMS양은 0.05 M에서 이미 포화상태이며, 크로뮴 제거 능력은 아민기의 활성에 의해 결정된다는 것 그리고 아민그룹의 NH_3^+ 와 크로뮴 음이온 사이의 정전기적 인력을 통한 흡착 메커니즘의 가능성을 확인했습니다.

P2-G4-14 Synthesis and Characterization of Silica Aerogel Powders using Industrial Raw Materials and Regents

공업용 원료 및 시약을 이용한 실리카 에어로겔 분말 합성 및 특성

허소연[1*], 안영수[1], 이진석[1], 홍창국[2], 이상은[3], 고혜인[2]. *[1] 한국에너지기술연구원, [2] 전남대학교, [3] 화학연구원*

본 연구에서는 실리카 에어로겔 분말 합성을 위해 시약이 아닌 공업용 물유리, 겔화 반응을 위한 염기성 촉매 대신에 공업용 알코올, 그리고 공업용 치환용매 및 표면개질제를 사용하였다. 에어로겔 분말 합성을 위해 희석된 물유리에 무기산을 첨가하여 실리카 졸을 제조한 후, 알코올을 첨가하여 습윤겔을 얻었다. 이후 용매치환 및 표면개질 동시 공정을 수행한 다음 상압 건조하여 신속하게 실리카 에어로겔 분말을 합성하였다. 에어로겔 분말의 합성시 분말 용량을 변화시킴에 따른 분말의 특성에 미치는 영향과 물성 변화 등을 조사하였다. 이때 희석 물유리 제조시 증류수 또는 이온교화수 사용, 그리고 치환용매 및 표면개질제의 첨가량 등을 변화시켰다. 이와 같이 하여 제조된 실리카 에어로겔 분말에 대해 비표면적, 기공 크기 및 기공 부피, 밀도, 미세구조 등을 분석하였다.

P2-G4-15 Synthesis of $GaNbO_4$;RE^{3+} (RE=Tb, Eu, Dy, Sm) Phosphors

$GaNbO_4$;RE^{3+} (RE=Tb, Eu, Dy, Sm) 형광체의 제조

조신호[1*], 함지영[2]. *[1] 신라대학교, [2] 부산동여고*

최근에 백색 발광 소재와 광전자 소재 개발에 많은 관심이 집중되고 있다. 본 연구에서는 높은 화학적 안정성을 갖는 모체 결정 $GaNbO_4$에 다양한 활성제 이온 (Tb^{3+}, Eu^{3+}, Dy^{3+}, Sm^{3+})을 도핑하여 다양한 파장을 발광하는 형광체 분말을 합성하였다. $GaNbO_4$;RE^{3+} 형광체 분말은 초기 물질 Ga_2O_3, Nb_2O_5, Tb_4O_7, Eu_2O_3, Dy_2O_3, Sm_2O_3를 화학 양론적으로 측정하여 합성하였다. 이때 모체 결정에 도핑된 각 활성제의 mol 비는 5 mol% 이었다. 정밀 저울을 사용하여 초기 물질의 양을 측정하고 플라스틱 병에 ZrO_2 볼과 적당한 양의 에탄올을 넣고 15 시간 동안 볼밀과 70°C에서 20 시간 동안 건조한 후에 막자 사발에서 미세하게 갈아서 체로 걸러내고 알루미나 도가니에 담아서 전기로에 넣어 400°C에서 3시간 동안 하소 공정과 1100°C에서 5시간 동안 소성하였다. 자외선 파장으로 여기시켜 측정한 $GaNbO_4$;Tb^{3+} 형광체의 발광스펙트럼은 543 nm에 피크를 갖는 가장 강한 녹색 발광 파장을 비롯하여 발광 세기가 상대적으로 약한 청색, 주황색, 적색 발광 파장이 관측되었다. Sm^{3+} 이온이 도핑된 경우에 $^4G_{5/2}$-$^6H_{9/2}$ 전이에 의한 적색 발광, Dy^{3+} 이온의 경우에 $^4F_{9/2}$-$^6H_{13/2}$ 전이에 의한 577 nm의 황색 발광이 관측되었다. 실험 결과는 $GaNbO_4$ 모체 격자에 주입되는 활성제 이온의 종류를 변화시킴으로써 발광 색을 조정할 수 있음을 제시한다.

P2-G4-16 Systematic Study of Interdependent Relation Ship on Gold Nanorod Synthesis Assisted by Electron Microscopy Image Analysis

전자현미경이미지 분석을 이용한 금나노막대 나노입자 합성간 화학적 상호작용에 대한 종합 분석

윤석영*. *성균관대학교*

Here, we systematically investigated the independent, multiple, and synergic effects of three major com- ponents, namely, ascorbic acid (AA), seed, and silver ions (Ag+), on the characteristics of gold nanorods (GNRs), i.e., longitudinal localized surface plasmon resonance (LSPR) peak position, shape, size, and monodispersity. To quantitatively assess the shape and dimensions of GNRs, we used an automated trans- mission electron microscopy image analysis method

using a MATLAB-based code developed in-house and the concept of solidity, which is the ratio between the area of a GNR and the area of its convex hull. The solidity of a straight GNR is close to 1, while it decreases for both dumbbell- and dogbone-shaped GNRs. We found that the LSPR peak position, shape, and monodispersity of the GNRs all altered simul- taneously with changes in the amounts of individual components. For example, as the amount of AA increased, both the LSPR peak and solidity decreased, while the polydispersity increased. In contrast, as the amount of seeds increased, both the LSPR and solidity increased, while the monodispersity improved. More importantly, we found that the influence of each component can actually change depending on the composition of the GNR growth solution. For instance, the LSPR peak position red-shifted as the amount of AA increased when the seed content was low, whereas it blue-shifted when the seed content was high.

P2-G4-17 Graphene Oxide Synthesised by Modified Hummers Method

개선된 휴머스 합성법에 의해 합성된 산화 그래핀

송현석*, 김민규, Chilinlin, Ashok Ugale, 유지범, 최재영. *성균관대학교*

The graphene oxide is an aromatic structure graphene with the oxide group bonded to the surface, which causes the graphene oxide to be negatively charged to produce a highly dispersed solution at a high concentration. Oxidized graphene was prepared by a modified Hummers method in order to increase the degree of oxidation of the graphene oxide and to maintain the large sheet size. To confirm the properties of graphene oxide, aqueous solutions of graphene oxide were prepared and analyzed by various methods. First, UV-vis spectroscopy was performed to confirm the dispersibility of the graphene oxide solution. The sheet size of graphene oxide was measured in scanning electron microscope (SEM) and the thickness of graphene oxide was measured in atomic force microscopy (AFM). Then, the degree of oxidation and the ratio of the oxidizing group were analyzed by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS).

P2-S51-1 Synthesis and Characterization of Ceramic Composite for Stereolithography

광경화성 3d printing을 위한 세라믹복합소재 합성 및 특성평가

이진욱[1]*, 남산[1], 황광택[2], 김응수[2], 김진호[2], 한규성[2]. [1]*고려대학교*, [2]*한국세라믹기술원*

3d printing이란 3차원으로 디자인된 디지털 정보에 따라 얇은 layer를 반복적으로 적층하여 복잡한 형태의 3차원 제품을 생산하는 공정 기술이다. 3d printing기술은 적층 방식에 따라 다양한 방식으로 연구되어 왔으며, DLP (Digtal light processing)은 UV 프로젝터 짐을 이용하여 광경화성 소재를 적층하는 방식의 3d printing 기술이다. 기존 3d printing용 소재는 대부분 플라스틱과 금속을 활용하고 있으나, 최근에는 다양한 소재를 3d printing에 적용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 세라믹 소재의 경우, 우수한 물리적, 화학적 특성으로 다양한 산업분야에 활발하게 사용 되고 있으나 경도가 높고 취성이 강하므로 복잡한 형상이 요구되는 분야에 적용 되지 못하고 있다. 세라믹 산업이 나날이 커져가는 3d printing시장에 진입하기 위한 경쟁력을 갖추기 위해서는 3d printing용 세라믹 소재개발이 매우 시급한 실정이다. 본 연구에서는 광경화 방식의 3d printing에 적용될 수 있는 무기산화물 기반의 복합소재를 합성하고 적층성형 특성에 대한 분석을 통해 세람기 소재를 활용한 3d printing에 적용 가능성에 대해 연구하였다.

P2-S51-2 Coextrusion-based 3D Plotting Technique for Fabricating Porous Calcium Phosphate Ceramic Scaffolds

공압출 3D 프린팅 기반의 튜브형 3차원 다공성 생체활성 세라믹 지지체 제조기술

조인환*, 맹우열, 이정빈, 고영학. *고려대학교*

We herein propose a novel way for manufacturing highly porous biphasic calcium phosphate (BCP) scaffolds with tubular structure with proper mechanical properties using rapid direct deposition of dual phase initial feed rod, which are consisted of a carbon black paste core with ceramic paste as a shell. This novel technique make full use of inherent propriety of methylcellulose (MC) polymer used as the binder in aqueous system for fabricating stable initial feed rod. This allowed samples with dual pore structure both 3-dementionally fully interconnect pore and interconnected tubular BCP channel (~350 mm outer diameter with ~150 mm channel diameter). The fabricated greenbodies were sintered to burnout the binder with carbon core and densify the BCP shell which allows sintered BCP scaffold has three dimensionally fully interconnected pore structures by rapid direct deposition process and hollow tube channel obtained by carbon core as the same time. Overall porosity of fabricated sample estimated as a value of ~73.2±0.9% which were consisted of a fraction of ~24p% as interconnected pore (dimension with 300x300x120mm) with fraction of ~46p% tubular BCP channel. Compressive strength also estimated as a value of ~12.3 MPa (parallel to the tube direction) and 7.1 MPa (normal to the tube direction). The biocompatibility of fabricated scaffold showed buy iv vitro cell tests.

P2-S51-3 Ceramic/Camphene based Three-dimensional Coextrusion for Biomimetic Structure

세라믹 캠핀 기반 압출법을 이용한 생체모방 구조의 지지체 제조

김종우*, 고영학. *고려대학교*

We report 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 comprises 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 is 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 slurry with two different contents of 15 vol% and 40 vol% is first frozen uni-directionally in a 20 mm diameter mold with multi-layered extrusion through a reduction die with a cross section of 1mm diameter at room temperature. This simple processes enabled the formation of dense/channel scaffold with aligned pores by removing camphene dendrites in the biphasic calcium phosphate (BCP)/camphene region.

P2-S51-4 Characterization of 3D Printed Scaffold using OCP-Alginate System

OCP-알지네이트 시스템에서 3D프린팅된 골지지체의 특성 평가

이승엽*, 김석영. *영남대학교*

3D printing technology is attracting in many industries. Especially the 3D printed porous scaffold is interested in the medical field due to the need for patient customization. There are many substances for the 3D printing of porous scaffold. Among them, octacalcium phosphate (OCP) is recently attracting attention because the OCP is regarded as a precursor of natural human bone tissue. Most 3D printing methods are also required high temperature treatment to obtain high compressive strength and to remove binders. In this study, porous OCP bone scaffold fabricated through 3D printing process without sintering process. OCP slurry containing 1 wt% alginic acid as a binder was printed with various powder/liquid (P/L) ratio). Printed scaffolds were cured in $CaCl_2$ solution, and dried in a oven at 40°C for an overnight. Properties of printing slurry, stability and strength of scaffold structure, and microstructure of the strut after drying were investigated. Coating of OCP powder by calcium alginate chelate was evaluated for the dissolution test and in vivo / in vitro tests.

P2-S51-5 Synthesis and Characterization of a Light Curing Al_2O_3 Suspension

광중합성 Al_2O_3 서스펜션의 합성 및 특성 연구

류국현[1*], 김응수[2], 조우석[2], 이종흔[1]. *[1]고려대학교, [2]한국세라믹기술원*

본 연구에서는 광경화 공정에 적용 가능한 알루미나 슬러리를 제조하여 DLP프린터로 circle형상의 3차원 구조물을 출력하였다. Al_2O_3 입자에 silane coupling agent를 이용하여 코팅하고 monomer를 부착시켜 안정한 슬러리를 제조하였다. 안정화시킨 Al_2O_3 슬러리에 광개시제를 첨가하여 광경화 프린팅에 적용 가능한 최종 슬러리를 만들었다. 먼저, 슬러리의 안정성 확인을 위해 Turbiscan 측정을 진행하였다. 측정한 결과로 TSI (Turbiscan Stability Index)는 상대적으로 낮은 2의 값을 보였다. 다음으로 Al_2O_3 세라믹 슬러리의 점도 및 유변학적 특성을 확인하기위해 Rheometer를 이용했다. 슬러리는 shear thinning 특성을 보이며, Oscillation sweep 측정을 통해 elastic modulus의 특성을 나타냈다. 마지막으로 슬러리의 광경화 특성 테스트를 위해 Photo-DSC를 이용하여 P.I 첨가량 (0.1, 1, 3%)을 노광시간(5, 10, 20, 40, 80s)에 따른 측정을 통해 광경화 엔탈피 값이 1% > 3% > 0.1% 순으로 증가함을 알 수 있었다. DLP 프린터를 이용하여 Al_2O_3 슬러리의 3차원 프린팅 및 프린팅 특성을 확인하였고, 프린팅 된 Al_2O_3 세라믹 구조체를 고온에서 소성한 후 미세구조를 분석하였다.

P2-S51-6 Fabrication of α-TCP/Cellulose 3D Fibrous Scaffold and Cellular Activities for Bone Tissue Regeneration

3차원 섬유구조의 α-TCP/Cellulose 제작 및 골조직 재생을 위한 세포활성 평가

김민성*, 김묘진, 이재윤, 김원진, 이지운, 김근형. *성균관대학교*

Cellulose has been commonly used as a biomaterial fabricated into micro/nano fibers. The micro/nano-fibers are similar to the structure of extracellular matrix (ECM), and provide cells a ECM-like environmental condition promoting cell-adhesion and -proliferation. However, to build up layers for 3D structure with cellulose micro/nano-fibers is difficult owing to low process-ability and low mechanical property. To compensate for these limitations, we designed a new composite structure, cellulose with α-tricalcium phosphate (α-TCP) which enhances mechanical property and cellular activities including osteoconductivity. To obtain a 3D bioceramic scaffold, electrohydrodynamic printing (EHDP) process was used for fabricating the structure consisted of micro/nanofibrous struts. This EHDP process was examined with various conditions such as the mixture ratio of α-TCP/cellulose, flow rate, and applied electric field. Then, using the fabricated cellulose/α-TCP composite scaffold, we cultured preosteoblasts (MC3T3-E1) to examine cellular activities and compare them with the control scaffold consisted of pure cellulose. As a result, the fibrous composite scaffold revealed higher cellular activities in cell-adhesion, -growth, and -differentiation. These results suggest that α-TCP/cellulose fibrous structure can be a promising tissue engineering scaffold for biomimetic structure similar to natural ECM and reasonable osteoconductivity.

