The Korean Society of Clean Technology

2016

한국청정기술학회

추계 학술발표회 초록집

2016년 한국청정기술학회 추계학술발표회 초록집 2016·9·28-30 한국청정기술학회

(사)한국청정기술학회

www.cleantechnol.or.kr

학회사무국: (31056) 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89 한국생산기술연구원 연구동 445호
학회업무 총괄: 041-589-8438, fax) 041-589-8340 cleantech@kitech.re.kr
학술지업무(청정기술편집실): 055-772-1780 cleantech@gnu.ac.kr

www.ust.ac.kr

과학의 미래를 완성하다!

21세기 과학의 새로운 역사를 만드는 USTian

UST는 단순 지식전달형의 수동적 교육이 아닌 현장연구 중심의 **자기주도적 교육을 통한 창의 인재**를 양성합니다.

혁신적 아이디어로 세상을 바꾼 위대한 과학자들처럼
뛰어난 상상력으로 대한민국 과학의 미래를 완성할 USTian을 기다립니다.

한국의 국가연구소대학
UST 과학기술연합대학원대학교
UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY

전라북도 선도기업 | **탄소 · 융복합소재부품산업**

(주)아이에스피 |

환경과 품질에 대한 고객의 니즈를 해결하기 위한 솔루션을 제공하는 국내 유일의 XRF 전문기업

기업정보 및 소개

선도기업지정년도	2013~2017
지역산업	융·복합소재산업(RFT)
위치	전북 전주시 덕진구 팔과정로20 아파트형공장 303-1호
Tel	063-263-8444
Fax	063-263-8445
홈페이지	www.ispxrf.com
설립일	2004. 04. 08
사업영역	엑스선 형광분석기

기업연혁

2004.04	(주)아이에스피 설립
2005.11	X-선을 이용한 산업폐기물 중금속 검출장치 개발
2006.12	ED-XRF prototype 개발
2007.04	X-선 형광분석기(특허 제10-0862332호)
2008.05	본사이전 - 전북테크노파크
2008. 2	중국, 인도네시아 대리점 계약
2009.07	싱가폴, 말레이지아 대리점 계약
2009. 8	X-Ray 도금두께 측정기 상품화
2010.02	형광분석장비 CE 인증서 획득
2010. 2	벤처기업 등록
2010. 6	MCA(Multi-Channel Analyzer)국산화
2011. 6	INNO-BIZ 선정
2011.11	MAIN-BIZ 확인
2012.01	형광엑스선을 이용한 비접촉식 두께측정장치 (특허 제 10-1109050호)
2014.05	에너지분산형 형광분석기의 프레임 누적스캔 방법 (특허 제 10-13995905호)

2004년 설립된 형광분석기기 제조전문기업인 (주)아이에스피는 세계적 환경 규제에 따른 유해물질 사용제한 법규인 RoHS I, II 대응을 위한 XRF장비를 개발, 제조, 판매, 사후 서비스 하는 국내 최고의 회사입니다.

X-ray 형광 분석 기술을 바탕으로 X-ray 도금 두께 측정기를 개발, 공급하여 표면처리 분야의 공장관리의 효율성을 높이고 환경과 품질에 대한 고객의 니즈를 해결하기 위한 솔루션을 제공하는 국내 유일의 XRF 전문기업입니다.

고객이 만족하고 인정하는 Solution Provider 로 거듭 발전하는 (주)아이에스피가 되겠습니다.

제품소개

| iEDX-100A(유해물질분석기) |
- RoHS / WEE / ELV 적부성 검사
- Halogen Free 적부성 검사
- 용액 분석

| iEDX-150uT (도금두께측정기) |
- SDD(Silicon-Drift Detector) : 고분해능 검출기 가능
- Poly Capillary Optics
- ENEPIG, Pd-Ni, Rh 등 특수도금 두께측정
- 자동차부품, PCB, 콘넥터 등 도금분석
- 단층, 복층, 합금 도금분석

| Reel to Reel 인라인 도금두께 측정기 |
- SDD(Silicon-Drift Detector) : 고분해능 검출기 가능
- P.C(Proportional Counter)
- Poly Capillary Optics
- ENEPIG, Pd-Ni, Rh 등 특수도금 두께측정
- 자동차부품, PCB, 콘넥터 등 도금분석
- 단층, 복층, 합금 도금분석

연소 후 습식아민 CO_2 포집기술

기술개요

화력발전소에서 전력 생산 후 배출되는 연소 배가스에 포함된 CO_2를 아민계열 흡수제를 사용하여 선택적으로 포집하는 기술

개발경과

-2010.11 ~ 2014.09 : 10MW급 연소 후 습식아민 CO_2 포집기술 개발
-2015.10 ~ 2017.09(진행중) : 10MW급 연소 후 습식아민 CO_2 포집기술 상용 패키지 개발

개발목표

세계 최고수준
연소후 CO_2 포집기술 상용패키지 개발

한국전력공사 전력연구원

KSCT 한국청정기술학회
The Korean Society of Clean Technology

2016년 한국청정기술학회 추계 학술발표회 초록집

일 시 : 2016년 9월 28일(수) - 30일(금)

장 소 : 호텔르윈

주 최 : 한국청정기술학회

후 원 : 과학기술연합대학원대학교,
국가청정생산지원센터,
㈜아이에스피,
한국전력공사 전력연구원,
한국바이오연료포럼

한국청정기술학회
The Korean Society of Clean Technology

국가의 미래를 위해 나아갈 길, 청정기술

(사)한국청정기술학회

문 서 번 호 청정기술 2016-45 (2016.07.28)

수 신 각 기관장

제 목 한국청정기술학회 회원출장 의뢰

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 한국청정기술학회 2016년도 가을 총회 및 학술대회를 아래와 같이 개최하오니 본 학회 회원들이 많이 참가할 수 있도록 협조해 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

기 간: 2016년 9월 28일(수) ~ 30일(금)

장 소: 호텔르윈 (전라북도 전주시)

등 록 비: 사전등록 정회원A(연회비납부) 90,000원, 정회원B 130,000원

학생회원A 60,000원, 학생회원B 80,000원

현장등록 정회원A 110,000원, 정회원B 150,000원

학생회원A 80,000원, 학생회원B 100,000원

사전등록: 9월 9일(금)까지. 끝.

(사)한국청정기술학회장

(31056) 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89 한국생산기술연구원 연구동 445호
전화 041-589-8438 / 팩스 041-589-8340 / cleantech@kitech.re.kr / cleantechnol.or.kr

회장 김 상 용

한국청정기술학회 회원 여러분께,

20년 전 즈음 국내에 소개된 청정생산기술(Cleaner Production Technology)은 초기의 개념인 제조 과정에서의 부산물 발생 최소화와 발생 부산물의 재이용에 초점을 두고 부합하는 최적 기술(BAT)의 제조 활동 적용을 위한 실천이 근간을 이루어 왔습니다. 이러한 전주기적(Life Cycle) 자원에너지 효율성과 연계한 제조방식의 추가적인 고려는 국가 차원의 관련 제도와 기술개발 지원에 힘입어 양적, 질적 생산을 넘어선 산업의 지속성장이란 개념의 구현에 상당한 효과를 발휘하고 있습니다.

하지만 전통적 국내 산업생산 방식의 청정화는 비교적 가시적으로 적용 가능한 대상에 대한 당시의 확보가능한 국내 기술의 제한적 도입에 머무르고 있습니다. 더불어 가중되는 개발도상국의 제조기술 경쟁력 증가와 국제 기후변화대응 요구는 더욱 근본적인 탈물질 탈이산화탄소 탈석유 중심의 영향효과가 크고 지속가능한 제조혁신에 대한 변화를 제시하고 있습니다.

이에 대한 해법으로 우리는 이제 단순히 특정 물질이나 에너지의 이용 효율 항상이란 초기의 제한적 효과의 실천을 넘어 구체적이고 총체적 관점에서 혁신을 유도할 청정기술의 개발과 체계적인 도입을 제시할 시점입니다. 현재의 석유계원료에 더불어 재생가능한 바이오매스원료를 추가하고 각 제조 단위마다 순환적 자원이용 효율의 극대화를 지속할 수 있는 산업생태학적(Industrial Ecology) 최적의 시스템을 설계하는 것입니다.

청정기술은 시대적 환경변화에 항상 연동되어 대응하고자 진화하는 혁신적 속성과 산업활동의 지속성의미를 전제하고 있기에 최근 글로벌 이슈인 탄소순환경제, 바이오IT융합, 바이오매스경제, 지구물재생에너지공급 등에서 밀접한 공통 관점과 새로운 역할을 전제하고 있습니다. 청정기술학회는 이미 이러한 청정기술의 구체적이고 잠재적인 역할에 부응하기 위해 청정촉매, 청정석탄, 바이오연료 및 신재생에너지, 바이오화학소재, 유무기신소재, 청정세정, 희소금속회수재이용, 청정표면처리 등의 국내외 산업적 현안을 다루고 반영하였습니다.

금년 청정기술학회 추계학술대회에서는 사전오염저감이란 청정기술의 상위 개념이 탄소 중심 자원의 전주기적 이용 극대화 및 전주기적 순환, 재생가능자원의 도입, 저탄소형 제품 및 에너지 생산이란 혁신적 신개념으로 해석되어 산학연의 다양한 전문가의 발표와 교류를 통해 청정기술의 현재와 미래를 예측하며 대비하는 계기를 마련하는 장으로서 역할이 기대됩니다.

추계 학술대회에서는 특히 근래 글로벌 녹색친환경제품으로 주목받는 바이오플라스틱의 국내 선도 대기업 중심의 대응현황에 대한 기조강연, 연합대학원대학(UST)의 녹색기술심포지엄과 산업부 신재생에너지 바이오분야 기술개발사업 수행과제의 공개발표 특별세션이 포함되어 있어 더욱 다양화된 청정기술의 최근 이슈를 접할 수 있는 기회가 제공됨으로서 참가자 간의 새로운 정보, 이해, 경험의 교류가 활발이 이루어지길 기대합니다.