P2-S51-7 Fabrication of Biomimetic 3D Model Composed of Gelatin and Bioceramic Using Multi Nozzle 3D Printing System for Bone Tissue Regeneration

경조직 재생을 위한 멀티 노즐 3D 프린팅 시스템을 통한 젤라틴/바이오세라믹 혼합 3D 모델 제작

이지운*, 김원진, 김민성, 여미지, 구영원, 김근형. *성균관대학교*

Natural bone tissue is mainly composed of two different structures, compact and spongy bone. The compact bone has high mechanical properties and low porosity, while spongy bone has high porosity and relatively low modulus. In this study, α-tricalcium phosphate (α-TCP) and gelatin has been chosen as the mineral and organic material to mimic the natural bone composition, and multi nozzle 3D printing system was used for the fabrication of concentric cylindrical 3D scaffold. To mimic the natural bone structure, inner (spongy) and outer (compact) cylinders were differently designed. The inner cylinder was fabricated in a mesh structure with macropores, while the outer cylinder was dense without macropores. To evaluate the physical properties of the compact and spongy bone, various weight fraction of gelatin (5, 10, 15, 20 and 25 wt%) was used, while the volume fraction of α-TCP was fixed at 80 v/v%. Also, preosteoblasts (MC3T3-E1) were cultured on the biomimetic 3D model to evaluate biocompatibility, cell proliferation, and differentiation. Based on the physical and cellular responses of the biomimetic model, we optimized the ratio of inner and outer diameter of the bone-mimicking scaffold.

P2-G8-1 Analysis of Thermal Behavior of Knife Materials for High Speed Packing Machine and Stress Distribution according to Knife Edge Angle

고속 포장기계용 나이프 재질의 열적 거동 및 칼날 각도에 따른 나이프 응력 분포 해석

김민호[1*], 서영진[2], 김정웅[1], 신재오[3], 유관영[3]. *[1](재) 한국화학융합시험연구원, [2]금오공과대학교, [3]나이프코리아(주)*

포장 기계용 나이프는 포장기계에 장착되어 포장 필름을 절단해 주는 역할을 하고 있으며, 포장 산업의 발전으로 포장 기계의 속도가 점차 고속화되고 있는 추세이다. 이러한 이유로 많은 업체들이 분당 200타급 이상의 고속 포장 기계를 개발하고 있으며, 이를 기술적으로 뒷받침할 수 있는 포장 기계용 나이프의 개발이 요구되어지고

있는 실정이다. 이에, 기존 기술의 한계와 문제점을 극복하고 변화하는 시장 및 고객의 Needs를 반영할 수 있는 분당 200타급 이상의 고속 포장 기계용 초경 본딩 나이프를 개발하고자 한다. 초경 본딩 나이프의 경우. 이종의 재질이 본딩에 의해 구속되기 때문에 나이프의 열적 환경 하에서 사용 시 이종 재질의 서로 다른 열팽창계수로 인하여 휨이나 변형이 발생할 가능성이 있다. 따라서 본 연구에서는 열적 환경 노출에 의한 이종 재질 간의 변형 정도 및 경향성을 파악하기 위하여 열변형 해석을 수행하였으며, 추가로 나이프의 날각도에 따른 응력 분포 및 경향성을 분석하여 보았다.

후기: 본 연구내용은 중소벤처기업부에서 시행한 2017년도 산학연협력 기술개발사업(산연전용)의 지원을 받아 수행한 연구개발 내용입니다. (과제번호: C0504587)

P2-G8-2 Study of Neutral Electroless Plated Ni-alloy Layer on Aluminum

알루미늄 기판 위의 중성 무전해 도금된 니켈합금 층에 대한 연구

이연승*, 나사균. *한밭대학교*

전자 패키징에서 플립칩 본딩은 칩을 접속하기 위한 기술 중 하나로, 솔더를 사용해 칩간 접합을 하는 방식, 그리고 솔더를 사용하는 대신 금속범프를 세우고 전도성 볼이 함유된 접착 필름을 칩간 결합에 사용하는 방식이 있다. 금속 범프를 형성하는 방법으로는 일반적으로 전해 금 도금이나 무전해 니켈 도금법이 많이 사용되는데 무전해 니켈 도금법은 저렴한 비용, 빠른 증착속도, 알루미늄 배선 위에만의 선택적 도금이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 하지만 무전해 니켈 도금의 경우, 현재까지는 대부분 강산(~ pH 4.5)의 무전해 Ni-P 도금욕에서 주로 개발이 이루어져 왔다. 하지만, 고출력 고효율 소자 부품으로 접근하면서 알루미늄 기반 기판에 대해 강알카리 또는 강산성 용액에 기판이 손상을 받게 됨에 따라, 중성근처에서의 니켈 도금이 요구되고 있다. 또한 알루미늄 패드 표면에 형성되어 있는 알루미늄 산화막이 니켈이 환원되는 것을 방해하기 때문에 무전해 니켈 도금을 하기 위해서 표면의 산화층을 제거하는 zincation 전처리 과정이 필요하다.

본 연구에서는 zincation 과정을 거쳐 전처리 된 알루미늄 패드 표면의 변화와 함께, 전처리된 알루미늄 패드 위에 중성에서 Ni-P와 Ni-B 무전해 금속층을 형성하여, 형성된 Ni합금계의 결정구조 및 전자구조에 대해 연구하였다.

P2-G8-3 First Principles Study on Electronic Properties of CdSe Quantum Dots

제일원리 계산을 통한 CdSe 양자점의 전기적 특성 연구

송도형*, 이재찬. *성균관대학교*

Quantum dots (QDs) have been actively studied for basic physical properties and interaction with other materials due to their special optical and electric properties. In particular, we studied the change of the energy band structure of CdSe QDs under the external electric field in order to consider the situation where the electric characteristics change due to the effect of the electric field generated when the CdSe QDs is used in the device. We found that, the external electric field changes the energy band structure of CdSe QDs, due to the internal dipole moment.

In this study, Density Functional Theory (DFT) was used to investigate the energy band structure and the process of change with an external electric field. It was found that the external electric field caused the change in the electronic band structure of CdSe QDs in wurtzite structure. Cd_nSe_n QDs (n = 4, 6, 13, and 33) with diameters from 0.457 to 1.38 nm were investigated from –0.1 to 0.1 V / Å. When the electric fields larger than 0.01 V/Å in all directions were applied to the QDs, the energy band gap of the QDs became narrower than that without the electric field.

P2-G8-4 Thickness-Dependent Dielectric Properties and Stability of $BaTiO_3$ Slabs: First-Principles Calculations

티탄산 바륨 슬래브 두께에 의존하는 유전 특성과 안전성: 제1원리 계산

변상균*, 이재찬. *성균관대학교*

Barium titanate ($BaTiO_3$), a high-k material, is sensitive to thickness. This is because the ferroelectric property disappears as the thickness of $BaTiO_3$ becomes thinner. The surface of $BaTiO_3$ with perovskite structure generates an electric field opposite to the direction of dielectric polarization by the surface effect. The thinner the $BaTiO_3$ Slabs, the influence of the electric field generated from the surface charge is stronger, making it difficult to maintain the inherent dielectric polarization. We investigated different thickness of $BaTiO_3$ Slabs and compare their respective dielectric constant with bulk $BaTiO_3$. We adapted $BaTiO_3$ Slab structure with different thickness and found that when the slab thickness is thicker, the dielectric properties are similar to bulk case, but when the slab thickness decreases, dielectric constant become sensitive, and differ from bulk case. We tried to relate this with surface relaxation phenomena, and studied different surface termination including symmetric with both TiO_2 and BaO termination, and asymmetric cases. We found that surface reaction depending on surface termination is involved to diversify dielectric constant of thinner $BaTiO_3$ Slab from its bulk phase.

P2-G8-5 Systematic Use of GKA Rules to Study Parallel Spin Interaction of Heavy Fermions

중페르미온의 강자성 스핀 상호 작용에 대한 GKA 규칙을 사용한 시스템적 연구

Rahman MD Mokhlesur*,이재찬. *성균관대학교*

Localized spins are known to align in antiferromagnetic orientations. While there is a long-term investigation to correlate localized electrons spin parallelly, some recent experiments show the possibility of such cases, enabling us to have ferromagnetic insulators (FMI). By time we now have several different compounds showing FMI characteristic, but still we are far from getting user friendly room temperature FMI and to understand their mechanism theoretically. One way of understanding FMI is superexchange interaction (SI), we tried to find a way to design new FMI using this SI method, which is developed over time by different well-known researchers and known as Goodenough-Kanamori (GKA) rules. We adapted heavy fermion system and studied their f-orbital occupancy and that occupied orbital's symmetry with ligand's orbital symmetry to find interaction type (Ferromagnetic or anti-ferromagnetic) by means of density functional theory using GGA-PBE $+U$ scheme, and showed a way to enhance ferromagnetic interaction, which could enlighten the search of room temperature FMI, and the physics behind it.

P2-G8-6 Piezoelectric Transition Metal Dichalcogenides Heterogeneous Bilayer: *Ab-initio* Study

전이금속 이칼코겐화물 이종 이중층 구조의 압전성에 대한 제일원리 연구

정봉욱*, 박재영, 이재찬. *성균관대학교*

Two dimensional transition metal dichalcogenides' semiconducting hexagonal phase monolayer (1H-TMDCs) exhibit a unique combination of atomic-scale thickness, and favorable electronic and mechanical properties, which make them interesting for applications in piezoelectric (PE) energy harvesting. However, 1H-TMDCs are not suitable for actual piezoelectric devices due to their insufficient mechanical durability. Although an enhanced mechanical endurance can be achieved in homogeneous TMDCs multilayers, they can not be used for PE because of inversion centrosymmetry. Here, we design and demonstrate LEGO like stacked van der Walls (vdW) heterogeneous TMDCs bilayers which are consisted by 1H-TMDCs to remove inversion centrosymmetry. The systematical studies by first principle"s calculations performed for combination of 1H-MX_2 (M = Mo, W; X = S, Se) monolayers by the difference stacking modes. We found that chalcogen combined heterogeneous structures (MX"2 / MX""2, M"$X"_2$/M""X""2) have a great potential as a PE device since they have a high piezoelectricity. Our findings will open pathway to apply PE generator.

P2-G8-7 Evaluation of Dynamic Young"s Modulus and Poisson"s Ratio Measurements by Impact Method

충격가진법을 이용한 형상별 동탄성 및 프아송비 측정평가

서대석*. *선문대학교*

Due to the extensive long service life for automotive components, the behavior of very high cycle fatigue (VHCF) is gained attention. For this reason, the newly developed piezoelectric ultrasonic fatigue test (UFT) system by Mbrosiatec Co. Ltd[1)] is used to investigate the high cycle fatigue (HCF) strength of Engineering Plastic (EP). The plate-shaped specimens are investigated in the range of 10^6 to 10^9 cycles at room temperature under completely reversed loading conditions R = −1. Scanning electron microscopy (SEM) analysis revealed that failures occur right up to the high cycle regime, with the fractures being found to initiate from the surface unlike in EP. In addition, SEM micrographs showed that micro-dimples were transformed. Additionally, this test method can be applicable on commercialized parts of automotive and rail road which are required high cycle fatigue. In addition, SEM micrographs showed that micro-dimples were transformed into EP fracture.

P2-G8-8 The Investigation of Crystal Structure Analysis and Entropic Stability of $AgBi_2I_7$

$AgBi_2I_7$ 결정구조 분석 및 엔트로피 안정성에 대한 연구

도경연*, 김성훈, 이동화. *포항공과대학교*

Ag-Bi-I 시스템은 하이브리드 페로브스카이트를 대체할 무연 광활성 물질로 연구되고 있다. 실험 결과 밴드갭은 1.6 eV에서 1.8 eV이며 광전효율은 4.3%까지 보고되었다. 하지만 안정상의 조성 및 결정구조에 대해서는 상반된 의견들이 논의 되고 있다. 지금까지 보고된 조성으로는 (Ag_3BiI_6, $AgBiI_4$) 또는 (Ag_2BiI_5, $AgBi_2I_7$)가 있다. 각 조성의 첫번째는 R3-m, 두번째는 Fd3-m 공간군을 가진 것과, 금속 양이온의 위치가 부분적으로 채워졌음이 알려졌다. 본 연구는 진화알고리즘에 기반한 USPEX code를 사용하여 상평형 실험에서 얻은 $AgBi_2I_7$ 구조를 간단히 나타낼 수 있는 결정구조를 찾았다. 그리고 찾아낸 결정구조를 기반으로 대칭성을 고려해 cation mixing으로 나타날 수 있는 결정구조를 정리했다. 제일원리 계산으로 각 결정구조의 에너지와 시스템의 엔트로피를 계산하였다. 계산한 엔트로피로 온도에 따른 $AgBi_2I_7$ 의 열역학적 안정성이 나타날 수 있다. 또한 제시된 결정구조로 부터 계산한 결과와 실험에서 측정한 밴드갭과 온도에 따른 부분 채움 비율 변화를 비교할 것이다.

P2-G9-1 Phase Transition of Indium Hydroxide to Indium Oxide at Low Temperatures

저온에서의 indium hydroxide에서 indium oxide로의 상전이

최은경[1*], 이원준[2], 심광보[1], 김응수[2], 조우석[2]. *[1] 한양대학교, [2] 한국세라믹기술원*

Indium hydroxide 분말이 침전법으로 제조되었다. 반응온도(150°C~250°C)와 각 반응온도에서의 유지시간(1 h~72 h)이 실험 변수로 사용되었다. 각각의 제조된 분말을 X-선 회절분석기(XRD)와 투과전자현미경(FE-TEM), BET를 통해 입자크기, 미세구조 및 결정상을 관찰하였다. 우리는 침전법에 의해 제조된 Indium hydroxide가 열처리 시 저온에서 온도와 유지시간에 따라 어떻게 Indium oxide로 상전이 거동을 하는 지를 고찰하였다.