감사합니다.

2016. 9. 28.
제 14대 한국청정기술학회 회장
김 상 용 올림

가을 총회 및 학술발표회 일정표

9월 28일 (수)	피카소	기린
13:00 – 15:00	등록	포스터 게시
15:00 – 16:00	**초청 강연** 인하공업전문대학 진인주 총장 (한국바이오플라스틱협회 회장)	**포스터세션 I** Organizer: 김주형
16:00 – 17:30	편집위원 워크숍	
18:00 – 20:00	이사회 (외부)	포스터 철수

9월 29일 (목)	피카소	기린I	기린II	기린III
08:30 – 09:30	등록			포스터 게시
09:30 – 12:00	일반세션 **청정융합** Organizer: 전병훈, 김중래	일반세션 **청정석탄** Organizer: 김수현	특별세션 **UST** **녹색기술심포지엄** Organizer: 김상용	**포스터세션 II** Organizer: 김주형
12:00 – 13:30	점심			포스터 철수
13:30 – 15:15	일반세션 **바이오연료 및 소재** Organizer: 임한권	일반세션 **산업세정** Organizer: 이재영	특별세션 **산업부 신재생에너지기술 개발사업 바이오분야 수행과제 공개 발표** Organizer: 김재곤	일반세션 **오염저감** Organizer: 조용준
15:15 – 17:00				일반세션 **청정신소재** Organizer: 홍성제
17:00 – 17:30	총회[1] 및 경품추첨, 시상식[2]			

(1) 총회는 피카소홀에서 진행
(2) 우수 포스터발표(학생) 시상

9월 30일 (금)		기린II	기린III
08:30 – 09:30	등록		
09:30 – 12:00		특별세션 **탄소광물화 적정기술** Organizer: 안지환	일반세션 **청정일반** Organizer: 홍성제

학회장 안내

B1

등록데스크 안내

피카소홀 앞(28,29일)
기린홀 앞(30일)

1F

호텔르윈 오시는 길

차량으로 호텔르윈 이동

동전주IC교차로에서 '익산, 전주' 방면으로 좌측방향 이동 후 전진로, 동부대로, 아중로, 기린대로를 따라서 14분 이동

대중교통으로 호텔르윈 이동

전주고속버스터미널에서 752번 또는 전주역에서 511, 513, 515, 522, 535, 541, 543, 551번 승차 후, '기린대로 병무청 정류장'까지 이동(버스정류장 6~10개, 약 13~30분) 이후 도보로 호텔르윈까지 7분 이동

초청강연

■ 일시 **2016년 9월 28일(수), 15:00 ~ 16:00**

■ 장소 **호텔르윈 피카소**

■ Organizer 김상용 (한국생산기술연구원)

■ 프로그램

진행: 이도훈 (한국생산기술연구원)

15:00 (10') **개회사**
김상용 회장 (한국생산기술연구원)

15:10 (50') **국내 바이오플라스틱 산업의 현황**
진인주 회장 (한국바이오플라스틱협회)

■ 연사소개

2008.01~현재	**한국바이오플라스틱협회 회장**
2013.03~현재	**인하공업전문대학 총장**
2012.11~현재	인도네시아 비누스 대학 국제자문위원
2010.08~현재	인천 엔지니어클럽 부회장, 고문
2004.10~현재	중국 사천대학교 화학과 객원교수
2003.10~현재	인천과총 부회장
기타 경력	인하대학교 고분자공학과 교수 인하대학교 부총장 미국 IBM Almaden 연구소 방문교수 미국 Univ. of Massachusetts, Amherst 방문교수 한국생문해성플라스틱협의회 회장 한국고분자학회 부회장
1972.03~1976.02	서울대학교 화학공학과 (공학사)
1976.03~1978.02	한국과학원 화학공학과 (공학석사)
1979.09~1983.05	미국 MIT 재료공학과 (공학박사-고분자재료)

일반세션
청정융합

■ 일시	**2016년 9월 29일(목), 09:30 ~ 12:10**
■ 장소	**호텔르윈 피카소**
■ Organizer	전병훈 교수 (한양대학교), 김중래 교수 (부산대학교)
■ 프로그램	

좌장: Rahul Kumar (Hanyang University)

09:30 (25') Keynote	**(CT-01) Removal of Pharmaceutical and Endocrine-Disruptive Compounds by use of Phenyl-Functionalized Magnetic Palm-Based Powdered Activated Carbon** Min Jang (Kwangwoon University)
09:55 (15') 학생	**(CT-02) Improving bioavailability of fruit wastes using organic acid: An exploratory study of biomass pretreatment for fermentation** Shouvik Saha, Hoo Kim, Byong-Hun Jeon (Hanyang University)
10:10 (15') 학생	**(CT-03) Bioelectrochemical system based regulation of 3-hydroxypropionic acid production using recombinant Klebsiella pneumoniae L17** Changman Kim[1], Mi Yeon Kim[1], Byong-Hun Jeon[2], Jung Rae Kim[1] ([1]Pusan National University, [2]Hanyang University)
10:25 (15') 학생	**(CT-04) Pig Manure Wastewater Treatment Using Autothermal Thermophillic Aerobic Bacteria and Calculation** Se-Young Lee, Umesh Ghimire, Sang-Eun Oh (Kangwon National University)
10:40 (15') 학생	**(CT-05) Microbial fuel cell (MFC) performance at different relative humidities in the cathode** Mun Gyu Lee, Ramesh Kakarla1, Booki Min (Kyung Hee University)
10:55 (10')	Coffee Break

좌장: Jung Rae Kim (Pusan National University)

11:05 (20') Keynote	**(CT-06) Geochemical interaction between iron cyanice species and soil mineral phases** Rahul Kumar, Jeong-Yun Jang, Byong-Hun Jeon (Hanyang University)
10:25 (15') 학생	**(CT-07) Nutrient removal and simultaneous electricity generation from leachate wastewater using an algae assisted cathode microbial fuel cell** Hai T.H. Nguyen, Ramesh Kakarla and Booki Min (Kyung Hee University)
11:40 (15') 학생	**(CT-08) Metal-free Cathodic Catalyst for High Power Density in Microbial Fuel Cells** Young Eun Song[1], Seunghyun Lee[2], Changman Kim[1], Jinwoo Lee[2], Jung Rae Kim[1] ([1]Pusan National University, [2]POSTECH)
11:55 (15') 학생	**(CT-09) Enhanced degradation of levofloxacin by a freshwater microalga, Scenedesmus obliquus and its metabolic fate** Jiuqiang Xiong, Byong-Hun Jeon (Hanyang University)

일반세션

청정석탄

■ 일시 2016년 9월 29일(목), 09:30 ~ 12:10

■ 장소 **호텔르윈 기린 I**

■ Organizer 김수현 박사 (고등기술연구원)

■ 프로그램

좌장: 유영돈 박사 (고등기술연구원)

09:30 (30') **(CT-10) 초임계 CO_2 개발현황과 미래 석탄화력 발전소 적용성**
Keynote 이정익 (KAIST)

10:00 (20') **(CT-11) 석탄 연소에서 바이오매스 혼소를 통한 연소 특성 및 회 점착 특성 평가**
채태영, 이용운, 이재욱, 강별, 박우용, 양원 (한국생산기술연구원)

10:15 (15') **(CT-12) A study of low-rank-coal drying in the pressurized flash drying**
학생 곽인섭, 곽유라, 김예빈, 신혜리, 이영주, 이시훈 (전북대학교)

10:30 (15') **(CT-13) $CoTiO_3$ 산소전달 입자의 특성 분석**
학생 황종하, 이루세, 김수현, 손은남, 손정민 (전북대학교)

10:45 (15') Coffee Break

좌장: 유영돈 박사 (고등기술연구원)

11:00 (30') **(CT-14) 태안 IGCC 기술 개발 현황 및 전망**
Keynote 김용택 (서부발전)

11:30 (20') **(CT-15) 혼합 가스화를 이용한 간접 액화 공정의 경제성 평가**
이시훈, 곽유라, 신지훈 (전북대학교)

11:50 (20') **(CT-16) Pressurized Drop Tube Reactor를 이용한 석탄 가스화 특성 연구**
라호원, 윤성민, 서명원, 문태영, 윤상준, 김재호, 김용구, 이재구 (한국에너지기술연구원)

특별세션

UST 녹색기술심포지엄

■ 일시 **2016년 9월 29일(목), 09:30 ~ 12:00**

■ 장소 **호텔르윈 기린 II**

■ Organizer 김상용 박사 (한국생산기술연구원)

■ 프로그램

좌장: 김상용 박사 (한국생산기술연구원)

09:30 (20') **(CT-17) Platform Chemicals from CO_2 and Biomass**
Yong Jin Kim*[1], Duy Son Nguyen[2], Cong Chien Truong[2], Dinesh Kumar Mishra[1] ([1]Green Process Material Research Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), [1] Graduate School, Korea University of Science and Technology (UST))

09:50 (20') **(CT-18) 나노탄소를 이용한 웨어러블 전자소자 응용**
이제욱 (한국화학연구원 C-산업육성연구센터)

10:10 (20') Keynote **(CT-19) Analysis of Molecular Markers and Their Application in Vulnerable Ecosystem under Climate Change**
Hyeong Cheol Park (Division of Ecological Conservation, Bureau of Ecological Research, National Institute of Ecology (NIE))

10:30 (20') **(CT-20) 2050년 91억 인구 누가 책임질 것인가? : 글로벌 조건 불리지역에 지속가능 발전을 위한 생명공학기술**
곽상수 (한국생명공학연구원 식물시스템공학연구센터)

10:50 (10') Coffee Break

11:00 (20') **(CT-21) 바이오매스로부터 탄화수소 연료 생산**
하정명[1,2], 서동진[1,2], 제정호[1,2] ([1]한국과학기술연구원 청정에너지연구센터, [2]과학기술연합대학원대학교)

11:20 (20') **(CT-22) Butyric acid production from lignocellulosic biomass and macroalgae by Clostridia**
엄영순[1,2], 이경민[1] ([1]한국과학기술연구원 청정에너지연구센터, [2]과학기술연합대학원대학교)

11:40 (20') **(CT-23) 바이오화학제품 생산을 위한 기술개발 전망: 가치사슬형 자원경제 효율성에 연계한 기술적 고찰**
김상용[1,2], 이도훈[1,2] , 조진구[1,2] , 김백진[1,2], 신승한[1,2], 김용진[1,2], 이홍식[1,2] ([1]한국생산기술연구원 그린공정소재그룹, [2]과학기술연합대학원대학교 청정공정 및 시스템공학)

일반세션

바이오연료 및 소재

■ 일시 **2016년 9월 29일(목), 13:30 ~ 16:15**

■ 장소 **호텔르윈 피카소**

■ Organizer 임한권 교수 (대구가톨릭대학교)

■ 프로그램

좌장: 임한권 교수 (대구가톨릭대학교)

13:30 (30') Keynote **(CT-24) Thermococcus onnurineus NA1을 이용한 수소 생산기술**
이학로 (포항산업과학연구원)

14:00 (15') 학생 **(CT-25) 공정모사를 위한 거대 해조류 열분해 제품의 물성 정의**
Boris Brigljevic, 유준 (부경대학교)

14:15 (15') 학생 **(CT-26) Hexanoic acid로부터 ketone을 생산하기 위한 zirconia aerogel 촉매특성 연구**
이윤수[1,2], 서동진[1], 최재욱[1], 하정명[1], 이창하[2] ([1]한국과학기술연구원, [2]연세대학교)

14:30 (20') **(CT-27) 석탄 화력발전에서 바이오매스 혼소를 위한 반탄화 우드펠릿 특성 비교 분석**
이용운[1], 채태영[1], 이재욱[1], 강별[1], 박우용[1], 양원[1], 김낙균[2], 나익환[2] ([1]한국생산기술연구원, [2](주) 한국테크놀로지)

14:50 (20') Coffee Break

좌장: 유준 교수 (부경대학교)

15:10 (30') Keynote **(CT-28) 트레할로스 생합성 유전자 발현을 통한 재조합 대장균의 페글리세롤에 대한 저항성 향상 및 유용물질 생산에 적용**
김창준 (경상대학교)

15:40 (15') 학생 **(CT-29) 바이오에너지 생산을 위한 폐 목제품의 당화 적성 연구**
최은지[1], 윤새민[1], 이연주[2], 고은서[2], 김영균[1], 김영숙[1] ([1]국민대학교, [2]세종과학고등학교)

15:55 (20') **(CT-30) Pyrolysis of Brown Alga *Saccharina japonica* after Water Washed Pretreatment in a Bubbling Fluidized-bed Reactor**
최재형[1,2], 우희철[3], 김진수[4], 김승수[2] ([1]강원대학교, [2]부경대학교 청정생산기술연구소, [3]부경대학교, [4]경희대학교)

일반세션

산업세정

■ 일시 2016년 9월 29일(목), 13:30 ~ 17:00

■ 장소 **호텔르윈 기린 I**

■ Organizer 이재영 대표 (미래초음파기술)

■ 프로그램

좌장: 이동기 박사 (한국화학시험융합연구원)

13:30 (30') **(CT-31) Development of air cooling type Megasonic for wafer cleaning**
Keynote 임의수, 이양래, 김현세 (한국기계연구원)

14:00 (30') **(CT-32) 진공상태에서의 세정액내의 초음파 강도변화에 관한 연구**
이재영 (미래초음파기술)

14:30 (30') **(CT-33) 전기전자용 flux 및 defluxing 케미칼 개발**
성경환, 장성화 ((주)태원시스켐)

15:00 (20') Coffee Break

좌장: 이재영 대표 (미래초음파기술)

15:20 (30') **(CT-34) 강재류 세정용 초강알카리 전해이온수 대체세정시스템 개발에 관한 연구 및 성과**
이동기 (한국화학융합시험연구원)

15:50 (30') **(CT-35) 맞춤형 세정제 Solution 케미칼 개발**
이성옥 (내일기술)

16:20 (30') **(CT-36) A Study on the Synthesis of Phosphate ester-type Surfactants and its Application of their Oil Cleaning Ability and Metal Corrosion Resistance**
김성남, Ho Lim, Seungmo Yang, Jaeheum Bae[1] (일심정밀화학, [1](주)태원시스켐)

특별세션

산업부 신재생에너지기술개발사업 바이오분야 수행과제 공개발표

■ 일시 2016년 9월 29일(목), 13:30 ~ 16:30

■ 장소 **호텔르윈 기린 II**

■ Organizer 김재곤 박사 (한국석유관리원)

■ 프로그램

좌장: 이은도 박사 (한국생산기술연구원)

13:30 (20') **(CT-37) 국내 바이오연료의 현황 및 신산업 창출 전략**
김재곤, 박천규, 하종한

13:50 (20') **(CT-38) 바이오매스 연속 성분분별 장치 규모확대 (0.1 ton/d) 및 실증화**
오경근, 류현진 (㈜슈가엔)

14:10 (20') **(CT-39) 초임계유체공정를 이용한 리그닌으로부터 연료 및 화학소재 제조**
김재훈[1], 이인구[2], 김도희[3] ([1]성균관대학교, [2]한국에너지기술연구원, [3]서울대학교)

14:30 (20') **(CT-40) 0.1 ton/d급 효소 미활용 목질계 바이오매스 강산 당화 기술개발**
엄문호, 임종구, 오은수, 신용안 (GS칼텍스)

14:50 (20') Coffee Break

좌장: 김재곤 박사 (한국석유관리원)

15:10 (20') **(CT-41) 원료 유연형 바이오가스 공정개선을 위한 Engineering 기술 개발**
임동원[1], 김영민[1], 김현욱[2], 김종락[3] ([1]에코바이오홀딩스(주), [2]서울시립대학교, [3](주)유앤유)

15:30 (20') **(CT-42) 에탄올 발효산물 업그레이딩을 통한 항공유급 바이오연료 생산 기술개발**
채호정[1], 윤지선[1], 황동원[1], 박주현[2], 서영웅[3], 박명준[4] ([1]한국화학연구원, [2]희성금속, [3]한양대학교, [4]아주대학교)

15:50 (20') **(CT-43) 미활용 저급 폐유지를 원료로 한 효소기반 바이오디젤 생산 공정 개발**
최문규, 곽민호, 임광묵 ((주)비츠로테크)

16:10 (20') **(CT-44) 분산 발전용 바이오오일 가스터빈 연소 시스템 개발**
신명철, 이진기, 임대원, 김지완 (한국생산기술연구원)

일반세션

오염저감

■ 일시 **2016년 9월 29일(목), 13:30 ~ 15:00**

■ 장소 **호텔르윈 기린 III**

■ Organizer 조용준 교수 (신안산대학교)

■ 프로그램

좌장: 신철호 박사 (서해환경연구소)

13:30 (30') **(CT-45) 시화.반월산업단지 지역 악취개선 효과 평가를 위한 Passive sampler의 활용**

Keynote 정의석, 손찬웅, 김진완, 임문혁, 권기은, 길인섭[1] ((주)엔버스 부설기술연구소, [1]시흥녹색환경지원센터)

14:00 (30') **(CT-46) 활성탄 저온재생을 통한 폐VOCs 에너지화 방안 연구**

최재호, 박희재, 정구회, 최여진, 임문순, 길인섭(시흥녹색환경지원센터)

14:30 (30') **(CT-47) 염색업종 악취 및 백연 저감을 위한 습식전기집진장치 적용 연구**

정구회, 최재호, 임문순, 최여진, 길인섭, 박희재, 김민호[1], 김학민[1], 황열순[2], 김덕현[3] (시흥녹색환경지원센터, [1]한국수자원공사, [2](주)한독이엔지, [3]한국산업기술대학교)

일반세션

청정신소재

■ 일시 **2016년 9월 29일(목), 15:15~16:30**

■ 장소 **호텔르윈 기린 III**

■ Organizer 홍성제 수석연구원 (전자부품연구원)

■ 프로그램

좌장 : 홍성제 수석연구원 (전자부품연구원)

15:15 (25') **(CT-48) 불용 ITO 타겟 스크랩으로부터 재생한 초미세급 ITO 나노분말 및 전자 디바이스 응용**

홍성제[1]*, 김채원[1,2], 이미정[2], 김용성[3], 이재용[4] ([1]전자부품연구원, [2]국민대학교, 3서울과학기술대학교, [4]한청알에프(주))

15:40 (25') **(CT-49) 고상 탈산 및 진공 용해에 의한 저산소 고청정 타이타늄 잉곳 제조**

임재원*, 오정민 (전북대학교 신소재공학부)

16:05 (25') **(CT-50) 청정용해 기술을 활용한 Ti 분말 제조**

이상현, 김택수* (한국생산기술연구원)

특별세션

탄소광물화 적정기술

■ 일시 2016년 9월 30일(금), 09:30 ~ 12:00

■ 장소 호텔르윈 기린 II

■ Organizer 안지환 박사 (한국지질자원연구원)

■ 프로그램

좌장: 조계홍 박사 (한국석회석신소재연구소)

09:30 (30') Keynote **(CT-51) COP21 파리협정 신기후체제 이후 기후변화대응 탄소광물화 적정기술 (Mineral Carbonation Appropriate Technology for Climate Change after Paris Agreement in COP 21)**
안지환 (한국지질자원연구원)