P2-S43-1 Synthesis and Optical Property of ZnTe/ZnSe (core/shell) Type-II Quantum Dots

ZnTe/ZnSe (core/shell) type-II 양자점의 합성 및 광학 특성

김미성*,방지원,구은회. *한국세라믹기술원*

Properties of colloidal semiconductor quantum dots (QDs) attract great interest for their emitting diodes and bio imaging probes. because of their novel optical and electrical properties from the three-dimensional confinement. We synthesized non-toxic colloidal ZnTe/ZnSe (core/shell) type II quantum dots by pyrolysis method. Because of the unique Type-II characters, their emission can range over an extended wavelength regime, showing photoluminescence (PL) from 450 nm to 650 nm. ZnTe/ZnSe (Core/Shell) QDs can be further passivated by ZnS layers for enhanced chemical stability. The ZnTe/ZnSe/ZnS (Core/innershell/outershell) QDs exhibited remarkable luminescent properties with high PL quantum efficiency and narrow full width at half-maximum. In addition, we synthesized ZnTe/ZnSe (core/shell) QDs with thick ZnSe shell based on cation exchage reactions, starting from CdTe/CdSe QDs. The heavy metal free ZnTe/ZnSe could be relevant for opto-electronic applications such as in displays, light emitting diodes and bio imaging probes.

P2-S43-2 Fabrication of Polyaniline-carbon Nano Composite for Application in Sensitive Flexible Base Sensor

유연한 염기센서에 적용하기위한 폴리아닐린 - 탄소 나노 복합체의 제조

김도훈*. *전자부품연구원*

As the safety has been emerged as a major interest in chemical industry facilities, there have been many researches about sensors for detecting hazardous chemicals. In this study, especially, the sensor for detecting an acid was developed and evaluated. The sensor was composed of carbon materials and polyaniline, which is a conductive polymer. The candidate carbon materials for sensor such as graphite and graphene nano platelet were examined. When graphene nano platelet was used, it showed insensitive reactivity to basic material. Also sensor films can better overcome sensor errors in moisture and water when using graphite than GNP. Finally, it was confirmed that the graphite was the best carbon material for the base sensor and it was coated on PET to enable flexible sensor.

P2-S43-3 Polymer-encapsulated $CsPbBr_3$ Quantum Dots for Enhanced Stability in Qqueous Phase

수용액 상에서 안정성이 확보된 고분자-페로브스카이트 나노캡슐.

이시백[1*],이윤기[2],방지원[1]. [1] *한국세라믹기술원*,[2] *경상대학교*

열분해(pyrolysis) 방법을 이용하여 합성 된 무기 페로브스카이트 ($CsPbX_3$: X = Br, I, Cl) 양자점은 조성 및 크기 조절을 통해 가시광 영역대에서 높은 효율 및 색순도로 발광하는 특성을 가지고 있다. 이와 같은 뛰어난 발광 특성을 통해 레이저, 디스플레이, 광 센서와 같은 광 소자에 응용이 가능하다. 하지만, 무기 페로브스카이트 양자점은 수분 및 공기에 안정성이 매우 낮으며, 특히 수용액 상에서 분산 안정성 및 광 안정성이 확보되지 않아 바이오 센서 및 바이오 이미징 프로브의 응용에는 한계가 있다. 본 연구에서는 유화/용매 증발법을 이용하여 소수성 용매에 분산되어 있는 $CsPbBr_3$ 페로브스카이트 양자점을 생체에 적합한 양친성 고분자로 캡슐화하여 수용액에서 분산 안정성 및 광 안전성이 유지되는 $CsPbBr_3$ 나노 복합체를 제조하였다. 수용액에 분산 된 $CsPbBr_3$ 페로브스카이트 나노캡슐은 약 55 nm 크기를 가지며, 우수한 콜로이드 안정성을 보인다. 또한, $CsPbBr_3$ 페로브스카이트 나노캡슐은 520 nm에서 약 20%의 발광 효율을 보이며, 발광 파장 및 색순도가 유지됨을 확인하였다. 본 연구에서 개발한 수용액에 분산 된 $CsPbBr_3$ 페로브스카이트 나노캡슐은 바이오 센서 및 바이오 이미징 프로브 등에 응용이 가능할 것으로 기대된다.

P2-S43-4 Analysis and Synthesis of ZnS Inorganic Phosphor for Polymer Dispersion Liquid Crystalline (PDLC) Smart Window

고상 반응법으로 제작한 자체 발광 가능한 고분자 분산액정(PDLC) 스마트 윈도우용 ZnS계 무기 형광체 합성 및 분석

김은미[1*], 오정표[2], 강성찬[2], 강지연[1], 허기석[1]. [1] *한국생산기술연구원*, [2] *전남대학교*

스마트 윈도우(Smart Window)는 전류의 흐름에 따라 투과도가 변하는 물질을 통해 외부에서 유입되는 태양광의 투과율을 자유롭게 조절하여, 에너지 손실을 줄이는 동시에 에너지 효율을 향상시켜 사용자에게 쾌적한 환경을 제공하는 감성과 기능을 모두 만족시키는 윈도우를 말하며, 전기 변색 방식(Electrochromic, EC)과 고분자 분산 액정 방식(Polymer dispersed liquid crystal, PDLC)의 스마트윈도우가 대표적인 기술로 인식되고 있다. 고분자 분산액정(PDLC)형 스마트 윈도우는 두 장의 투명전극 사이에 고분자 분산 액정이 분산되어 있는 형태로, AC 전압을 인가하게 되면 투명/불투명 기능을 하게 되며 구동 전압과 ON 투과율은 고분자 분산 액정의 두께에 영향을 받기 때문에 적당한 두께 간격을 유지하기 위해 간극용 spacer를 사용한다.

이 연구에서는 자체 발광 기능이 가미된 고분자 분산 액정(Polymer-dispersed liquid crystal; PDLC) 스마트 윈도우를 제작하기 위해 PDLC에 혼합 가능한 무기 형광체를 합성/제작하였다. ACPEL (Alternating current powder electroluminescence)에 활용되는 소재인 ZnS계 무기 형광체는 PDLC형 스마트 윈도우에 spacer 대용으로 사용하기 적합하며, 발광 특성이 좋은 고휘도 형광체 제작을 위해 ZnS 분말에 고상반응법으로 Cu를 도핑 하는 방법을 사용하였다. 제작된 ZnS:Cu 형광체의 구조 분석을 위해 XRD(X-ray diffraction) 분석, 입자 크기를 확인하기 위해 입도 분석을 하였고, 발광 특성 분석을 위해 PL(Photoluminescence), EL(Electroluminescence)을 측정 분석 하였다.

P2-S43-5 CuO Immobilized Silica Nanoparticles for Tungsten Oxidation via a Heterogeneous Fenton-like Reaction

구리산화물이 임베디드된 실리카 나노입자를 이용한 텅스텐 산화 효과

SungWook Cho*, Kijung Kim,Taeseup Song. *한양대학교*

Copper oxide nanoparticles (NPs) were grown on the surface of silica NPs to increase the hydroxyl radical production over a broad pH range. In this study, we have investigated the differences of the hydroxyl radical productions between conventional Fenton reaction and heterogeneous Fenton-like reaction using CuO embedded silica NPs in a pH range from 3 to 7. HR-TEM and XPS were performed to confirm the growth of CuO NPs on the silica NPs. To analyze the hydroxyl radical productions, the UV-visible measurements were performed in a pH range from 3 to 7. The electrochemical behavior of the tungsten films was evaluated by potentiodynamic measurements. To support those results, Chemical Mechanical Polishing (CMP) process was performed. In conclusions, we found that the heterogeneous Fenton-like reaction using immobilized CuO NPs

increased the hydroxyl radical production regardless of pH values. Furthermore, the high removal rates of tungsten films also observed corresponded to the results of the high oxidation of tungsten films.

P2-S43-6 Influence of BN Precursor Solution on Electro-spun BN Nanofiber

전기방사된 BN 나노 섬유에 대한 BN 전구체 용액의 영향

이종혁[1*],전명표[1],정영근[2]. *[1]한국세라믹기술원,[2]부산대학교*

Three different BN precursor solution were prepared using ultra-sonic, rod-sonic and ball milling method and electro-spun to fabricated BN fibers. BN precursor solution is consisted of PVP (PolyVinylPyrrolidone, Mw~1,300,000), BN nanoparticle (70 nm) and ethanol as a solvent. The solutions were measured for their viscosities before electro-spinning, electro-spun and dried at 80°C for 12 hours. The dried fibers were heat treated at various temperatures to produce BN nanofibers and investigated with XRD, FE-SEM and TG-DTA. Dispersion of BN nanofibers fabricated by electro-spinning, In the case of poorly dispersed precursor solution of BN particles, the formation of uniform BN fibers was interfered by the agglomerated BN particles.

P2-S43-7 3D-printed Origami Electronics Using Percolative Conductors

퍼콜레이션 기반의 전도체를 이용하여 3차원 인쇄된 접을수있는 전극제조

조예진*,정두원,이정오,최영민,정선호. *한국화학연구원*

Recently, three-dimensional (3D) printing has garnered tremendous amounts of attention in various applications. In this study, we suggest a facile means of creating 3D-printed foldable electrodes on papers via the direct printing of composite pastes consisting of a metallic filler and a thermoplastic elastomer. The 3D-printability of the prepared composite pastes is investigated depending on the rheological properties. The mechanical bending/folding stability levels of the printed electrodes are evaluated to judge the possibility of realizing 3D-printed origami electronics. It is demonstrated that the 3D-printed composite electrodes are applicable to various origami electronics, including electrical circuits, strain sensors and electrochemical sensors.

P2-S43-8 Development of Printable Composite Material for High Conductivity Elongated Electrode Capable of Nozzle Printing

노즐 프린팅이 가능한 고전도성 연신전극용 프린터블 복합소재 개발

이회성*. *한국화학연구원*

웨어러블하며 스트레처블한 전극소재는 사물이나 옷 등에 직접적으로 부착이 가능하다. 또한, 유연하여 평면 뿐만 아니라 곡면에도 적용할 수 있어 다방면으로 응용이 가능하다. 최근에는 이러한 장점을 가진 소재에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 하지만, 전극소재를 다양한 방향으로 휘거나 당길 경우, 금속입자 간에 연결이 끊어지기 때문에 전도성이 떨어지는 문제가 있다. 본 연구에서는 은플레이크, 탄성체, 화학적 첨가제의 조합을 통해 높은 전도도를 가지는 동시에 우수한 연신특성을 가지는 프린터블 전극소재를 디자인하여, 스트레처블 전극의 기본적인 요구특성을 만족시키고자 한다. 탄성체 대비 은플레이크 조성, 화학적 첨가제의 조성 및 건조조건에 따른 전기적 특성 및 연신특성을 고찰하여 최종물성을 최적화하고자 한다.

P2-S43-9 Stretchable and Adhesion-Force-Adjustable Reverse-Micelle-Induced Films for Epidermal mouse patch Devices

부착형 마우스 패치 장치 용 신축성 및 접착력 조절형 역방향 미셀 유도 필름

황유진*,김준형,이수연,정선호,최영민,정성묵. *한국화학연구원*

Recently, as the interest of flexible electrode has increased, researches for using it as a wearable device in various fields are being actively carried out. In order to develop a substrate that can control elasticity and stickiness, a PDMS (polydimethylsiloxane) -based elastomer substrate with a soft / sticky property and a hard property is developed by forming a reverse-micelle in PDMS . In this study, we investigated the application of this substrate to the mouse Tattoo device, which is a stretchable and attachable skin to the skin. Active layers were fabricated using various materials such as paper and cloth which can be easily obtained for practical application, and a bottom layer, which is made of a reverse-micelle PDMS film, was fabricated. . The active layer of the substrate was pasted with silver flake to develop the electrode material for screen printing. It was also confirmed that the change in electrode resistance was small as 100% stretching was performed. In addition, we confirmed that flexible electrode can be used as Mouse Tattoo, which is an epidermal device, in conjunction with Arduino by confirming constant capacitance value change according to touch.

P2-S43-10 Elastomer for Epidermal Electronics with Adjustable Adhesion Force and Stretchability by Reverse-Micelle-Induced Process

역미셀 공정을 이용한 접착력과 연신 조절이 가능한 부착형 전자 소재 제작

김준형*,정선호,이수연,최영민,정성묵,황유진. *한국화학연구원*

The epidermal electronics should have mechanical properties similar to adhesion to the skin. Thus, most skin devices are now ultrathin. However, this form requires a complicated and expensive manufacturing process and makes the device disposable. Thick forms help overcome these limitations and require greater adhesion, while conventional stretch elastomers are not sticky, but sticky elastomers are less elastic and less durable. To keep it sticky, molecules in the material should have chains that are joined together very weakly, but this also weakens the material. This study describes the reverse micelle induction process to solve this problem by making a weakly linked region array in a polydimethylsiloxane(PDMS)-based elastomer. The area can be formed and adjusted simply by adding an emulsifier and an inhibitor. In addition, it is excellent in durability (stable up to 10,000 times of stretching), and can be reused even adhered well to human skin.

P2-S43-11 Preparation of Mesoporous Silica Submicron Particles by Metal Cation Template in Acid-free Condition

중성조건에서 금속양이온 템플릿을 이용한 서브미크론 메조포러스 실리카 제조

박중규*,이한슬,조선복,이혜선,장정호. *한국세라믹기술원*

This study discusses the synthesis of mesoporous silica in an acid-free condition using a metal cation template. Traditional mesoporous silica, such as SBA-15, was difficult to control shape and size without the use of acids. However, by using metal catalyst such as copper (Cu), synthesized mesoporous silica particles were achieved size of submicron due to polymerized micelle of the triblock copolymer was able to control and also high specific surface area was achieved as much as greater than 700 m^2/g. For morphological characterization, Field Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM) and Transmission Electron Microscopy (TEM) were used.