10:00 (20') **(CT-52) Coal Fly Ash Residues with Heavy Metals (Hg): The Toxic Threat to Human Health and Environment**
Thenepalli Thriveni, Ch.Ramakrishna[1], Ji Whan Ahn(한국지질자원연구원, [1]한일시멘트(주))

10:20 (20') **(CT-53) 기후변화 대응을 위한 발전소 탈황용 석회석의 분쇄효율과 대기오염물질 제거 특성**
백철승, 서준형, 조진상, 최문관, 조계홍 (한국석회석신소재연구소)

10:40 (20') Coffee Break

11:00 (20') **(CT-54) Appropriate technologies of oyster shell waste recycling / utilization and its applications**
Chilakala Ramakrishna, Thenepalli Thriveni[1] , Ji Whan Ahn[1](한일시멘트(주), [1]한국지질자원연구원)

11:20 (20') **(CT-55) 이산화탄소 저감형 건설재료인 수경성석회의 특성**
조진상, 문기연, 백철승, 최문관, 조계홍, 안지환[1] (한국석회석신소재연구소, [1]한국지질자원연구원)

11:40 (20') **(CT-56) 산업 폐기물을 사용한 Calcium Sulfo-aluminate 제조 및 조강형 수축저감 시멘트의 특성평가**
이건호, 우상일, 민승의, 이형우 (한일시멘트(주))

일반세션

청정일반

■ 일시 **2016년 9월 30일(금), 09:30~11:35**

■ 장소 **호텔르윈 기린 III**

■ Organizer 홍성제 수석연구원 (전자부품연구원)

■ 프로그램

좌장 : 홍성제 수석연구원 (전자부품연구원)

09:30 (25') **(CT-57) 국제환경규제가 국내환경규제에 미치는 영향과 대응**
김대희, 박백수, 최요한, 배하나, 이한웅, 이귀호* (한국생산기술연구원 국가청정생산지원센터)

09:55 (25') **학생** **(CT-58) 해조류로부터 생산된 바이오가스를 연료로 사용하는 관형 고체 산화물 연료전지의 모사**
Ivannie V. Effendi, 유준* (부경대학교 화학공학과)

10:20 (25') **학생** **(CT-59) 바이오매스 타르 수증기 개질에서 조촉매 희토류의 효과**
박서윤[1], 오건웅[2], 라호원[3], 서명원[3], 문태영[3], 이재구[4], 윤상준[2,3]* ([1]충북대학교 대학원 환경공학과, [2]과학기술연합대학원대학교 신에너지 및 시스템 기술, [3]한국에너지기술연구원 청정연료연구실, [4]한국에너지기술연구원 FEP융합연구단)

10:45 (25') **학생** **(CT-60) 액상금속추출법을 활용하여 Fe-REE(Nd,Dy,Pr)-B 영구자석에서 선택적 희토류 추출**
남선우[1,2], 김대겸[1], 김도향[2], 김범성[1], 김택수[1]* ([1]한국생산기술연구원 한국희소금속산업기술센터, [2]연세대학교 준결정재료 연구단)

11:10 (25') **학생** **(CT-61) 수소가스 운송을 위한 복합재료 고압압력 용기에 적용된 알루미늄 합금 End Nozzle 특성 평가**
김대겸[1,2], 남선우[1,3], 박경태[1], 김택수[1,2]* ([1]한국생산기술연구원, [2]과학기술연합대학원대학교, [3]연세대학교 준결정재료 연구단)

포스터세션 I (1)

■ 일시	2016년 9월 28일 (수), 14:30~17:30 ※오후 2시 30분까지 포스터 게시, 오후 5시30분 이후 포스터 제거
■ 장소	호텔르윈 기린
■ Organizer	부경대학교 김주형 교수
■ 프로그램	포스터 학생 (PA)

PA-01 **Effect of supercritical CO_2 on the enzymatic production of biodiesel from waste animal fat**

Aldricho Alpha Pollardo[1,2], Hong-shik Lee[1], Dohoon Lee[1], Sangyong Kim[1], Jaehoon Kim[2] ([1]Korea Institute of Industrial Technology, [2]Seongkyunkwan University)

PA-02 **Novel active benzotriazolide-based catalysts for generating disubstituted ureas from carbon dioxide and amines**

Cong Chien Truong[1,2], Hye Jin Lee[1,2], Yong Jin Kim[1,2] ([1]Korea Institute of Industrial Technology, [2]Korea University of Science and Technology)

PA-03 **Two-step synthesis of 5-acetoxymethyl-2-furaldehyde (AMF) from D-Fructose**

Nhan T. T. Huynh[1,2], Bora Kim[1], Seok-kyu Park[1], Hong Shik Lee[1], Jin ku Cho[1,2] ([1]Korea Institute of Industrial Technology, [2]Korea University of Science and Technology)

PA-04 **Syntheses of bio-based furanic plasticizers in replacement for conventional phthalate esters**

TanPhat Nguyen[1,2], Anh H. T. Vo[1,2], Nhan T.T. Huynh[1,2], Bora Kim[2], Seok-KyuPark[2], Hong-shik Lee[2], Jin Ku Cho[1,2] ([1]University of Science and Technology, [2]Korea Institute of Industrial Technology)

PA-05 **Palladium-catalyzed reductive carbonylation of nitrobenzene for producing isocyanate**

Thanh Tung Nguyen[1,2], Yong Jin Kim[1,2] ([1]Korea Institute of Industrial Technology, [2]University of Science and Technology)

PA-06 **Ferric selenide as catalyst for reductive carbonylation of nitrobenzene for generating urethanes**

Tram Huynh Nguyen[1,2], Thanh Tung Nguyen[1,2], Anh Vy Tran[1,2], Yong Jin Kim[1,2] ([1]Korea Institute of Industrial Technology, [2]University of Science and Technology)

포스터세션 I (2)

PA-07 **Copper selenide as catalyst system for reductive carbonylation of nitrobenzene for generating urethanes**
Vy Anh Tran[1,2], Tram Thuy Huynh Nguyen[1,2], Yong Jin Kim[1,2] ([1]Korea University of Science and Technology, [2]Korea Institute of Industrial Technology)

PA-08 **Preparation of furfural from xylose by lignocellulose-based carbonaceous catalyst under biphasic condition**
Anh H. T. Vo[1,2], Nhan T. T. Huynh[1,2], TanPhat Nguyen[1,2], Bora Kim[1], Hong-shik Lee[1], Sangyong Kim[1,2], Jin Ku Cho[1,2] ([1]Korea Institute of Industrial Technology, [2]University of Science and Technology)

PA-09 **선박용 SCR 반응기 소형화를 위한 신개념 3차원 금속 구조체 촉매 시스템 연구**
김남경[1,2], 이진우[1,2], 구윤장[1,2], 정해영[1], 서문혁[3], 최용기[3], 박대원[2], 임동하[1]
([1]한국생산기술연구원, [2]부산대학교, [3]파나시아)

PA-10 **Separation and purification of prussian blue in an absorption oil sludge**
Dae Yeon Kim, Joung Ho Park, Moon Hyeon Kim (Daegu University)

PA-11

PA-12 **폴리프로필렌의 촉매 열분해를 이용한 오일 생산**
김수현, 이루세, 황종하, 손은남, 손정민 (전북대학교)

PA-13 **로타리 킬른 반응기를 사용한 리그닌 열분해**
노동훈, 이형원, 오대준, 박영권 (서울시립대학교)

PA-14 **포토레지스트 박리공정에서 두께에 따른 친환경적 박리 연구**
당현식, 한상진, 김승현, 주기태, 김준현, 김용성 (서울과학기술대학교)

PA-15 **5-Hydroxymethyl-2-furfural(HMF)의 추출을 통한 정제와 정제된 HMF의 에스테르화 반응을 통한 5-acetoxymethyl-2-furfural(AMF)의 제조**
박석규[1,2], 이홍식[1], 이관영[2], 조진구[1,3] ([1]한국생산기술연구원, [2]고려대학교, [3]과학기술연합대학원대학교)

PA-16 **해조류 유래 수용액 상 바이오-오일의 수증기 개질반응 연구**
박용범, 노현진, 임한권[1], 우희철 (부경대학교, [1]대구가톨릭대학교)

PA-17 **균일용액침전법을 이용한 헥사알루미네이트의 제조**
박지윤, 안승호, 정유식[1], 이영우 (충남대학교, [2](주)지엔 티엔에스(GN TNS))

PA-18 **열처리 조건이 Ti-Graphene 나노 복합체의 리튬 저장 용량에 미치는 영향 분석**
박진후, 손연선 ,정재영, 문광욱, 박효석, 남기석, 김필 (전북대학교)

포스터세션 I (3)

PA-19 **암모니아 산화반응을 위한 중공형 PtIrNi 합금 나노 입자의 합성 및 특성 분석**
손연선, 정재영, 김행수, 김필 (전북대학교)

PA-20 **고정층 반응기에서 인도네시아 저등급 석탄을 이용한 혼합촉매 가스화 반응특성 연구**
안승호, 박지윤, 진경태[1], 이영우 (충남대학교, [1]한국에너지기술연구원)

PA-21 **나노기공의 Pd/Al_2O_3를 이용한 CO 흡착**
염창주, 김영훈 (광운대학교)

PA-22 **나노기공의 Cu/Al_2O_3를 이용한 NH3 흡착**
염창주, 김영훈 (광운대학교)

PA-23 **석탄과 반탄화 바이오매스 혼합에 따른 가스화 특성**
오건웅, 장진영, 서명원[1], 라호원[1], 문태영[1], 이재구[2], 윤상준[1]
(과학기술연합대학원대학교, [1]한국에너지기술연구원, [2]한국에너지기술연구원)

PA-24 **수증기와 이산화탄소 혼합물을 이용한 석탄 가스화 공정**
이루세, 황종하, 김수현, 손은남, 손정민 (전북대학교)

PA-25 **포토레지스터 노즐박리공정에 대한 친환경적인 접근 방법에 대한 해석**
이준혁, 김준현, 강태성, 주기태, 김용성 (서울과학기술대학교)

PA-26 **Oxidative coupling of methane using various silica-supported metal catalysts with dielectric barrier discharge plasma**
Heesoo Lee, Do Heui Kim (Seoul National University)

PA-27 **폐콘크리트 슬러리를 이용한 광물탄산화 반응을 위한 기포탑 반응기의 반응 조건 최적화**
정관형, 손준영, 김한솔, 박유리, 전종기, 이상민, 김진만, 장원석[1], 이철호
(공주대학교, [1]지역난방공사)

PA-28 **NH3-SCR 반응에서 산과 염기로 처리된 Fe-BEA 촉매의 수분에 의한 비활성화 연구**
정정민, 박지혜, 백정훈, 황라현, 전상구[1], 이광복 (충남대학교,
[1]한국에너지기술연구원)

PA-29 **Air gasification of dried sewage sludge using a multi-stage gasifier: Effects of the equivalence ratio and long-term operation**
Young-Kon Choi, Ji-Ho Ko, Seung-Jin Oh, Joo-SikKim (University of Seoul)

PA-30 **친환경적인 수계 박리액 사용에 따른 박리 공정 연구**
한상진, 당현식, 김승현, 주기태, 김용성 (서울과학기술대학교)

PA-31 **수산화칼슘을 이용한 불산 흡수-CF_4 촉매분해 동시반응에 관한 연구**
한재윤[1,2], 김창현[1], 이관영[2], 이신근[1] ([1]한국에너지기술연구원, [2]고려대학교)

포스터세션 II (1)

■ 일시	2016년 9월 29일 (목), 9:30~12:00 ※오전 9시 30분까지 포스터 게시, 오후 12시 이후 포스터 제거
■ 장소	호텔르윈 기린 III
■ Organizer	부경대학교 김주형 교수
■ 프로그램	포스터 일반 (PB)

PB-01	**Base-free aqueous phase oxidation of HMF to FDCA/DFF using supported ruthenium nanoparticles** Dinesh Kumar Mishra, Yong Jin Kim[1] (Korea Institute of Industrial Technology, [1]University of Science and Technology)
PB-02	**건식 전기집진 및 촉매오존산화를 이용한 염색공단 고점성 악취 처리 기술 개발** 권순덕, 조윤현, 정용식, 김진아 ((주)지이테크)
PB-03	**용매추출법을 통한 철-니켈 합금 에칭 구액의 재활용** 채병만, 황성옥, 김득현, 박기상, 고아라, 이상우 ((주)케이엠씨)
PB-04	**열교환 스크라바와 건식전기집진 기술을 이용한 염색업종 텐터시설 후단 폐유 재활용 및 폐열에너지 회수 방안 연구** 김진아, 조윤현, 정용식, 권순덕, 김경호[1] ((주)지이테크, [1]한국산업단지공단)
PB-05	**열매체유를 이용한 폐세전선의 친환경적 구리 및 수지 분리재활용 방안 연구** 김진아, 조윤현, 정용식, 권순덕, 이우헌, 김경호[1] ((주)지이테크, [1]한국산업단지공단)
PB-06	**굴패각과 석탄회를 이용한 에너지 절감형 뒷채움재 제조공정 개발** 왕설, 김성배, 김창준 (경상대학교)
PB-07	**매체순환연소용 Cu-Fe계 산소전달입자의 반응거동 연구** 박노국, 박창준, 강미숙, 류시옥, 이태진, 백점인[1], 류호정[2] (영남대학교, [1]한국전력연구원, [2]한국에너지기술연구원)
PB-08	**탄산염 광물의 자원화를 위한 고액분리 효율 향상에 관한 연구** 박병현[1], 신재란[1], 김재강[1], 김해기[1], 이주열[1], 최진식[1,2] ([1](주)애니텍, [2]경희대학교)
PB-09	**AA 공법을 적용한 경화체 제조기술 최적화에 관한 연구** 박병현[1], 신재란[1], 김재강[1], 김해기[1], 이주열[1], 최진식[1,2] ([1](주)애니텍, [2]경희대학교)
PB-10	**디스플레이 폐기물로부터 고순도 Sn제조 및 SnO_2합성을 위한 재활용 기술 개발** 김태진, 황수현, 서재건[1], 정인경[1] ((주) 탑머티리얼즈, [1]한국산업단지공단)

포스터세션 II (2)

PB-11 **질소, 산소 혼합 조건에 따른 분류층 석탄슬러리 가스화 특성**
윤상준, 라호원, 윤성민, 문태영, 서명원, 이재구, 오건웅[1]
(한국에너지기술연구원, [1]과학기술연합대학원대학교)

PB-12 **탄소 배출이 없는 청정 암모니아 합성 기술 개발**
윤형철, 김종남, 유충열, 한상섭, 정은영, 정찬희 (한국에너지기술연구원)

PB-13

PB-14

PB-15 **Preliminary techno-economic analysis of a multi-bed series reactor as a simultaneous CF_4 abatement and utilization process**
Boreum Lee, Sunggeun Lee, Ho Young Jung[1], Shin-Kun Ryi[2], Hankwon Lim
(Catholic University of Daegu, [1]Chonnam National University,
[2]Korea Institute of Energy Research)

PB-16 **3 m^3/min 배가스 내 NO 처리를 위한 건식산화제 제조 촉매공정 운전 특성**
장정희, 최희영, 한기보 (고등기술연구원)

PB-17 **마이크로웨이브 하수 슬러지 가스화 특성**
정벼리, 윤수혁, 전영남 (조선대학교)

PB-18 **PFC저감을 위한 워터젯 플라즈마 스크러버 개발**
김은혁, 임문섭, 정종국[1], 이기용[1], 이은미[1], 전영남 (조선대학교,
[1]글로벌스탠다드테크놀로지 기술연구소)

PB-19 **고산도 원유 내에 포함되어 있는 유기산 제거 관련 연구**
조동우, 조강희, B. S. Rana, 김종남 (한국에너지기술연구원)

PB-20 **철강 부생가스를 이용한 고순도 수소 제조 공정을 위한 반응조건의 최적화**
최한슬, 김준우, 김성중, 고동준 (포항산업과학연구원)

PB-21 **아스팔트에 적용 가능한 역청성 오일 포함 인도네시아 원료에 대한 물리화학적 성상 조사**
한기보, 장정희 (고등기술연구원)

PB-22 **도금공정에서 친환경 근적외선 건조공정에 관한 연구**
허광선, 우희철[1] (경남정보대학교, [1]부경대학교)

PB-23 **단일효소를 이용하는 셀룰로오스 당화기술**
임희경, 김달례, 이기인, 황동원, 황영규, 황인택 (한국화학연구원)

포스터세션 II (3)

PB-24 **The development of high performance mat products using recycled filament waste and clipping of rubber waste**

Si ho Nam, Young su Kim[1], Seung jin Kim[2] (Nam myung inc., [1]Korea Textile Development Institute, [2]Yeungnam University)

PB-25 **Effect of natural fiber size in PP matrix on crystallization kinetics of PP and its soundproofing properties**

윤세진, 신하영, 한세미, 이기웅[1], 주덕기[1], 김백진 (Korea Institute of Industrials Technology, [1]한양소재)

PB-26 **A study on the adhesion strength of PVC-free hotmelt film**

한세미, 이용진[1], 김유철[1], 김백진 (Korea Institute of Industrials Technology, [1]유니코 정밀화학)

PB-27 **인도네시아 원료 내 포함된 역청성 오일로부터 다단 열분해 공정을 통해 제조된 열분해 오일의 물성**

한기보, 장정희 (고등기술연구원)

일반세션

청정융합

9월 29일(목) 09:30~12:10

호텔르윈 피카소

CT-01 청정융합

Removal of Pharmaceutical and Endocrine-Disruptive Compounds by use of Phenyl-Functionalized Magnetic Palm-Based Powdered Activated Carbon

Min Jang [a*]

[a] Department of Environmental Engineering, Kwangwoon University, 447-1 Wolgye-Dong Nowon-Gu, Seoul, Republic of Korea

As a new, economical, and effective material, triethoxyphenylsilane (TEPS) functionalized magnetized palm-based powdered activated carbon (MPPAC-TEPS) was prepared and characterized using various spectroscopic methods and tested for the removal of four types of persistent organic pollutants (POPs). In this study, the adsorption of POPs by MPPAC-TEPS was found to be superior or comparable to pristine palm-based powdered activated carbon (PPAC). The key advantages of MPPAC-TEPS over PPAC were higher initial sorption rates, magnetic separation, and regeneration at low temperature. These results are due to the hydrolysis of the phenyl-functionalized silane on the outer surface of the magnetite film, which was primarily coated on the outside of PPAC by a mild hydrothermal co-precipitation technique. Based on differential scanning calorimetry(DSC) and thermodynamic calculations, the main sorption mechanism of POPs by MPPAC-TEPS is π-π interaction (physisorption). Thermal regeneration at low temperature and magnetic separation may be important for reducing operational costs, especially for industrial and large-scale applications.

Improving bioavailability of fruit wastes using organic acid: An exploratory study of biomass pretreatment for fermentation

Shouvik Saha, Hoo Kim, Byong-Hun Jeon*
Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul, South Korea.