P2-S43-12 Mass Production of Mesoporous Silica in Acid-free Condition

중성화조건에서 메조포러스 실리카 양산화

박중규*,조선복,이혜선,장정호. *한국세라믹기술원*

This study discusses the mass production of mesoporous silica in an acid-free condition. Mesoporous silica, such as MCM-41 and SBA-15, had a low synthesis yield, low reproducibility of material properties, and high production cost. To solve this problem, a large amount of mesoporous silica had been synthesized at a high yield by using a 500 L hydrothermal reactor at one time. The synthesized mesoporous silica achieved about 30% yield of the silica precursor, and also had a particle size of less than 10 microns and achieved a BET surface area of 400 m^2/g. For the morphological characterization, Field Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM) and Transmission Electron Microscopy (TEM) were used.

P2-S43-13 Solution Processed Flexible and Transparent Conducting Electrode with Embedded Copper Mesh

용액 공정을 이용한 구리가 박힌 메쉬 형태의 투명 전극

한설희[1]*,김주영[1],류병환[1],정선호[1],최지훈[2],최영민[1],이수연[1]. *[1]한국화학연구원,[2]충남대학교*

Transparent conducting electrodes (TCEs) are critical component of optoelectronic devices including flat panel displays, touch screen displays, solar cell, and organic light-emitting diodes (OLED). Although indium tin oxide (ITO) commonly used for this purpose, their suitability for next-generation flexible optoelectronic devices has been limited due to the brittleness of the film, low abundance of the material, low infrared transmittance, and the inability to perform high-temperature processes on plastic substrates. Recently, great efforts have been attempted to develop a new transparent electrode which can be mass-produced at a low cost, large area and excellent flexibility for a flexible electronic device. Here, we report cost-effective and solution-processable metallic mesh TCEs consisting of a Cu-mesh embedded in a flexible PDMS substrate. Our Cu-mesh TCEs provide a low sheet resistance Rs< 1 Ω/sq and a high transmittance T > 96 % at 550nm, as well as extremely high figures of merit, reaching up to 1.9 × 104, which are the highest reported values among recent works. This fabrication technique enables the mass production of large-area flexible TCEs, and the stability and high performance of mesh electrodes in high bending stress suggests they have high possibility for application in smart displays and flexible transparent heater.

P2-S43-14 Fabrication of Glass Door to Prevent Freezing Condensation

냉동고 결로방지를 위한 glass door 제작

최창식[1]*,김진호[1],현승균[2]. *[1]한국세라믹기술원,[2]인하대학교*

최근 각종 냉장, 냉동 식품을 전시하고 보관하는 용도로 다양한 크기와 형태의 냉장,냉동고의 사용이 높아지고 있다. 이러한 냉동고의 장착되는 Glass door는 40이상의 높은 온도차로 인해 표면에 결로가 발생하며, 미세한 결로도 내부의 진열 상품을 식별하는데 큰지장을 주기 때문에 이를 최대한 방지하기 위하여 여러 가지 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 sol-gel 법을 이용하여 유무기 하이브리드 용액을 제조하였고, AgNW를 혼합하여 냉동고 결로방지 코팅을 진행하였다.

P2-S43-15 Sticky PDMS Controlled of Crosslinking Density by Vinylated Silica

vinyl기를 포함한 실리카에 의해 가교 밀도가 조절된 점착성 PDMS

신은애*,이상봉,김형진,이창기. *한국생산기술연구원*

Low adhering ability of polydimethylsiloxane (PDMS) is one of the biggest huddle in spite of their good water-repellence resulted from their siloxane and methyl groups. We controlled crosslinking density of PDMS by incorporating vinylated silica nanoparticles and made sticky PDMS. PDMS included vinyl-functionalized silica showed higher adhesion force more than about 400% compared to that of pure PDMS or PDMS added pure silica. In swelling test, vinyl silica-added PDMS show higher swelling ratio and lower gel fraction compared to that of PDMS and silica-added PDMS. We suggest that vinyl groups in silica make chemical bonding with hydrosilane groups in PDMS. As a result, effective network chain density of PDMS decrease and their surface became sticky.

P2-S43-16 Characteristics of Silica and Cellulose Nanofiber Organic-Inorganic Hybrid Composite

Silica-CNF 유-무기 하이브리드 복합재료의 특성

이준성*. *네오플램*

졸-겔법으로 제조된 실리카는 우수한 열적성질 및 낮은 유전상수를 가져서 촉매, 주방용품, 전자재료 등에 많이 이용되고 있다. 하지만 실리카는 쉽게 깨지는 성질을 가지고 있어 이런 단점을 보완하고자 유기물질과의 하이브리드 복합재료를 제조하였다. 그 중에서도 CNF는 나무에서 추출된 물질로써 자연에서 쉽게 얻을 수 있는 풍부한 친환경성 유기물질이다. 또한, 물에 잘 분산되며 유연성을 가지고 있어 취성을 가진 실리카의 단점을 보완 할 수 있다. 본 연구에서는 콜로이드 실리카를 졸-겔법으로 제조함에 있어 건조 시에 발생하는 균열을 줄이기 위해 CNF와의 복합화로 Silica-CNF 유-무기 하이브리드 복합재료를 제조하였다. 제조된 완제품의 특성은 FE-SEM, FT-IR로 측정하였고 유연성은 Solid analyzer를 이용하여 분석하였다.

P2-S43-17 Sythesis and properties of SiO_2-PDMS hybrid coating for cookware

주방용품용 SiO_2-PDMS 하이브리드 코팅막 제조 및 특성 연구

김민희*. *네오플램*

주방용품에 널리 사용되는 PTFE 코팅의 유해성 논란으로 인하여 새로운 코팅의 개발이 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 세라믹과 PDMS를 결합하여 하이브리드 코팅막을 제조하여. 세라믹 코팅의 비점착성 및 박리 내구성을 향상시켰다. MTMS(Methyltrimethoxysilane)

를 전구체로 사용하여, 가수분해-축합반응을 통해 세라믹 구조를 형성하였고, PDMS(Polydimethylsiloxane)는 양말단에 OH작용기가 있는 변성 실리콘 오일을 사용하였다. 세라믹과 PDMS의 화학 결합을 위해 유기 티타늄 화합물을 촉매로 사용하였다. TEM과 FE-IR을 통하여 제조된 코팅액의 무기-유기 결합 상태를 확인하였으며, SEM을 통해 미세구조를 관찰하였다. 하이브리드 코팅의 비점착성과 박리내구성은 CMA(Cookware Manufacturers association)에 규정하는 방법으로 접촉각 및 soak 테스트로 확인하였다.

P2-S43-18 Multi-functional Polymer Nanocomposites Reinforced by 3D Continuous Ceramic Nanofillers

3차원 나노 구조의 세라믹 필러재료를 이용한 강화된 다기능성 고분자 복합체

안창의*,현가예,조동휘,함영진,전석우. *한국과학기술원*

Polymer nanocomposites have relatively high yield strength, elastic modulus, and toughness that therefore are widely used as functional coating and films for optoelectronic applications. Although the mechanical properties are enhanced with increasing the fraction of nanofiller inclusion, there generally is an upper limit on the amount of nanofiller inclusion because the aggregation of the fillers in the polymer matrix, which typically occurs, degrades the mechanical and/or optical performances above 5 vol% of inclusions. Here, we demonstrate an novel polymer nanocomposite composed of a uniformly-distributed three-dimensional (3D) continuous ceramic nanofillers, which allows for extremely high loading (~19 vol%) in the polymer matrix without any concern of aggregation and loss in transparency. The fabrication strategy involves conformal deposition of an Al_2O_3 nanolayer with a precise control in thickness that ranges from 12 to 84 nm on a 3D nanostructured porous polymer matrix followed by filling the pores with the same type of polymer. The 3D continuous Al_2O_3 nanolayers embedded in the matrix with extremely high filler ratio of 19.17 vol% improve compressive strength by 142% compared to the pure epoxy without Al_2O_3 filler and this value is agreement with theoretically predicted strength through rule of mixture. These 3D nanocomposites show superb transparency in the visible (>85% at 600 nm) region and improved heat dissipation beyond that of conventional Al_2O_3 nanoparticles dispersed nanocomposites due to the existence of a continuous thermal conduction path through the oxide network. This achievement will open up a new class of polymer nanocomposites that can be applied to mechanically reinforced, multifunctional films.

P2-S43-19 Flexible Resistive Switching Device Enabled by Ag2Te Nanowire Film and Au Electrode through Monolayer Assembly

서호준*,문건대. *한국생산기술연구원*

We demonstrated a resistive switching device based on ultrathin Ag_2Te nanowire (NW) film and Au nanosheet (NS) electrode by employing a monolayer assembly technique for macroscale two-dimensional structures. The ultrathin TeNWs (diameter ≈ 10 nm) are assembled on water surface as a form of monolayer and transferred to build up TeNW film on various substrates with any available size. An assembled TeNW film can be used as a template to transform into Ag_2TeNW film through chemical transformation. The Ag_2TeNW film device showed reversible resistive switching properties when the Ag composition of silver telluride NW achieves a certain composition in Ag_xTe. Additionally, non-stoichiometric $Ag_{2+\delta}Te$NW film shows increased On/Off ratio. For a flexible memory device, ultrathin AuNS (thickness ≤20 nm) was adopted as working electrodes, since thermally-deposited gold electrodes tend to go through cracks under strain. A paper-like flexibility of AuNS proved its ability as optimal electrodes of ultrathin Ag_2TeNW film-based resistive memory devices.

발표자 리스트

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
강주현	P1-S21-6
강준영	P1-S41-19
강지연	P1-G4-7, P1-G3-10, P1-G4-6, P2-S43-4
강태성	P1-G6-10
강필재	P2-S32-12
강형원	G1-3, G1-8, G1-9, S11-13
강희성	P1-S42-20
고민재	S22-3
고신일	G3-4
고영학	S51-14, P2-S51-2, S51-13, S51-7, S51-8, P2-S51-3
고유민	P2-S11-8
고재웅	G3-1, G3-2, G3-3, G3-4
고진석	P1-G7-3
고혜인	P2-G4-14
공정훈	P1-G3-7, P2-G3-2, S32-5
곽근재	S51-3
곽도우	P2-G1-1, P2-G1-2
곽진성	P1-S42-4, P1-S42-6, P1-S42-5
곽창훈	P1-S41-7
구만복	G5-5
구본급	P2-G1-27
구본재	G2-4
구양모	P1-G5-19
구영원	P2-S51-7
구원태	S41-8, P2-G2-5, P1-S41-17, P1-S41-15, P1-S41-19, P1-S41-16, P1-S41-18
구은회	P2-S43-1
구창영	P2-S11-2
권기창	S41-3
권대은	P2-S32-9
권도균	S11-4, P2-S11-8
권민형	P1-G6-9
권상효	G1-5, S11-12
권성우	P2-G2-7
권세훈	S13-1, S43-10, G3-4
권순동	P1-G6-1
권순용	P1-S42-3, P1-S42-6, P1-S42-5
권순형	P1-S42-9
권영민	P1-S41-10
권오현	P1-G1-13
권용우	G8-5, G8-6
권용중	P1-S41-14
권우택	P2-G2-6, SS2-10, P2-G2-8
권정규	P1-G7-6
권정현	P1-S41-11
권종우	P1-G4-18
권준영	G4-13
권하나	P2-G2-19
권혁준	S42-3
권혁찬	P2-S22-8
김가연	P2-G1-11
김건식	P2-G3-13, P2-G3-20
김건태	S21-7
김경남	G7-5, G7-3
김경미	S32-7, P2-S22-11, P2-S22-8
김경민	S12-6
김경배	S23-2
김경자	P2-S32-8
김경태	S24-5
김경호	P2-S23-4
김경훈	P2-G3-10, P2-G3-11, G7-1, P2-S32-8
김관우	P1-S42-13, P1-S42-14, P1-S42-16, P1-S42-17
김광범	P2-S23-3
김광석	S31-6
김광호	S43-5, S43-7, S43-14
김교민	P2-S24-4, P2-S24-2, P2-S24-5
김권일	S81-5
김근형	S51-12
김근형	P2-S51-6, P2-S51-7
김글한	SS2-5
김기현	G4-10
김나연	P1-S42-6
김남영	P2-S11-11
김다빈	P1-G1-12, P2-G2-20
김다정	G1-2, G1-1, P1-G1-9
김대성	P1-G5-9
김대수	S11-13, G1-3, G1-8, G1-9
김대업	S31-6
김대웅	P1-G7-1
김대종	S32-6, P2-S32-3, P2-G3-5, P2-S32-2, P2-S32-6, P2-S32-7, P2-G3-19
김대현	G1-4
김도겸	P1-G1-14
김도경	P1-G3-2, P1-G3-7, P1-G5-6, P2-G3-2, P2-S23-1, S32-5
김도연	P1-G5-23
김도엽	P2-S23-10
김도현	P1-G2-10
김도훈	P2-S43-2
김동규	P1-G5-6, P2-G3-2
김동석	P2-G3-13, P2-G3-20, S32-5
김동완	P2-S22-3, P1-G2-11, P2-G2-2, P2-S23-8
김동윤	P1-G2-18, P1-G2-14, P1-G2-15
김동주	P2-G3-20, P2-G3-13
김동하	P1-S41-15, P1-S41-17, P1-S41-19, P1-S41-16, P1-S41-18
김동현	G7-4, P2-G4-12
김동환	S21-6
김명길	S42-5
김명동	G3-14, P2-G3-6, G3-13
김명언	P1-S42-19
김명중	G2-2
김명호	G1-2, G1-1, P1-G1-9, S11-8, S24-8, S11-9, S11-10, P2-S11-10
김묘진	P2-S51-6
김문찬	G1-6
김미성	P2-S43-1
김민규	P2-G4-17
김민기	S11-1
김민석	G7-2
김민성	P2-S51-6, P2-S51-7
김민숙	P2-S32-8, P2-S24-12
김민식	S31-7
김민우	P1-S21-4
김민지	P2-S24-2, P2-S24-3, P2-S24-4
김민호	P2-G8-1
김민희	P2-S43-17
김배연	P1-G5-20, P1-G2-10
김범준	P1-S42-14, P1-S42-16, P1-S42-17
김병기	P1-G5-1
김보성	P1-S42-15
김보영	P1-S41-1
김봉구	P2-S31-4, P1-G4-15, P1-G4-16
김봉서	S24-1
김봉호	P1-S42-9
김빛찬	S11-13
김상우	G2-5, P1-S42-15
김상일	S24-2, P2-S24-9, P2-S24-10
김새열	P1-G5-9
김석영	SS2-10, SS2-1, P1-G5-14, P1-G5-12, G5-2, P2-S51-4, SS2-7, G5-7
김선국	P1-G4-17, P1-S42-11, P1-S42-10

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
김선욱	P1-G6-11, P1-G6-9
김선일	G5-6
김선효	G6-4
김선훈	P1-G6-4
김성규	P2-S24-6
김성균	P1-S42-15
김성근	S13-5
김성민	P1-G5-16, P1-G5-17
김성엽	P1-S42-3, P1-S42-6, P1-S42-5
김성우	P2-S24-8
김성웅	S24-7, P2-S24-10, P2-S24-11
김성은	P1-G3-1
김성혁	G1-17, P1-G5-3
김성현	G6-9, P2-S11-9
김성훈	G1-15, P2-G8-8, G8-1
김세양	P1-S42-2, P1-S42-6, P1-S42-5
김세영	G2-3
김세훈	P2-S24-12
김소영	P1-G6-4
김수길	P1-S13-1
김수민	G4-4
김수영	P1-S41-4
김수찬	P1-G4-15
김수현	G2-3
김승원	P2-G2-20
김승주	P2-G4-12
김승현	P1-G2-4, P1-S42-5, P2-S11-2
김시연	P2-G3-4, P2-G1-13, P2-G1-14
김신호	P1-G3-5
김연후	S41-2, P1-S41-4, P1-S41-3
김영광	P1-G4-20
김영기	P1-G1-14
김영모	P1-G5-1
김영재	G7-2
김영훈	P1-G2-12
김영희	P2-G2-6, SS2-10
김예나	P1-G5-17, P1-G5-16
김완태	P1-G4-12, P1-G4-13, P1-G4-14
김 용	P1-S13-2
김용남	P2-G1-5, P2-G1-6
김용선	P2-G2-3
김용재	G5-6
김용주	P2-G1-9
김용준	P1-G5-22
김우식	P1-S42-18
김우철	P2-S24-4, P2-S24-2, P2-S24-5
김우형	P1-G2-12
김원갑	P1-G7-2
김원기	S71-5
김원빈	P2-S22-10
김원정	G1-1, P1-G1-9, S11-8, S11-10, P2-S11-10
김원주	P2-S32-3, P2-G3-5, P2-S32-2, P2-S32-6, P2-S32-7, P2-G3-19, S32-6
김원중	P1-G5-2, P2-S11-11
김원진	P2-S51-6, P2-S51-7
김유성	S21-2
김은미	P2-S43-4, P1-G3-10, P1-G4-6, P1-G4-7
김은성	P2-S11-11
김은희	P1-G4-15, P1-G4-16
김응수 (경기대)	P1-G1-4, G1-11, P1-G1-2, P1-G1-3
김응수 (KICET)	S51-5, P2-S51-1, P2-S51-5, P2-G9-1
김익수	P2-S11-11, P1-G5-2
김인건	P16-G6-8
김인수	P2-S31-5
김인하	P1-G2-11
김일두	S41-11, S41-8, P2-G2-5, P1-S41-17, P1-S41-15, P1-S41-19, P1-S41-16, P1-S41-18
김일호	S24-6
김 재	G3-11
김재민	G1-11, P1-G1-4, P2-G4-3, P2-G4-1, P2-G4-2
김재찬	P2-G2-2, P1-G2-11, P2-S23-8
김재현	S23-2
김재혁	P2-G1-12, P1-S41-5, P1-S41-1
김재홍	P2-G3-3
김재환	P1-S21-10
김정명	P1-S21-4
김정범	P1-G3-8, P1-G2-13
김정석	S11-13
김정웅	P2-G8-1
김정원	P2-S24-10
김정주	P2-G1-8, P2-G1-23, P2-G1-10, P2-G1-25, P1-S42-19, P1-G1-14
김정준	P1-G5-9
김정현	P1-G2-1, P1-G2-2
김정환	P1-G3-9, S21-4, P2-S32-9
김정훈	P1-S42-11
김종영	P2-G1-19, P2-G1-21
김종우	P2-S51-3, G1-10, G3-12, S24-3, G1-18, S51-13, SS2-3
김종헌	P2-G3-13, P2-G3-20
김종훈	P2-G4-10, P2-G4-11
김주성	SS2-7, G5-1
김주연	P2-G2-15
김주영	P2-S43-13
김주형	P2-S23-1, S32-5
김준규	G2-4
김준섭	S32-2, S32-9, S32-1
김준성	P2-S31-4
김준식	P1-S41-1
김준영	S21-7
김준우	G3-5
김준찬	P2-S11-10, S11-9
김준형	P2-S43-10, P2-S43-9, P1-G5-16, P1-G5-17
김지완	P2-S23-3, P2-G4-1, P2-G4-2, P2-G4-3
김지유	P2-S31-1
김지일	P2-S24-9
김지현	P1-S42-5
김지호	P2-G2-20
김지훈	P2-G4-4, G4-4, P2-G4-7, P2-G4-6, P2-G4-9
김진구	P2-S23-15
김진영	P2-S22-4, S22-1
김진우	P2-S11-2
김진욱	P1-G2-3
김진원	S32-3
김진응	P1-G7-4
김진혁	P1-G6-4
김진호	P2-S51-1, P1-G4-18, G6-3, P2-S43-14, P1-G6-11, P2-S31-9, P1-G6-9
김찬훈	P2-G2-5
김창해	P2-G4-12
김창훈	P2-G1-23
김철주	S42-1
김철진	P2-S32-11, P2-S32-10
김춘식	P1-G2-7, P1-G2-9, P2-G2-16
김태경	P2-G3-1
김태완	P1-G7-3
김태우	P2-S31-2

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
김태윤	G2-5
김태은	P2-G1-9
김태중	P2-G2-3, P1-S41-10
김태형	P1-S41-7, S41-4
김태훈	P1-S41-4, P1-S41-3
김태희	P1-G5-4
김하늘	G3-1, G3-2, G3-3, G3-4
김학연	P2-G2-3
김한기	P1-S41-5
김한성	P2-S23-7
김해두	G3-1, G3-2
김 현	P1-G2-14, P1-G2-15, P1-G2-18, S24-1, G6-1
김현길	P1-G7-5
김현미	S32-10
김현수	P1-G4-8
김현식	P2-S24-10
김현우	P1-S41-9, S41-13
김현진	P1-G5-22
김형순	G7-1, P2-S32-8
김형준	P1-G5-5, P1-G6-5
김형진	P1-G5-13, P2-S43-15
김형태	S31-3
김형호	P2-S23-9
김혜성	S21-5, P1-S21-7
김혜영	P1-S42-18
김호석	P2-S32-5
김홍래	P2-G3-7, G5-3
김효준	P1-G6-2
김효중	P1-S41-5
나경한	P1-G4-13, P1-G4-12, P1-G4-14
나사균	P2-G8-2
나연수	P1-G2-13, P1-G3-8
나찬웅	P1-S41-11, P1-S41-11, S41-4, P1-S41-5
나혜인	P1-G6-5, P1-G5-5
남 산	P2-S11-3, G1-3, P2-S51-1, G1-4, G1-5, S11-12, P2-G1-12, P2-G1-24, SS2-3, S32-4, P2-G3-16
남상용	P1-S42-18
남성영	P2-G2-16, P1-G2-7, P1-G2-9
남우현	P2-S24-5
남욱희	S31-9, S32-8
남정식	P2-S31-9
남효원	P1-S13-1
노광철	P2-G2-15, P2-S23-19, P2-G2-19, P2-S23-20
노윤현	S24-6
노정원	P1-G5-20
노준홍	S22-2
뉴엔띠민뜨위	S43-2
도경연	P2-G8-8
도환수	P1-S42-18
류국현	P2-S51-5
류두형	P2-G1-6
류병기	S24-1, S81-1
류병환	S32-4, P2-S43-13
류성연	P1-S13-1
류소연	P2-S11-3, P2-S11-1
류원형	G5-6
류정호	S43-5, P2-G1-11, G1-18, P2-S11-2, P2-G1-17, S11-11
류종훈	P2-S24-8
류지승	P1-G6-3
류한일	G1-16
류호림	P2-S31-8
리오이룬 헬레나	S43-8
마선일	P2-S22-8
마호진	P2-G3-2, P1-G3-2, P1-G3-7
맹 몽	P2-G1-22
맹우열	S51-14, P2-S51-2, S51-8
명 윤	P1-S42-7
무하마드 하비브	P1-G1-9
문건대	P2-S43-19
문기연	P1-G7-11
문병기	P1-G4-1, P1-G4-2
문승현	G1-13
문영국	P1-S41-6
문이남	P2-G3-1
문주호	P2-S22-8
문현아	P2-S24-11
문흥수	S31-7, P2-S31-1, S31-1
민경환	G8-5
민관홍	P1-G7-4
민유호	S24-3, G1-18, S31-8, SS2-3, G1-10
민지훈	G3-13
박경난	P2-G4-8
박경대	P1-G6-7
박경봉	P1-G5-4
박관식	P1-SS2-1
박광용	P2-S31-5
박귀일	P1-G1-11
박근오	P1-G3-4
박기대	P2-S23-13, P2-S23-14
박기원	P1-G4-11
박남규	P2-S22-9
박동수	G1-10
박동준	P1-G7-5
박동철	P1-G4-13
박동혁	P1-G4-17
박민아	P2-S22-4
박민용	S71-2
박병주	G4-11, G4-8
박상우	P1-G4-12
박상춘	P1-G7-1
박상호	P1-S21-8, P1-G6-12
박상환	P2-G3-16, P2-G3-17
박서연	P1-S41-3, P1-S41-4
박성규	S42-5
박성대	P2-G1-7, P1-G1-5, P2-G1-15
박성범	P1-G5-11, P2-G2-9
박성우	P1-G2-11
박성준	P1-G4-2, P1-G4-4
박성진	S81-1, S24-1
박성환	P1-G3-11
박소정	P1-G3-3
박수동	S24-1
박수영	P1-G1-8
박수진	P1-SS2-4
박순동	P1-S42-6
박승근	P2-S23-17, P2-S23-15
박영조	G3-1, G3-2, G3-3, G3-4
박영증	P1-G7-2
박영진	S31-5
박용일	P1-G5-11, P2-G2-9
박우영	P1-S13-1
박운익	S43-4, S43-4
박원일	G4-12
박유진	P2-G1-20, G1-12
박윤식	P1-G1-2
박윤태	G2-8, S21-3
박의근	P2-S32-4
박익재	P2-S22-2
박인성	G1-13, P2-G1-18, G1-12
박재성	P1-G4-20, P2-G1-3
박재영	P2-G8-6
박재우	S21-3
박재하	G3-17
박재현	P2-S22-4
박정수	P1-G7-9, P1-G7-10
박정용	P1-G2-8
박정환	P1-G7-5
박제원	P1-G5-5, P1-G6-5
박종규	S32-8
박종민	G5-8
박종빈	P1-G4-9

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
박종호	S24-1
박주석	P2-G3-10, P2-G3-11, G7-1, P2-S32-8, P2-S24-12
박주연	P2-S23-20
박 준	P1-G6-4
박준영	P2-S23-6, P1-S21-1
박준홍	S42-4
박준희	P1-G5-8, P1-G5-7
박중규	P2-S43-11, P2-S43-12
박중철	P2-G4-12
박지연	P2-G3-5, P2-S32-3, P2-S32-6, P2-S32-7, P2-G3-19, S32-6
박진성	P2-S23-12
박진수	S51-2
박진영	P1-G4-4, P1-G4-1, P1-G4-3, P1-G4-5
박진우	P2-G3-2
박 찬	P2-S32-2, P2-S24-8
박찬휘	P2-G2-11, P1-G6-12
박철민	S11-9, P2-S11-10
박춘길	P2-S11-4
박태주	S13-4
박태현	P2-S31-5
박현명	P2-S31-5, P2-S31-4, P2-S31-6
박현빈	P1-G1-11
박현식	G7-2
박현욱	P1-G6-11
박혜영	P1-G4-15, P1-G4-16
박혜진	P1-S42-8
박홍현	S51-15
박훈관	S31-5
박희성	P1-S21-4
반신혜	P1-G3-11
방기주	P2-S22-10
방재훈	S41-13, P1-S41-9
방정원	P2-G2-6, P2-G2-8
방지원	P2-S43-1, P2-S43-3
배기호	S21-6
배동식	P1-G2-19, P1-G1-8
배상현	S24-6
배성군	P2-S32-12
배성환	P2-S24-8
배승묵	P1-S21-10
배재섭	P1-G5-12
배중면	S21-2, P1-S21-6
배창득	P2-S22-9, G4-6
배현정	P2-S11-8
배형빈	S21-5, P1-S21-7

성 명	논 문 번 호
백병민	S43-3
백승봉	S11-9, P2-S11-10
백승협	S24-4
백정민	P1-S41-10
백정환	S51-10
백종후	G1-14, P1-G4-19
백지연	G6-4
백창연	S32-5
변상균	P2-G8-4
변응선	S31-5, S31-9, S32-8
변재철	P1-G5-8, P1-G5-7, G5-8, G5-3
변형기	S41-9
살만 알리 칸	S11-8, S11-10
서대석	P2-G8-7
서성록	P2-S22-9, P2-S22-7
서세원	P1-G2-17
서영조	P1-G4-3
서영진	P2-G8-1
서원선	P2-S24-3, P2-S24-4, P2-S24-2, P2-S24-5, S24-8, S24-6
서정길	S23-1
서종수	S21-4
서준민	S41-3
서한길	G2-7
서형일	P2-S31-3
서호준	P2-S43-19
선주형	P2-S24-6
성아람	S51-15
성연수	S11-9
성영은	P2-S11-1
성영훈	S32-5, G2-3
성현우	P2-G3-18
소병진	G6-6
소성민	P2-G3-11, G7-1
손명우	G4-10, G4-2
손민기	P1-S42-14
손민지	P1-S21-3
손시원	P1-G5-16, P1-G5-17
손신중	G1-9, G1-3, G1-8
손유아	S32-4
손인진	P1-G3-1, P1-G3-4, P1-G3-5, P1-G3-6
손장엽	G4-13
손준우	P2-G1-3
송도원	P2-S31-4
송도형	P2-G8-3
송명관	S22-4
송명신	S71-4, G7-5, G7-3
송세연	G4-5