The global crisis of conventional fossil fuels and growing energy demands have led to increased dependency upon the production of sustainable bioenergy. Bioenergy has gained a lot of attention as an eco-friendly alternative to overcome the tremendous demands for energy [1]. Production of bioenergy from biomass fermentation has already been initiated in the last decade [2]; however, the accessibility for fermentation of desired sugars in biomass is a major challenge due to the complex polymeric structures of the various biomasses. Several pretreatment strategies have been attempted to liberate the fermentable fractions of biomass [3-5]. Maximizing the bioavailability of fermentable biomass components is a key challenge in biomass pretreatment due to the loss of sugars during conventional pretreatment approaches [5, 6]. Pretreatment of fruit peels and wastes (FPWs) with dilute acetic acid assisted in maximizing sugar recovery. Optimized conditions (0.2 M acetic acid, 100 °C, 1 h) at 10% substrate loading resulted in enhanced sugar recovery from banana peels (99.9%), pineapple wastes (99.1%), grape pomace (98.8%), and orange peels (97.9%). These high sugar recoveries retained the high C/N ratios (41–47) suitable for effective bioenergy production through the fermentation of these pretreated biomasses. Scanning electron microscopy (SEM) indicated considerable disruption of biomass structural integrity during acetic acid treatment, enhancing the surface area available for better microbial attachment. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) showed that the acetic acid pretreatment yielded only minor changes to the functional groups in the biomasses, strongly suggesting minimal loss of fermentable sugars. Thus, acetic acid pretreatment aids in enhancing the bioavailability of fermentable sugars from these FPWs biomass, enabling improvements in bioenergy production.

References

1. Bhattarai, K., Stalick, W.M., Mckay, S., Geme, G., and Bhattarai, N., *"Biofuel: An alternative to fossil fuel for alleviating world energy and economic crises," J. Environ. Sci. Health, Part A* 46, 1424–1442 (2011).
2. Koskinen, P.E.P., Beck, S.R., Orlygsson, J., and Puhakka, J.A., *"Ethanol and hydrogen production by two thermophilic, anaerobic bacteria isolated from icelandic geothermal areas," Biotechnol. Bioeng.* 101, 679–690 (2008).
3. Yang, B., and Wyman, C.E., *"Pretreatment: the key to unlocking low-cost cellulosic ethanol," Biofuel. bioprod. bior.* 2, 26–40 (2008).
4. National Research Council, *"Biobased industrial products: Research and Commercialization Priorities,"* National academies press, Washington, DC, 2000, 162 pages.
5. Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y.Y., Holtzapple, M., and Ladisch, M., *"Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass," Bioresour. Technol.* 96, 673–686 (2005).
6. Hu, G., Heitmann, J.A., and Rojas, O.J., "Feedstock pretreatment strategies for producing ethanol from wood, bark, and forest residues," *BioResources* 3, 270–294 (2008).

CT-03 청정융합

Bioelectrochemical system based regulation of 3-hydroxypropionic acid production using recombinant *Klebsiella pneumoniae* L17

Changman Kim[1], Mi Yeon Kim[1], Byong-Hun Jeon[2], Jung Rae Kim[1,*]

[1]School of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University, Busan, Korea, 609-735
[2]Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul, 133- 791, Republic of Korea

Glycerol is produced from the biodiesel manufacturing, and the cost effective utilization of glycerol is urgently needed to improve the economics of the entire biofuel production process. 3-hydroxypropionic acid (3-HP) is one of important platform chemicals which can be produced from glycerol by fermentation process. However, the conventional fermentation method for 3-HP production is limited for industrialization due to their low yield and final titer. For the enhancement of CoB_{12} production and enzyme activity of DhaB (glycerol dehydratase, glycerol to 3-hydroxypropionaldehyde), anoxic condition is required. On the other hand, for the regeneration of NAD^+ to enhance the production yield by aldehyde dehydrogenase (ALDH, 3-hydroxypropionaldehyde to 3-HP), aerobic condition is preferred for proceeding 3-HP production by activation of reduction pathway. Bioelectrochemical systems can provide an option for regulating cellular redox state such as NAD^+/NADH level, thus increase yield and/or titer. In this study, we attempted to apply bioelectrochemical system for 3-HP production in *K. pneumoniae* heterologous overexpression of KGSADH. Compared to non-BES fermentation, 3-HP production yield in BES was significantly increased. Matabolic flux distribution and NAD^+/NADH ratio were investigated to support the hypothesis for the increased reductive pathway of glycerol fermentation.

References

1. Choi, O. et al., “Electricity-driven metabolic shift through direct electron uptake by electroactive heterotroph *Clostridium pasteutianum*”, Scientific reports, 4, 6961, (2014).
2. Ashok, S. et al., “Effect of puuC overexpression and nitrate addition on glycerol metabolism and anaerobic 3-hydroxypropionic acid production in recombinant *Klebsiella pneumoniae* ΔglpK ΔdhaT”, Metabolic engineering, 15, 10-24, (2013).

CT-04 청정융합

돈분뇨의 처리방식에 따른 처리효율의 비교와 K_La값의 산출

이세영, Umesh Ghimire, 오상은*
강원대학교 식품환경융합학과 바이오자원환경전공

Pig Manure Wastewater Treatment Using Autothermal Thermophillic Aerobic Bacteria and K_La Calculation

Se-Young Lee, Umesh Ghimire, Sang-Eun Oh*
Department of Bioconvergence Sciencd and Technology, Kangwon National University, Chuncheon-si, Gangwon-do, South Korea

국내 축산분뇨 발생량은 전체 오폐수 발생량의 0.6%에 불과하지만, 오염량 기준 전체 수질 오염부하량의 25.9% 수준이며 관리가 부실한 경우 심각한 토양 및 수계오염의 주요인으로 작용하므로 철저한 관리 및 처리가 요구된다.

축산분뇨는 경기도 안성에 위치한 광일농장에서 고액분리된 돈분뇨를 채취하여 실험하였다. 실험에 필요한 고온미생물을 배양하기 위해 동일한 크기 (외형 47 × 35 × 41cm^3, 내형 39 × 28 × 26cm^3)의 반응조를 준비하고 고액분리 된 분뇨를 20 L 넣은 후 벤츄리 타입의 펌프를 이용하여 폭기하였고 온도센서를 설치하여 반응액의 온도를 실시간으로 관찰하였다. 반응액의 온도가 50℃로 상승한 것을 확인한 후 약 30일 이상 안정적으로 운전하여 온도 50℃를 유지하였다. 실험은 4개의 동일 반응조를 준비한 후 벤츄리 타입의 펌프를 반응조 하단에 설치하였다. 1번째반응조는 컨트롤반응조, 2번째는 pH조절을 하였고, 3번째는 pH조절과 전기분해, 마지막4번째 반응조는 pH조절과 쿨러를 설치하여 온도를 약 37℃로 유지하였다. 축산분뇨는 15L가 되도록 하였으며 미리 배양한 고온미생물로 10%정도 접종을 한 후, 총30일간 운전하였다. 일주일에 두 번씩 pH, EC, COD, 총알카리도, T-N, T-P, 암모니아성 질소, Cl^-, NO_2^--N, NO_3^--N, SO_4^{2-}, PO_4^{3-} 분석하였다.실험이 종료된 후 시간에 따른 산소의 유입량을 알아보기 위해 K_La값을 계산하였다.

초기농도와 운전이 종료된 후의 농도를 각각 비교한결과, pH는 첫 번째반응조에서 공기를 폭기함에 따라 상승하였고, 2, 3, 4번째 반응조는 황산을 주입하여 8~8.3의 값으로 조절하였다. EC는 전기분해 반응조가 약 12%상승하고 나머지 반응조는 처음과 비슷한 값을 유지하였다. 알칼리도는 모든 반응조에서 약 50% 정도 감소하였다. COD는 쿨러를 설치한 반응조에서 가장 많이 감소를 하였다. 1,2,3번 반응조는 약70~75% 감소되었고, 4번 반응조는 87%정도 제거가 되었다. 총질소는 모든 반응조에서 50%정도 제거됐고, 총인은 전체적으로 농도의 변화가 크게 변하진 않았지만, COD와 마찬가지로 쿨러를 설치한 반응조에서 80%이상 제거되었다. 암모니아성 질소 분석결과 모든 반응조에서 약 68~70% 제거됐고, NO_2^--N, NO_3^--N 검출되지 않았고 SO_4^{2-}의 농도는 모든 반응조에서 증가하였다. 운전이 종료된후 처리된 돈분뇨로 매30초간 공기펌프장치를 이용하여 DO농도 변화를 관찰하였고 실험결과 K_La값은 3.45×10^{-2} sec^{-1}이다.

본 실험결과 돈분뇨를 처리할시에 최적의 조건은 4번 반응조가 가장 높은 COD 제거율을 구할수 있었다.

참고문헌

1. Park, M. J,. Cho, M. C., Kim. K.Y., and Lee Y. W., “Characteristics of Livestock WasteWater Treatment Technology Using High Temperature Aeration Process,”J. Kor Soc of Urban Env., 13(3), 227-233 (2013).

CT-05 청정융합

Microbial fuel cell (MFC) performance at different relative humidities in the cathode

MunGyu Lee, Ramesh Kakarla[1],BookiMin[*]
Department of Environmental Science and Engineering, Kyung Hee University, Korea

Microbial fuel cells (MFCs) are bio-fuel cell systems that can convert organic matter to electricity with use of electro genic microorganisms(B.E. Loganet al.[1]). The generation of electricity from MFC is not at considered to be economical yet compared to other treatment methods due to its limitations. The cathode partin MFC is one of limitation for high power generation, and several attempts of its optimization were conducted in order to achieve better oxygen reduction on the cathode electrode and minimize oxygen contamination to the anode part(Kakarla et al.[2]). In the present study, an air cathode MFC with a cap arrangement was used to evaluate voltage generations and its individual half-cell potentials at different humidity conditionsat the cathode. The air cathode MFC at relative humidity(RH)of 88 ± 2 %produced thehighestcell voltage of 0.42 V with 600 ohm resistance compared to other humidity conditions of 50 ± 3 %(0.34 V)and 30 ± 3 %(0.29 V), which were 20 % and 31 %lower than the value at 88 ± 2 %, respectively. During polarization analysis, the MFC with 88 % ± 2 % displayed themaximum power density of 377mW/m^2atacurrentdensityof1.5A/m^2.At50 ± 3 % the maximum power densitywas 215mW/m^2(0.8 A/m^2), and at 30 ± 3 %, itwas only 131mW/m^2(0.6 A/m^2). Cyclic voltammogram analysis exhibited a higher reduction current of -0.073A athigh humidity condition of88 ± 2 % than50 ± 3 % (-0.034A) and 30 ± 3 % (-0.022A).The oxygen diffusion from cathode to anode was observed to be higher at 50 ± 3 % relative humidity compared to 30 ± 3 % and 88 % ± 2 % relative humidity. The evaporate rate of anolyte at different humidity was showed higher value, while relative humidity increased. The highest velocity of reduce solution observed 0.141 cm/dayat30 ± 3 % RH condition. While 0.078cm/day at50 ± 3 % and 0.017 cm/dayat 88 ± 2 %. This result suggests that performance of relative humidity is important to increase power generation in an air-cathode single chamber MFC.