성 명	논 문 번 호
송영근	S41-1, S41-3, P1-S41-2
송영현	P2-S22-10
송인혁	G3-11, G3-6, G2-6
송지천	P1-G5-8, P1-G5-7
송찬근	P2-G2-4, P1-G1-6
송태권	G1-2, G1-1, P1-G1-9, S11-8, S11-9, S11-10, P2-S11-10
송태섭	P2-S31-4
송태협	P1-G4-13
송현석	P2-G4-17
송현철	S11-5
송희조	P2-S23-8
승완철	G2-9
신광희	P1-G7-1
신동근	P2-S32-12
신동욱	P2-G2-11, P1-S21-8, P1-G6-12
신미영	P1-S21-9
신민규	G8-6
신병하	S22-5
신상열	G6-1
신승학	P2-G1-25
신승호	G6-5, G6-4
신용호	G1-10
신원호	P2-S24-3, P2-S24-4, P2-S24-2, P2-S24-5, S24-8, S24-6
신은애	P2-S43-15
신재록	G3-16
신재오	P2-G8-1
신재화	P1-G2-5, P1-S21-5
신정호	P2-S32-3, P2-G3-5, S43-7
신종언	P1-SS2-2
신지연	P1-G5-23, P1-G5-20
신지은	P2-S24-1
신태호	P1-S21-9
신평우	S31-7
신현규	P1-G4-13
신현정	G4-6, P2-S22-9, P2-S22-7
신회섭	P2-S11-8
신효순	S11-2, P2-G3-4, P2-G1-12, P2-G1-24, P1-G1-10, G1-15, P2-G1-13, P2-G1-14
신흥주	S41-5, P1-S41-10
심광보	S32-10, P2-G9-1
심승언	G1-17, P1-G5-3
심여선	P1-S42-5
심영석	S41-3
심우영	P2-G1-19
심준형	S21-6, G3-5

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
심지훈	P2-S24-3
심현우	P1-G2-11
안계석	G3-15, G3-16
안민경	S51-13
안성일	P2-G4-12
안수빈	P2-G2-8, P2-G2-6
안영수	P2-G4-14
안종필	P2-S24-12
안지환	P1-G2-7, P1-G2-9, P1-G7-11, P2-G2-16
안지훈	S13-2
안창원	P1-G1-7, P2-G1-9
안창의	P2-S43-18
안철우	SS2-3, G3-12, P2-G1-1, P2-G1-2, S24-3, G1-18, S31-8, G1-10
양병일	P2-S31-5
양비룡	P1-G2-14, P1-G2-15, P1-G2-18
양수현	P2-S23-17
양승철	P1-G7-10
양승호	S24-6
양영균	P2-G3-14
양우석	S43-3
양재교	G4-3
양재형	P2-G2-3
양재호	P1-G7-5, P2-G3-13, P2-G3-20
양현경	P1-G4-1, P1-G4-2, P1-G4-3, P1-G6-3, P1-G2-6, P1-G4-4, P1-G4-5
양현승	P2-G1-7, P1-G1-5, P2-G1-15
양현하	P2-S22-8
양형우	P2-G1-26, P1-G1-1
양희선	P2-G4-11, P2-G4-10
엄완식	S41-13, P1-S41-9
엄지호	S11-14
여동훈	P2-G3-4, P2-G1-12, P2-G1-24, P1-G1-10, G1-15, P2-G1-13, P2-G1-14
여미지	P2-S51-7
여정구	P1-G7-9, P1-G7-10
염미래	P2-G3-17, P2-G3-16
오경식	P2-G4-8, P1-G5-21
오석진	P1-G2-8
오성욱	P1-G1-14
오승배	P2-G4-7, G4-4, P2-G4-6, P2-G4-4, P2-G4-9
오승익	P2-G2-2, P1-S13-1
오아현	G3-16
오연종	P2-S23-16
오원재	G1-12, P2-G1-20, G1-13
오윤석	S31-8, P2-S31-7, P2-S31-8, S31-1, S31-3
오장수	P2-G3-13, P2-G3-20
오정표	P1-G4-6, P1-G3-10, P1-G4-7, P2-S43-4
오종민	P1-G5-2, P2-S11-11, P2-G1-5, P2-G1-6
오지원	P1-S21-10
오택호	G1-17, P1-G5-3
오현명	G3-3
오현택	G1-6
오혜령	P1-G1-1
오효찬	P1-G6-13
우성훈	P1-G2-2, P1-G2-1
우정욱	S11-9, P2-S11-10
우정주	P1-G4-6
우형식	P1-S41-5
우희수	P1-G7-7
원종한	P1-G1-6, P2-G2-4
웨이친	P1-SS2-5
위영민	P1-G7-6
유경현	P1-G5-22
유관영	P2-G8-1
유동수	P2-G1-21
유상배	P1-G4-20
유상우	G4-1
유상임	P2-G1-18, P2-G1-20, G1-12, G1-13
유연우	S31-9, S32-8, S31-5
유연태	S41-12
유용주	P2-S23-18
유우종	S42-2
유원규	P2-S23-7
유일열	P2-G1-1, P2-G1-2
유재영	P1-S21-6
유정우	P1-S42-3
유준연	P2-S24-9
유지범	P2-G4-17
유창민	G1-15
유춘석	P1-G1-14
윤다섭	P1-G4-20
윤당혁	G3-10, G3-14, P1-G3-3, G3-9, G3-8, G3-13, P2-G3-6, P2-G3-8, P2-G3-9
윤대호	S43-3
윤병규	P2-S11-6
윤병현	S21-1
윤석영	P2-G4-16, P1-G5-22
윤성원	G3-5, S21-6
윤성일	P2-G3-16, P2-G3-17
윤성철	P2-S22-6, P2-S22-8
윤세중	G3-12, P1-G3-9, S31-8
윤순길	G4-8, P2-G3-5, P2-S32-7, S43-2, S43-6, S43-11, S11-14, G4-11
윤영기	P1-S42-10
윤영우	P1-G4-2
윤영준	P1-S42-9
윤운하	P1-G3-9, G3-12, S24-3, G1-10
윤은섭	P2-G3-12
윤인상	P2-G2-11, P1-G6-12
윤재영	P1-G1-5
윤재형	G5-6
윤제문	S43-7
윤존도	P1-SS2-5
윤종원	P1-G1-6, P2-G2-4
윤종혁	P2-S23-1
윤중락	S11-1
윤지선	G1-14, P1-G4-19, G1-7, G4-5
윤지욱	P1-S41-6
윤지원	S31-6, P1-S41-6
윤창번	G1-17, P1-G5-3
윤철민	P2-G1-16, P1-S42-12
윤태식	S12-5
윤한솔	P2-S11-6
윤현석	P2-S23-8
윤형덕	P1-S42-4
윤형인	S51-11
윤형중	P2-G2-4
윤호규	P2-G3-4
윤홍준	G2-9
윤효진	P2-G1-3
윤희숙	S51-4, S51-15
윤희주	P1-S13-2
이가연	P1-G5-7, P1-G5-8
이건주	P2-G1-9
이건호	P1-S41-5
이계욱	P2-G3-12
이관형	G4-9
이광희	P2-S22-3, P2-G2-2
이규탁	G1-4
이규형	S24-7, P2-S24-10, P2-S24-11
이기강	P1-G7-6, P1-G7-7, P1-G7-8

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
이기성	S31-1, P2-S31-3, P2-S31-1, P2-S31-2, S31-3
이기태	S21-3, G2-10, G2-8
이길근	P2-S24-3, P2-S24-4, P2-S24-2, P2-S24-5, P2-S24-6, P2-S24-1
이대식	S41-6
이도희	P1-S42-3, P1-S42-3
이동건	P2-S22-5
이동석	P2-S22-2
이동원	P2-G1-6, P1-G5-2, P2-G1-5
이동진	G3-17, P1-G3-11
이동헌	P2-S31-2
이동화	G8-1, P2-G8-8, G8-2
이득용	P1-G2-10, P1-G5-20, P2-G2-14, P1-G5-23
이맘아크발	G5-1
이명현	P1-G2-10
이명환	G1-1, G1-2, P1-G1-9
이미경	P2-G2-17
이미소	G4-2
이미재	G6-3, P1-G6-11, P2-S31-9
이민구	P1-G7-2
이민진	P1-S21-5, P1-G2-5
이민호	S81-1
이병우	P1-G5-15, P2-G2-12
이상명	P2-S22-5
이상봉	P2-S43-15
이상수	P2-G2-11
이상우	P2-G1-16, P1-S42-12
이상욱	P2-G1-25, P1-S42-19
이상은	P2-G4-14
이상진	P1-G6-10, P2-G3-14, P2-G3-15
이상한	S12-2
이상헌	P2-G1-5, P2-G1-6
이상훈	P2-G4-5, P1-S42-14, P1-S42-16, P1-S42-17
이석근	P1-G7-2, P1-G2-12, P1-G7-3
이석재	S31-6
이선영	P1-G6-2, G2-1
이선희	G4-6
이성갑	P2-G3-10
이성민	P2-S31-8
이성은	P1-G5-20
이성제	P1-G4-3
이성진	G2-2
이성훈	S31-5
이세욱	P1-S21-8
이세현	P1-G4-13
이세훈	S32-9, S32-1, S32-2, S32-5
이솔아	P2-G2-17
이수연	G2-5, P1-S42-8, P2-S43-9, S32-4, P2-S43-10, P2-S43-13
이수진	G3-6
이순일	S11-6, S11-8, S11-9, S11-10, P2-S11-10
이슬희	G2-3
이승렬	G6-8
이승률	P1-G6-1
이승민	P1-SS2-3
이승엽	P1-S41-2, G5-2, P2-S51-4, S41-1, G5-1, SS2-7
이승용	G7-6, P2-G4-13
이승재	P1-G2-13, P1-G3-8
이승헌	S71-6, G7-4, G7-6
이승호	P2-S32-6, P2-G3-5
이승희	P2-S11-4
이시맥	P2-S43-3
이시원	P1-G2-4
이양수	P1-G6-1
이연승	P2-G8-2
이영진	G6-3, P1-G6-11, P2-S31-9
이영호	P1-G7-5
이용우	P2-G1-2
이우성	P2-G1-7, P1-G1-5, P2-G1-26, P1-G1-1
이우철	P1-G6-3
이우형	G6-1
이 웅	G4-2
이웅걸	G7-3, G7-5
이웅희	S11-12, G1-5
이원규	G4-4
이원웅	P1-G4-10
이원준	G7-6, P2-G9-1
이유진	P1-G2-6
이윤기	SS2-5, P1-SS2-1, P2-S43-3
이윤식	P1-S41-10
이윤주	P2-S32-12
이윤희	S51-7, S51-8
이은실	P2-G1-19, P2-G1-21
이은정	G2-5, P2-G2-10
이장미	G5-6
이재기	S24-1
이재명	P2-S22-10
이재신	P2-S11-9
이재욱	G8-4, G3-2
이재윤	P2-S51-6
이재찬	P2-G8-5, P2-G8-4, P2-G8-6, P2-G8-3
이재형	G4-12, G3-13
이재훈	P1-G7-3, G1-13
이전인	P1-S21-1
이정빈	S51-8, S51-14, P2-S51-2
이정아	P2-G1-8, P2-G1-23, P2-G1-10, P2-G1-25
이정오	P2-S43-7
이정우	S43-1, G1-17, P2-G1-11, P1-G5-3, G4-5
이정한	P2-G2-19
이종국	P1-SS2-1, P1-G5-9, P1-G5-13
이종만	G2-6, G3-11, G3-6
이종섭	P2-G1-5
이종성	SS2-5
이종원	P2-S23-2
이종혁	P2-S43-6
이종호	S21-6, G3-5
이종훈	P1-S42-6
이종흔	P1-S41-11, S32-7, P2-S51-5, S41-4, P1-S41-5, P1-S41-6, P1-S41-7, P1-S41-1
이주송	G4-4
이주현	P1-G1-7
이준봉	P2-G1-16, P1-S42-12
이준성	P2-S43-16
이준형	P2-G1-8, P2-G1-23, P1-G1-10, P2-G1-10, P2-G1-25, P1-S42-19, P1-G1-14
이준호	G6-1, G8-2
이준희	S12-1
이지선	G6-3
이지언	P1-G7-8
이지운	P2-S51-7, P2-S51-6
이지원	P2-G1-8, P2-G1-23, P2-G1-10
이지은	S24-1
이지인	G6-1
이지현	P1-G4-18
이지환	SS2-1, G3-13
이진석	P2-G4-14, P1-G7-9
이진욱	P2-S51-1, S51-5
이진웅	P1-G6-14
이진형	G5-4, P2-G4-13, P1-G5-19
이창규	P1-G4-14, P1-G4-12, P1-G4-13
이창기	P2-S43-15

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
이창헌	P2-S11-9
이창현	P2-G1-24, P1-G1-10, G1-15
이창훈	P2-S24-3
이철순	S41-4, P1-S41-6
이청천	P1-G5-1
이충원	P1-S41-8
이치승	P1-S42-5
이태형	S41-3, P2-G2-17
이한솔	G6-7, P16-G6-8
이한슬	P2-S43-11
이현권	G3-3, P2-S32-4, P2-G3-1, P2-G3-3
이현근	P2-G3-19, P2-S32-3, P2-G3-5, P2-S32-2, P2-S32-6, P2-S32-7, S32-6
이현미	P1-S21-2
이현석	P2-S23-3
이현욱	P2-S23-1
이형규	S11-13
이형우	P1-G2-7, P1-G2-9, P2-G2-16
이형익	S32-8
이형인	P2-G4-1, P2-G4-2
이혜란	P2-G2-14, P1-G2-10
이혜선	P2-S43-11, P2-S43-12
이혜주	P1-G4-16
이호성	P1-S21-2
이호용	G1-6
이호욱	P2-S32-7, P2-G3-5
이호정	G6-10
이호진	P2-G1-16, P1-S42-12
이호창	P2-G1-10
이회성	P2-S43-8
이훈철	S31-7
이희선	P2-G2-13
이희수	P1-S21-9
이희신	P1-G6-2
이희정	S32-9
임건해	P2-G2-18
임겨레	P1-S41-1, S41-4, P1-S41-6
임경원	P2-G1-4, P2-G1-11
임광영	P1-G2-13, P1-G3-8
임규욱	P2-G1-3
임미르	G1-5, S11-12
임병석	S43-3
임연수	P2-G3-11
임영수	P2-S24-3, P2-S24-4, P2-S24-2, P2-S24-5, P2-S24-6, P2-S24-1

성 명	논 문 번 호
임영진	P1-S41-10, G7-4
임영훈	G3-17, P1-G3-11
임재홍	S43-12
임제홍	P2-G2-10
임지호	P2-S11-2, P2-S11-4
임진현	P2-G1-13, P2-G1-14
임태영	G6-3, P1-G6-11
임태원	P2-G1-3
임해나	P2-S11-1
임현태	G6-2, P1-G6-9
임형규	P1-S42-16, P1-S42-14, P1-S42-17
임형미	P2-G2-13
임형봉	P1-G5-16, P1-G5-17
임형태	P2-S23-5, P1-S21-2, P2-S23-11, P1-S21-4, P1-S21-3
임혜린	P1-S41-13, P1-S41-0, P1-S41-0, P1-S42-11
장규민	P2-S22-8
장규범	P1-G6-2
장기환	P2-S23-11
장내형	P2-S11-6
장명철	P1-G5-1
장병국	SS2-1
장석훈	P2-S32-11, P2-S32-10
장수민	P2-S32-1, P2-S32-9, P2-S32-9
장수진	P2-S23-19, P2-S23-20
장영근	P1-G5-22
장우성	G4-4
장은표	P2-G4-11, P2-G4-10
장재훈	S81-3
장정인	S24-1
장정호	P2-S43-11, P2-S43-12, SS2-5, P1-G5-18
장주희	P2-S11-5, P2-S22-4
장준영	G2-1
장지민	P2-G4-6, G4-4, P2-G4-7, P2-G4-4, P2-G4-9
장지수	P1-S41-16, P1-S41-17, S41-8, P1-S41-15, P1-S41-19, P1-S41-18
장진우	P1-G1-13
장한별	G4-2
장현명	G8-2
장혜연	P2-G2-5
장호원	S41-14, S12-4, S41-3, S41-2, P1-S41-4, P1-S41-1, P1-S41-3, P2-G2-17
전대우	G6-3, P1-G6-11

성 명	논 문 번 호
전명표	P2-S43-6, P1-G1-8, P1-S41-12
전병세	P1-SS2-1
전상채	P2-G3-13, P2-G3-20
전상훈	S12-3
전석우	P2-S43-18
전세훈	G7-5, G7-3
전수혁	P2-S31-4, P2-S31-5, P2-S31-6
전재범	P2-S22-5
전창준	P1-G4-19, G1-14
전학범	P2-S31-7
정건영	S41-10
정경채	P1-G2-8
정과정	P2-G1-7
정국채	G1-12
정규남	P2-S23-7
정길진	S31-4
정대용	P2-S11-2, P2-G1-13, P2-G1-14, P2-S11-4
정동혁	G3-9, P2-G3-9, G3-10, P2-G3-8
정두원	P2-S43-7
정병주	P1-S42-14
정봉욱	P2-G8-6
정석환	P1-G4-17
정선호	G2-5, P2-S43-7, P1-S42-8, P2-S43-9, S32-4, P2-S43-10, P2-S43-13, P2-S23-10
정성묵	P2-S43-9, S32-4, P2-S43-10
정성용	P1-S41-1
정성윤	S21-5, P1-S21-7
정성화	P2-S22-7, P2-S22-9
정성훈	P2-S31-6
정수용	P2-S32-12
정양일	P1-G7-5
정연길	S31-2, P2-S31-4, P2-S31-5, P2-S31-6, P1-G4-15, P1-G4-16
정연식	S43-9
정연식	S71-3
정영규	P1-S41-14
정영근	P2-S43-6
정영우	P1-S42-8
정영찬	G6-5
정영훈	G1-14, P1-G4-19
정예슬	P1-G1-13
정용진	P1-S41-18
정우철	P1-G2-3, S21-4, G2-7, G4-3, P1-G2-4, G2-4

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
정욱기	P1-G3-2, P1-G3-7, P1-G5-6, P2-G3-2
정운진	G6-7, P1-G6-6, P1-G6-7, P16-G6-8, G6-9
정원희	P1-S13-2
정재호	P1-S41-11
정재환	G2-9, S24-1, G4-9
정재훈	P1-S42-1, P1-S21-5
정종원	P1-G4-5, P1-G4-1, P1-G4-2, P1-G4-4
정준영	P2-G2-5
정지원	P2-G2-5, P1-S41-15
정창규	P1-G1-11
정철호	P2-G2-1
정태식	P1-G2-13, P1-G3-8
정태주	P2-G4-8
정해철	P1-G3-6
정현묵	P1-S41-1
정현석	P2-S22-5, P2-S22-10
정현아	P2-G2-10
정혜진	P2-G1-15
정홍채	P1-G6-3
제재용	P1-G4-4, P1-G4-5
조경훈	P2-G1-1, P2-G1-2, SS2-3
조계홍	P1-G7-11
조광연	P2-S32-11, P2-S32-10
조근호	P1-G4-15, P1-G4-16
조남희	P2-S11-6
조덕기	P1-G2-16
조동휘	P2-S43-18
조명연	P1-G5-2, P2-S11-11, P2-G1-5, P2-G1-6
조민경	P1-S42-8
조선복	P1-G5-18, P2-S43-11, P2-S43-12
조선욱	P1-G4-11
조성욱	P2-S43-5
조성현	P1-G2-7, P1-G2-9, P2-G2-16
조소라	G1-3
조신호	P2-G4-15, P1-G4-10, P1-G4-8, P1-G4-9, P1-SS2-3, P1-SS2-4
조아영	P1-S42-12, P2-G1-16
조영무	S41-4
조예진	P2-S43-7, P1-S42-8
조용광	P1-G2-7, P1-G2-9, P2-G2-16
조용수	P1-S42-6, P1-S42-5, G1-7, P1-G1-13, P1-G1-12, P2-G2-20, P1-G6-13
조용현	P2-G3-10
조우석	S51-5, P1-G4-18, P2-S51-5, P2-G9-1
조우진	P1-G3-1
조 욱	P1-G1-7, P2-G1-17, P2-G1-9
조유리	G1-8, G1-3
조인환	P2-S51-2
조장호	P1-S42-5
조재현	P2-G1-17, P2-G1-9
조정호	G1-14, P1-G4-19
조준영	P2-S24-8
조준현	P1-S42-3
조중상	S23-3
조중욱	G6-5
조중욱*	G6-4
조진상	P1-G7-11
조 현	P1-G4-14
조현승	P2-S11-8
조현우	P1-G1-3
조현준	P2-S24-9
조현호	P1-G5-21
조형균	P2-S24-4, P2-S24-2
조희진	P1-S41-19, P1-S41-18
조희훈	P1-G5-11
주린린	G3-1, G3-2
주병권	P1-S41-12
주보배	P2-S23-8
주영준	P2-S32-10, P2-S32-11
주영창	G1-16
주원효	G1-16
주재환	P1-S42-3
주현재	G1-6
지상수	G4-10
지상현	G1-7
지상훈	S21-4
지수근	P2-S22-1
지은지	G4-7
지호일	G3-5
진승현	P2-S24-4
진연호	G4-3
진영호	S43-13
진우찬	P2-S24-8
진항교	S32-4
차재민	P1-G5-3, G1-17
차지현	G3-15
채동호	G3-15
채수동	G4-4, P2-G4-7, P2-G4-6, P2-G4-4, P2-G4-9
채수진	P2-G1-18
채창주	P2-S23-10
천기범	P1-G2-17
천채일	S11-13
최경곤	P1-S42-1
최경순	S41-3
최경환	P2-G4-9, G4-4, P2-G4-7, P2-G4-6, P2-G4-4
최광일	G2-2
최 균	P2-S31-8, S32-10, S32-7
최근수	P2-G4-13
최다현	P1-G6-2
최두현	G3-4
최명식	S41-13, P1-S41-9
최문관	P1-G7-11
최문근	P2-S32-12
최민석	S81-4, P2-G1-3
최병권	P1-G7-5
최병준	P1-S13-1, P1-S13-2
최선아	P2-S31-7
최선진	P1-S41-15
최성렬	P2-S23-6
최성철	P1-G5-5, P1-G6-5, P2-G3-17, G3-15, G3-16
최소담	P2-S31-2, S31-1
최순목	S24-6
최시영	P2-G1-3
최연빈	P1-G2-19
최영민	G2-5, P2-S43-7, P1-S42-8, P2-S43-9, S32-4, P2-S43-10, P2-S43-13, P2-S23-10
최용규	G6-7, G6-1
최용호	G1-14, P1-G4-19
최우혁	P2-G3-11
최웅희	P2-S23-10
최원열	P1-G4-12, P1-G4-13, P1-G4-14
최윤석	P1-G2-3, G2-7
최은경	P2-G9-1
최익준	P1-S42-14
최재영	G4-4, P2-G4-7, P2-G4-6, P2-G4-4, P2-G4-9, P1-S42-14, P1-S42-16, P2-G4-5, P1-S42-17, P2-G4-17
최재우	P2-G4-13
최재원	P1-S42-7
최재형	G2-3
최정식	P1-G1-10
최정훈	S51-5
최종진	P1-G3-9, G3-12, P2-G1-1, S24-3, G1-18, S31-8, SS2-3, G1-10

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
최주현	P1-G6-4, G6-1, P1-G6-12
최준환	SS2-3
최지원	S11-3, P2-S11-1, P2-S11-3, P2-S11-5, P2-S23-3
최지훈	P2-S43-13
최진식	P2-S24-3
최진이	P1-S21-8
최진주	G4-3
최창식	P2-S43-14
최택집	P2-G1-16, P1-S42-12
최한신	S51-2, S51-2
최한울	P2-S23-5, P2-S23-11
최해인	G1-1, P1-G1-9
최현락	S21-6, G3-5
최현빈	P1-G7-1
최현희	P1-G4-16, P1-G4-15
최형종	S21-6
최홍제	P1-G1-12, P2-G2-20, P1-G6-13
최희채	G8-3
추성실	P2-S24-9
추수호	P1-S42-11
추슬기	P1-G2-2, P1-G2-1
클라우스 반벤템	P1-SS2-5
탁장렬	P2-S24-4, P2-S24-2
하순종	P1-SS2-2
하장훈	G3-11, G3-6, G2-6
한가람	P1-G6-6, P1-G6-7, G6-9
한권덕	S21-6, G3-5
한규성	P2-S51-1, P1-G4-18
한규철	P1-S42-10
한병동	S31-8, P1-G3-9, G3-12, P2-G1-1, S24-3, G1-18, SS2-3, G1-10
한설희	P2-S43-13
한성진	S32-3
한승호	G1-3, G1-8, G1-9, S11-13
한영환	SS2-9, SS2-10, SS2-1
한윤수	P2-S31-8
한장원	P2-S32-2, S32-6
한정환	P1-S13-2
한조아	P2-G2-18
한진순	G3-16
한진주	P1-G1-6
한진희	P1-S42-9
한찬수	P1-G6-13, P2-G2-20
한형수	P2-S11-9
함문호	G4-10, G4-2
함영진	P2-S43-18
함지영	P2-G4-15

성 명	논 문 번 호
허기석	P1-G3-10, P1-G4-6, P1-G4-7, P2-S43-4
허성은	P1-G2-16
허소연	P2-G4-14
허영우	P2-G1-8, P2-G1-23, P2-G1-10, P2-G1-25, P1-S42-19, P1-G1-14
허용혁	P1-G1-14
허은석	P2-G3-2
허재욱	G3-15
허 종	G6-6, G6-8, G6-10, P1-G6-6
허준석	G4-4
허지안	P1-G5-14
허현서	P1-G2-10
현가예	P2-S43-18
현동열	P1-G1-11
현승균	G6-3, P2-S43-14
홍구택	S41-3
홍동민	S32-3
홍성민	P2-S32-5, S32-1
홍성인	P1-S42-10
홍성현	P2-S23-4, P2-G2-1, P2-S23-9, P2-G3-7, P2-S23-2
홍승표	S41-3
홍연우	G1-14, P1-G4-19
홍영기	P1-G4-17, P1-S42-10
홍우태	P1-G4-1, P1-G4-5
홍인화	P2-S22-4
홍일곡	P1-G5-15, P2-G2-12
홍정후	P2-S23-14
홍창국	P2-G4-14
홍창효	P1-G1-7, P2-G1-9
홍현욱	G5-6
황건태	G1-18, P2-G1-11, S24-3, SS2-3, G1-10, S11-11
황광택	P2-S51-1, P1-G4-18
황국진	P1-S21-9
황규홍	P1-SS2-1, SS2-5
황기하	G3-17
황성주	G5-6
황유진	P2-S43-9, P2-S43-10
황의경	P2-S24-5
황이택	G5-5
황재열	P2-S24-10
황종하	G2-10
황종희	P1-G6-9
황지순	P1-G7-4
황진아	P1-S41-12
황진욱	P1-S42-18

성 명	논 문 번 호
황진하	P1-S21-10
황창훈	P1-SS2-5
황해진	P1-S21-5, P2-G2-10, P1-G2-5, P1-G4-18, P1-G5-18