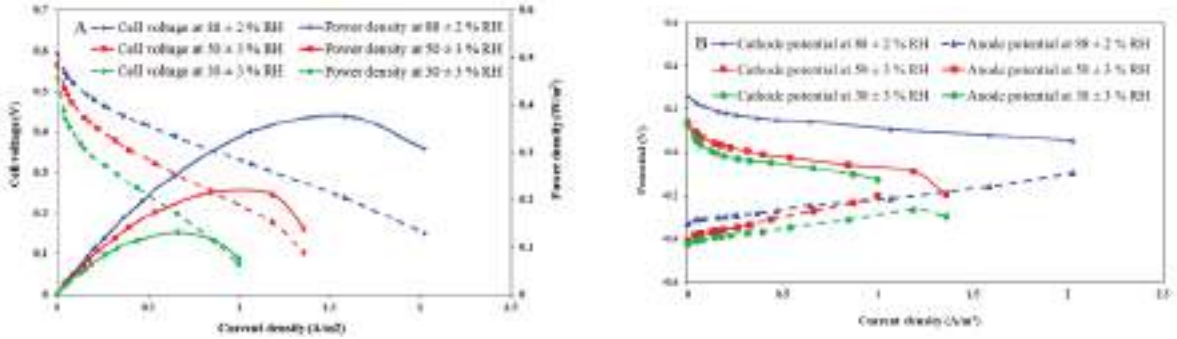


Fig. 1 Cell voltage and power density (A) and respective cathode and anode potentials (B) during polarization at 30%, 50%, 88% relative humidity conditions

Reference

1. B.E. Logan, B. Hamelers, R. Rozendal, U. Schroder, J. Keller, S. Freguia, P. Aelterman, W. Verstraete, K. Rabaey, *Environmental science & technology*, 40 (2006) 5181-5192.
2. Kakarla, R., Kim, J.R., Jeon, B.-H., and Min, B., “Enhanced performance of an air–cathode microbial fuel cell with oxygen supply from an externally connected algal bioreactor,” *Bioresource Technology,*195:210-216(2015).

CT-06 청정융합

Geochemical interactions between iron cyanide species and soil mineral phases

Rahul Kumar, Jeong-Yun Jang, Byong-Hun Jeon*
Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul, South Korea.

Cyanide (CN) is widely used in mining processes as a leaching agent for precious metals extraction and recovery of base metals from ores [1]. The cyanide containing waste generated due to mining has regularly caused local contamination of the soil. The restoration of cyanide contaminated soil is necessary as it might cause surface and subsurface pollution. In order to develop an effective method for the restoration of cyanide contaminated soil, an understanding of cyanide chemistry in soil is inevitable. Cyanide ion acts as a monodentate ligand with C as the donor atom forming complex ions with heavy metals. Normally found complex cyanide species in soil are ferrocyanide [FeII(CN)6]-4andferricyanide[FeIII(CN)6]-3[2]. These cyanide species in soil, only contributed by anthropogenic inputs, are potentially hazardous because they can act as sources of free CN as a result of photolysis. In the presence of diffuse daylight, only ferrocyanide is decomposed. Ferricyanide complex is kinetically labile, hence the species [FeIII(CN)6]-3 being more mobile in soils has a greater potential to contaminate surface and groundwater [3]. The retention and redox reactions of complex cyanides in soil are mainly controlled by their affinity for particular soil mineral (abiotic factor), cyanide species, pH of soil and enzymes (biogenic factor). Iron-cyanide complexes sorb onto a variety of surfaces including clay, oxalate-extractable Al, iron and aluminum oxyhydroxides, and organic matter [4-5]. A quick and completely reversible sorption of [FeIII(CN)6]-3on goethite shows features of both outer-sphere and inner-sphere complexation. In contrast, slower and incomplete sorption of [FeII(CN)6]-4on the goethite surface involves inner-sphere complexation and precipitation of a Berlin-Blue-like phase. Unlike abiotic factors, enzymes often have affinity for mineral surfaces and compete with iron-cyanide complexes for adsorption sites. Thus, it is important to explore the processes that control the chemistry, speciation and mobility of iron-cyanide species in soil. The objective of this paper is to understand the mobility of iron cyanides in contaminated soil knowing the role of different soil mineral phases, geochemical reactions and factors influencing them.

References

1. Kumar R, Saha S, Dhaka S, Kurade MB, Kang CU, Baek SH, Jeon BH, Remediation of cyanide-contaminated environments through microbes and plants: a review of current knowledge and future perspectives, Geosystem Engineering 1-16 (2016).
2. Mansfeldt T, Leyer H, Barmettler K, Kretzschmar R, Cyanide leaching from soil developed from coking plant purifier waste as influenced by citrate. Vadose Zone Journal 3, 471–479 (2004).
3. Rennert T, Mansfeldt T, Iron-cyanide complexes in soil under varying redox conditions: speciation, solubility and modelling. European Journal of Soil Science 56, 527–536 (2005).
4. Bushey JT, Dzombak DA, Ferrocyanide adsorption on aluminum oxides. J. Colloid Interf. Sci. 272, 46–51 (2004).
5. Rennert T, Kaufhold S, Mansfeldt T, Sorption of ironcyanide complexes on goethite investigated in long-term experiments. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 168, 233–237 (2005).

Nutrient removal and simultaneous electricity generation from leachate wastewater using an algae assisted cathode microbial fuel cell

Hai T.H. Nguyen, Ramesh Kakarlaand Booki Min*
*Department of Environmental Science and Engineering, Kyung Hee University, Republic of Korea (bkmin@khu.ac.kr)

Microbial fuel cells (MFCs) are considered as a promising alternative approach for treating various types of wastewaters because they can reduce contaminants and recover energy simultaneously. Landfill leachate is one of the most toxic and difficult effluent for the treatment due to highly contaminated and complex composition. In this study, we investigated the optimal dilutions (5%, 10 %, 15 %, 25% and 40%) of landfill leachate for better electricity generation along with COD removal and nutrient removals (nitrogen and phosphorus). A double chamber cube MFC was usedand consisted of the anode and cathode chambers havinga total volume of 295 mL (290 mL working volume) and 260 mL (255 mL working volume), respectively. Mixed culture microalgae were used for oxygen supplementandCOD and nutrient recoveries from microbial fuel cell cathode. With use of 10 % leachate dilution, the MFC voltage was observed at around 271 mV (600 Ω) with a maximum DO concentration of 10.2 mg/L. At cathode chamber, the COD removal observed 51.2 %, NH_4^+-N was completely removed and 61.5% of TP was removed after 5-day operation. Whereas, with 5% dilution, cell voltage and DO concentration was 300mV and 19.6mg/L, respectively, higher than theses values with 10% dilution. Moreover, the time for complete removal of ammonia concentration was 3days, 1day shorter than with 10% dilution and TP removal percentage was 80.3%, also higher than with 10% dilution. COD atanode chamber was removed almost totally(97–98%) with the leachate dilutions up to 40%. However, at cathode chamber, COD removal percentage decreased with increasing leachate dilution and it wasn't observed with high leachate dilution(40%). Ammonia removal rate increased when leachate dilution increased up to 15% and dropped when leachate dilutions exceeded 15%. The results shows that 5% had the higher MFC performance and DO concentration compared too ther leachate dilutions. This study also suggests that the MFC operation with algae growth at cathode chamber can generate electricity and simultaneously remove nutrients and organic compounds from a properly diluted leachate wastewater.

Keywords: Microbial Fuel Cell, Landfill leachate, Algae, Nutrient removal.

*Corresponding author: Booki Min, Ph.D, Kyung Hee University, Department of Environmental Science and Engineering, 1-Seocheon-dong, Giheung-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, South Korea 446-701, Mob: +82-10-4018-5829, Fax: +82-31-202-8854, Email:bkmin@khu.ac.kr.

Metal-free Cathodic Catalyst for High Power Density in Microbial Fuel Cells

Young Eun Songa, Seunghyun Leeb, Changman Kima, Jinwoo Leeb,
JungRaeKima*
aSchool of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University,
Busan, 46241, South Korea
bDepartment of Chemical Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH),
Pohang, 37673, South Korea

Email: j.kim@pusan.ac.kr
Tel: +82-51-510-2393, Fax: +82-51-512-8563

The platinum (Pt) has been used as cathodic catalyst for oxygen reduction reaction (ORR) in microbial fuel cell (MFCs) as well as PEM fuel cell, however it is expensive and needs to find alternative catalyst. This study focused on the development of metal-free oxygen reduction reaction for MFC which was prepared by a porous carbon-based material, as an alternative catalyst to platinum. A nitrogen-phosphorus codoped ordered mesoporous carbon (NPOMC) enhanced mass transport rate on electrode surface, and provide sufficient catalytic active sites for ORR in MFC. Here, we reported performance of NPOMC in MFC and electrochemical properties with using LSV, CV and EIS as compared to platinum with carbon black (Pt/C) catalysts in air-cathode MFC.The synthesized NPOMC achieved a remarkable on-set potential compared to the previously reported metal-free catalysis in MFC. The open circuit potential and power density using NPOMC as compared to Pt/C, were 0.43 V and 0.58V, 245. 77m W/m2 and 329.78mW/m2, respectively. The NPOMC showed anotableon-set voltage and produced approximately 75% of the maximum power density obtaine dusing Pt/C.