발표자 리스트

성 명	논 문 번 호
Akhtar Jahan Siddiqa	G4-4, P2-G4-7, P2-G4-9
AKRAM FAZLI	S11-7, S11-8, S11-10
Alana F. Ogata	S41-8
Alfian Noviyanto	SS2-10
ALI HUSSAIN	S11-8, S11-7
Altaf Ur Rahman	S24-9
Amirhossein Hasani	P1-S41-4
Amit Siddharth Sharma	G3-8, G3-10, G3-14, G3-9, P2-G3-6, P2-G3-8, P2-G3-9
Andrew C. Kummel	S42-4
Arifin Septiadi	G3-10
Arunava Gupta	P1-S41-5
Ashok Ugale	P2-G4-17
Attaur Rahman	SS2-3
Bukhari Syed Zaighum Abbas	G3-6
Byung-Koog Jang	S31-3
Byung-Koog Jang	SS2-10
Chan Park	P2-S24-7
CHEN ZHILEI	P2-G3-15
Chi Linlin	P2-G4-4
Chilinlin	P2-G4-17
Deepam Maurya	S11-5
Dong-Geun Shin	SS2-10
Fei Chen	SS2-9
Francis Malar Auxilia	G4-10
Gaurav Jha	S41-8
Gu Jian	S32-9
Gul Rahman	S24-9
Gun Hwan Kim	S13-3
H, 마지디	P1–SS2–5
Han-Bo-Ram Lee	S13-6
Haribabu Palneedi	S11-11, P2-G1-11, G1-18, P2-G1-17
Heyon-Myong Lee	SS2-10
Hua-Yao Li	P1-S41-6
IPPILI SWATHI	S43-6
Jamil	S24-9, S24-8
Ji Hwoan Lee	SS2-10
Jianwu Shi	G4-9
Jin Joo Ryu	S13-3
Jing Zhang	P2-S31-6
Jun-Ge Liang	P2-S11-11
Jun-Young Cho	P2-S24-7
Kati	G2-3
Kenji Shinozaki	G6-7
Kiran Shinde	G1-12
Kyu Hyoung Lee	S24-9
Laura B Cook	S51-6
LE GIA PHAN	P2-S11-7
Lianmeng Zhang	SS2-9

성 명	논 문 번 호
Linlin Chi	G4-4, P2-G4-7, P2-G4-6, P2-G4-9
Liu Na	P1-S42-11
Lyu Guanlin	P2-S31-6, P2-S31-5
Mahesh Peddigari	P2-G1-11
MALIK RIZWAN AHMED	S11-10, S11-8, S11-7
Manik Eknath Bhosale	P2-G4-6, P2-G4-4
Md Shahjahan kabir	P1-G5-11
MERTAMANI RIESSA NANDA	G5-7
Muhammad Habib	G1-1
Muneaki Kurimoto	S51-1
Myong Ho Kim	S24-9
Myong-Ho Kim	S11-7
Nasir Tuqeer	P1-S42-17, P1-S42-14, P1-S42-16
Nguyen Minh Dat	P2-G2-6
Nguyen Van Du	S24-8, S24-9, S24-8
Nguyen Van Quyet	S32-1
Nikolai	S21-4
Parag Banerjee	P1-S42-7
PARMAR NARENDRA SINGH	P2-S23-3
Pipit	G3-10, P2-G3-8, G3-9, G3-8, P2-G3-9
Pratim Biswas	P1-S42-7
Qiang Shen	SS2-9
Rahman MD Mokhlesur	P2-G8-5
Rajaram Mane	S43-14
Ramesh Raliya	P1-S42-7
Reginald M. Penner	S41-8
Rita Galvez	P2-S24-8
Rosario Gerhardt	S43-13
SALMAN ALI KHAN	S11-7
Saqib Muhammad	P1-S21-1
Seongwon Kim	S31-3
Shahjahan	P2-G2-9
Shaopeng Qiao	S41-8
Shashank Priya	S11-5
SIYAR MUHAMMAD	P2-S24-7, P2-S24-8
Soonil Lee	S11-7, S24-9, S24-8
Soshu Kirihara	S51-9
Tae-Kwon Song	S11-7
Tobin J. Marks	S42-5
Toshiyuki Nishimura	SS2-10
Venkatraju Jella	S43-11
Vivian T. Chen	S41-8
Wahid Muhamad FR	G3-14, P2-G3-6
Weichen Hong	SS2-9
Weon Ho Shin	S24-9
Won-Jeong Kim	S11-7
Won-Seon Seo	S24-9
Woo Hyun Nam	S24-9
Xiangyu Lu	SS2-9
Yoonjoo Lee	SS2-10

좌장 리스트

좌장 리스트

좌 장	소 속	RM	날 짜	시 간
권도균	항공대	602	04월 13일	08:30–11:15
권용우	홍익대	606	04월 13일	09:00–11:05
김대종	KAERI	700B	04월 13일	10:15–11:05
김동완	고려대	605	04월 13일	09:30–11:30
김선국	성균관대	606	04월 12일	13:30–16:00
김일호	교통대	605	04월 12일	13:30–14:50
김종우	KIMS	602	04월 13일	14:30–16:30
김준섭	KIMS	700B	04월 13일	16:00–16:40
김진영	서울대	600B	04월 12일	10:15–11:15
		604	04월 13일	09:10–11:15
김현우	한양대	700A	04월 12일	10:15–11:30
노준홍	고려대	600B	04월 12일	08:30–10:00
		604	04월 13일	09:10–11:15
류정호	영남대	600A	04월 12일	08:30–09:45
		600B	04월 13일	09:55–11:15
박상환	KIST	607	04월 12일	10:00–11:15
성영훈	KIER	700B	04월 13일	14:30–15:40
송현철	KIST	600A	04월 12일	10:00–11:15
신원호	KICET	605	04월 12일	15:00–16:30
오민욱	한밭대	605	04월 12일	08:30–11:30
오윤석	KICET	700A	04월 13일	08:30–10:00
윤범진	KETI	600A	04월 13일	14:30–16:45
윤희숙	KIMS	600A	04월 13일	08:30–11:20
이관형	연세대	604	04월 12일	08:42–09:54
이기태	전북대	600A	04월 12일	13:30–16:30
이성훈	KIMS	700A	04월 13일	10:30–11:15
이세훈	KIMS	700B	04월 13일	08:30–09:50

좌장 리스트

좌 장	소 속	RM	날 짜	시 간
이순일	창원대	605	04월 12일	15:00–16:30
		602	04월 13일	14:30–16:30
이승용	KIST	604	04월 12일	10:05–11:30
이승용	KIST	607	04월 13일	09:00–10:30
이승헌	군산대	700B	04월 12일	09:45–11:30
			04월 12일	13:30–15:00
이연승	한밭대	600B	04월 12일	14:00–16:00
이윤기	경상대	607	04월 12일	15:40–17:00
이정우	부산대	600B	04월 13일	08:30–09:50
이종흔	고려대	700A	04월 12일	09:00–10:00
			04월 12일	15:15–16:30
이진형	KICET	602	04월 12일	09:00–11:10
임재홍	KIMS	600B	04월 13일	14:30–16:30
장호원	서울대	700A	04월 12일	13:30–15:00
정대용	인하대	602	04월 12일	13:30–15:00
정연식	KAIST	600B	04월 13일	14:30–16:30
조욱	UNIST	602	04월 12일	15:15–16:45
최용규	항공대	603	04월 12일	08:30–11:15
최현국	성신양회	700B	04월 12일	15:10–16:40
한병동	KIMS	607	04월 12일	08:30–09:45
		700A	04월 13일	14:30–15:45
한영환	Wuhan University of Technology	607	04월 12일	11:30–15:40
한정환	서울과기대	604	04월 12일	15:00–16:15
함문호	GIST	603	04월 12일	13:30–16:45
허재영	전남대	604	04월 12일	13:30–14:45
황이택	KICET	602	04월 12일	10:20–11:30

전시업체 리스트

㈜한테크					
대표자명	김 훈	연락처	031-479-1989	E-mail	hantech2k@naver.com
주요품목	전기로, 공자전 교반탈포기(페이스트 믹서), 음향공명진동 믹서, 볼밀			Homepage	http://hantech98.com/

㈜일루미네이드					
대표자명	유현승	연락처	070-8666-4691	E-mail	illuminaid14@gmail.com
주요품목	세라믹 3D 프린터			Homepage	https://www.illuminaid.com/

(주)썸텍비젼					
대표자명	장병철	연락처	02-576-7440	E-mail	romatoga@hanmail.net
주요품목	산업용 비디오 현미경 시스템			Homepage	http://www.istvision.co.kr/

워터스코리아(TA Instruments Korea)					
대표자명	마이클코넬리우스 헤링턴	연락처	02-3415-1500	E-mail	hblee@tainstruments.com
주요품목	열분석기, 열전도율 측정기			Homepage	http://www.tainstruments.com/

린테크					
대표자명	송민창	연락처	010-3099-3931	E-mail	swan0310@naver.com
주요품목	튜브 전기로, 튜브 홀더(실링 장치)			Homepage	https://blog.naver.com/swan0310

네취코리아㈜					
대표자명	민성환	연락처	031-931-2300	E-mail	boram.lim@netzsch.com
주요품목	독일 네취사의 DSC, TGA, TMA, DIL, DMA등 열분석 장비			Homepage	https://www.netzsch.com/

전시업체 리스트

영진코퍼레이션					
대표자명	이형열	연락처	031-457-9187	E-mail	info@yjcorp.co.kr
주요품목	전기로(회화로), 일반 실험 장비			Homepage	http://www.yjcorp.co.kr/

(재)하이브리드 인터페이스 기반 미래소재연구단					
대표자명	김광호	연락처	051-510-392	E-mail	510703@gfhim.re.kr
주요품목	극미세 표유 자기장 에너지 하베스팅용 자기-전기 복합체 기술			Homepage	http://gfhim.re.kr/

한국세라믹기술원 분석인증센터					
대표자명	강석중	연락처	055-792-2765	E-mail	dhkim1208@kicet.re.kr
주요품목	시험분석 브로셔, 홍보물 등			Homepage	http://www.kicet.re.kr/

부산대학교 산학협력단(기술사업부)					
대표자명	윤석영	연락처	051-510-2745	E-mail	mskim8339@pusan.ac.kr
주요품목	산단 및 지주 소개, 세라믹 기술			Homepage	http://tmc.pusan.ac.kr/

부산대학교 산학협력단(창업지원부)					
대표자명	윤석영	연락처	051-510-1357	E-mail	jun7gsl@pusan.ac.kr
주요품목	부산대학교 BI기업 핵심기술 및 제품소개, 창업지원단 소개			Homepage	http://tmc.pusan.ac.kr/

㈜고순도코리아					
대표자명	최덕락	연락처	031-8069-7677	E-mail	korea@kojundo.com
주요품목	세라믹분말, 금속분말, 증착재료, 코팅액, 스퍼터타겟, EB재료			Homepage	http://kojundo.com/

㈜퓨전텍					
대표자명	송영옥	연락처	031-706-3642	E-mail	info@f-t.co.kr
주요품목	분쇄기, 분체기			Homepage	http://www.f-t.co.kr/

㈜바이오세텍					
대표자명	윤성희	연락처	02-704-2876	E-mail	lover8333@gmail.com
주요품목	교정용 브라켓, 교정용 미니임플란트, 교정용 치약			Homepage	http://www.biocetec.com/

한국세라믹기술원 창업보육센터					
대표자명	강석중	연락처	055-792-2767	E-mail	changbo@kicet.re.kr
주요품목	세라믹 제품, 세라믹 코팅제			Homepage	http://www.kicet.re.kr/

㈜넥스트 이엔에스					
대표자명	김형민	연락처	070-8796-3000	E-mail	mkyang@nens.co.kr
주요품목	세라믹 입자 시뮬레이션 소프트웨어			Homepage	http://nens.co.kr/

(재)울산테크노파크					
대표자명	차동형	연락처	010-6777-2321	E-mail	dltjdtls29@utp.or.kr
주요품목	나노융합소재가공기술센터 홍보 자료			Homepage	http://www.utp.or.kr/

태명과학㈜					
대표자명	태원표	연락처	031-458-0025	E-mail	taemeong@chol.com
주요품목	유성형 볼밀, 체진동기			Homepage	http://taemeong.bizdaara.com/

전시업체 리스트

㈜진우테크					
대표자명	정태승	연락처	031-777-1277	E-mail	allied3@chinwoo.co.kr
주요품목	다이아몬드 와이어 쏘, 오토폴리셔			Homepage	http://www.chinwoo.co.kr/

㈜대호아이앤티					
대표자명	김한준	연락처	055-715-2233	E-mail	kimstyle8144@daehoint.co.kr
주요품목	마미콜, 나노신소재			Homepage	http://daehoint.co.kr/

재료연구소					
대표자명	이정환	연락처	055-280-3792	E-mail	jjh21@kims.re.kr
주요품목	재료연구소 세라믹 연구성과			Homepage	http://www.kims.re.kr/

2018 한국세라믹학회 추계학술대회 및 총회 국제 세라믹 산업전

2018년 11월 14일(수)~16일(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

2018년 한국세라믹학회 추계학술대회

심포지엄 개최 신청서

한국세라믹학회 추계학술대회가 2018년 11월 14~16일 3일간 서울 COEX에서 개최됩니다.

이번 학술대회에 심포지엄을 개최하고자 하시는 회원과 각 부회 및 세라믹관련 연구그룹, 사업단의 많은 참여를 바라며, 본 개최신청서를 작성하신 후 6월 29일(금요일)까지 학회 이메일로 송부해 주시기 바랍니다. 비회원님들의 신청도 환영합니다.

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

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
- **진명상:** 한국세라믹학회 회원으로 지난 5년간 세라믹계의 연구개발 및 생산 분야에서 종사한 자로서, 세라믹관계 연구 논문 및 특허 또는 탁월한 산업화 기술창출이 세라믹 발전에 지대한 공헌을 하였다고 인정되는 여성 세라미스트
- **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
- **성옥상:** 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
- **차세대여성세라미스트 논문상:** 한국세라믹학회지에 40세 미만 또는 최고학위 (석사 또는 박사) 졸업 후 6년 미만의 주저자인 논문 중에서 "차세대여성세라미스트 우수논문"을 발탁하여 시상
- **학술기여상:** 학술지 발전에 공헌하여 편집위원회의 추천을 받은 회원에게 시상 (금상, 은상, 동상)
- **PACRIM 세라미스트상:** 세라믹 분야에서 우수한 연구 성과를 이룬 학부 및 대학원생에게 해외학술대회 발표의 기회를 부여함

2018 Spring Meeting of
The Korean Ceramic Society

THE KOREAN CERAMIC SOCIETY

한국세라믹학회