Keywords:
Microbial fuel cell, Metal-Free catalyst, Nitrogen doped, Porous structure.

References

1. J. R. Kim, J.-Y. Kim, S.-B. Han, K.-W. Park, G. Saratale, and S.-E. Oh. Application of Co-naphthalocyanine (CoNPc) as alternative cathode catalyst and support structure for microbial fuel cells. Bioresource technology. vol. 102, pp.342-347 (2011)
2. S. Lee, M. Choun, Y. Ye, J. Lee, Y. Mun, E. Kang, J. Hwang, Y. H. Lee, C. H. Shin, and S. H. Moon. Designing a Highly Active Metal‐Free Oxygen Reduction Catalyst in Membrane Electrode Assemblies for Alkaline Fuel Cells: Effects of Pore Size and Doping‐Site Position. Angewandte Chemie International Edition. vol. 54, pp.9230-9234 (2015)

Enhanced degradation of levofloxacin by a freshwater microalga, *Scenedesmus obliquus* and its metabolic fate

Jiuqiang Xiong, Byong-Hun Jeon*
Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul, South Korea.

Clean water resource is an essential factor for a safe life of human beings. Emerging organic contaminants (EOCs) including detergents, disinfectants, fragrances, fire retardants, nonprescription drugs, antibiotics and pesticides have been continuesly discharged into water and soil systems through agricultural activities, domestic and industrial wastewaters, hospital effluent and wastewater treatment plant disposal making water reservoirs highly polluted [1]. These EOCs can induce adverse ecological effects on target- and non-target organisms such as affecting denitrification rate of bacteria in soil [2], improving bacterial resistance [3], and inhibiting the growth of human embryonic cells [4]. Levofloxacin (LEV), a third generation of the fluoroquinolone antibiotic has gained a lot of research concerns as an emerging contaminant. LEV has been ubiquitously observed in surface water, groundwater, drinking water, and wastewater [5,6]. Its adverse effects on the aquatic microorganisms such as bacteria, algae, and invertebrates are also evident [7]. The possibility of its antibiotic effects to increase the bacterial resistance genes is under investigation, as its implications in human health. This study evaluated the removal kinetics of LEV by a freshwater green microalga, *Scenedesmus obliquus*, the effects of salinity on LEV removal and its metabolic fate. Although the removal of LEV by *S. obliquus* was relatively low (4.53±1.04%) as a sole carbon source, the addition of 1% (w/v) sodium chloride (NaCl) into the microalgal culture significantly increased the removal of LEV to 93.43±0.24%. Kinetic studies showed that the kinetic removal rate constant (k) ranged from 0.005-0.289 d^{-1}andthedegradationhalf-livesrangedfrom272-5dwiththeadditionofNaCl(0-5%).ThemassbalanceanalysisofLEVremoval showedthattheenhanceddegradationofLEVbysalinitywasthroughbioaccumulationandsubsequentintracellularbiodegradation by*S. obliquus* cells. Seven degradation intermediates were identified by GC-MS, and decarboxylation, hydroxylation, dehalogenation, side chain break down and ring cleavage contributed to LEV transformation in *S. obliquus* culture.

References

1. Schwarzenbach, R.P., Escher, B.I., Fenner, K., Hofstetter, T.B., Johnson, C.A., Gunten, U., Wehrli, B., 2006. The challenge of micropollutants in aquatic systems. Sci. 313, 1072-1077.
2. Underwood, J.C., Ronald, W.H., Metge, D.W. Repert, D.A., Baumgartner, L.K., Smith, R.L., Roane, T.M., 2. Barber, L.B., 2011, Effects of the Antimicrobial Sulfamethoxazole on Groundwater Bacterial Enrichment, Environ. Sci. Technol. 45, 3096-3101.
3. Dijkshoorn, L., Nemec, A., Seifert, H., 2007. An increasing threat in hospitals: multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*. Nat. Rev. Microbiol. 5, 939-951.
4. Pomati, F., Castiglioni, S., Zuccato, E., Fanelli, R., Vigetti, D., Rossetti, C., Calamari, D., 2006, Effects of a Complex Mixture of Therapeutic Drugs at Environmental Levels on Human Embryonic Cells, Environ. Sci. Technol. 42, 2442-2447.
5. Lindsey, M.E., Meyer, M., Thurman, E.M., 2001. Analysis of trace levels of sulfonamide and tetracycline antimicrobials, in groundwater and surface water using solid-phase extraction and liquid chromatography/mass spectrometry. Anal. Chem. 73, 4640-4646.
6. Ye, Z., Weinberg, H.S., 2007. Trace analysis of trimethoprim and sulfonamide, macrolide, quinolone, and tetracycline antibiotics in chlorinated drinking water using liquid chromatography electrospray tandem mass spectrometry. Anal. Chem. 1135-1144.
7. Robinson, A.A., Belden, J.B., Lydy, M.J., 2005. Toxicity of fluoroquinolone antibiotics to aquatic organisms. Environ. Toxicol. Chem. 24, 423-430.

일반세션

청정석탄

9월 29일(목) 09:30~12:10

호텔르윈 기린 I

CT-11 청정석탄

석탄 연소에서 바이오매스 혼소를 통한 연소 특성 및 회 점착 특성 평가

채태영, 이용운, 이재욱, 강별, 박우용, 양원*
한국생산기술연구원

Characteristics analysis for co-firing and ash deposition of coal/biomass in a bench-scale combustion system

TaeYoung Chae, YongWoon Lee, JaeWook Lee, Byeol Kang, WooYong Park, Won Yang*
Korea Institute of Industrial Technology

석탄연소에서 바이오매스를 혼소 할 경우 발생 할 수 있는 문제들을 미연에 방지하고자 본 연구를 진행하게 되었다. 본 연구에 사용된 실험 장치는 80 kW_{th}급 single burner furnace 로서 전소 및 혼소 실험을 진행 하였다. 전세계적으로 석탄화력의 전력 생산량은 약 40% 정도이고 국내의 경우, 전체 전력 생산량의 39.3%(2014년 기준)를 석탄화력으로 사용하고 있다. 또한, '제7차 전력수급기본계획을 통해 신규석탄화력발전소를 20기 건설 예정으로 지속적으로 전력생산량의 약 40%를 유지할 계획이다. 그러나, 석탄화력 발전 산업에서 NOx, CO2, CO, soot 등 유해 물질 배출 문제는 지속적인 해결 과제이다. 대표적인 유해 물질인 NOx의 경우, 대부분 (90% 이상) 화석연료에 의해 인위적으로 생성되는 대표적인 유해물질로서 이를 감축시키기 위한 연구가 다방면으로 여러 과학자들에 의해 계속 진행되고 있다. 또 다른 대표적인 유해 가스인 CO_2의 경우, 신재생에너지 의무 할당제(RPS; Renewable portfolio standard)에 기반을 둔 감축 정책이 2012년부터 시행되어 바이오매스와 같은 신재생 연료 사용의 연료다변화 발전을 통한 실질적인 CO_2 저감이 진행되고 있다. 본 연구는 이러한 필요성에 의해 국내 석탄화력발전의 대부분을 차지하고 있는 미분탄 화력 발전소에서 RPS 의무 할당제의 실질적 대비 및 REC(Renewable Energy Certificate) 획득을 위해 석탄의 일부를 바이오매스 등 다양한 연료로 전환하여 혼합 연소하는 기술에 관한 내용이다. 바이오매스를 혼소 할 경우 연소 안정성 문제뿐만 아니라 연소 후 생성되는 ash의 성상 및 생성량에도 변화를 보인다. 그러나 현재 국내 석탄화력발전소에서는 혼소율이 낮아(5% 이하) 혼소 시 발생 할 수 있는 문제가 정확하게 밝혀지지 않은 상태이다. 본 연구에서는 이러한 현상들을 보다 확실하게 확인하기 위하여 혼소율을 40%로 하여 장시간 연소 실험을 진행 하였고 이때 발생 하는 문제들을 분석하여 추 후 석탄화력발전에서 혼소율을 높여 운전 할 때 발생 가능한 문제를 예측하고자 한다.

CT-12 청정석탄

A study of low-rank-coal drying in the pressurized flash drying

In Seop Gwak[1], You Ra Gwak[1], Ye Bin Kim[1], Hye Ri Shin[1],
Young Ju Lee[1] and See Hoon Lee[1*]
[1]Department of Mineral Resources & Energy Engineering, Chonbuk National University

In this study, the pressurized flash drying characteristics of the low-rank-coal were analyzed. The moisture contents of low-rank-coal were 17.8% and 22.5%. The experiment were performed at temperature : 200-600℃, pressure : 1-40bar, tube length : 2-6m and particle size : 212-300um and 300-355um. As a result, drying ratio might increase with increasing temperature and pressure. However increasing pressure resulted in increasing boiling point of moisture. Therefore drying ratio might decrease when operation temperature become lower than boiling point with increasing pressure. In spite of short residence time in the pressurized micro-riser, flash drying of low-rank-coals could remove enough moisture content for the utilization of conventional plants.

CT-13 청정석탄

$CoTiO_3$ 산소전달입자의 특성 분석

황종하, 이루세, 김수현, 손은남, 손정민*
*전북대학교 자원에너지공학과

Chracteristic analysis of $CoTiO_3$ oxygen carrier

Jong Ha Hwnag, Roosse Lee, Soo Hyun Kim, Eun Nam Son, Jung Min Sohn*
*Department of Mineral Resources & Energy Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

현재까지도 화석연료는 에너지를 생산하는데 큰 부분을 차지하고 있다. 화석연료를 사용함으로써 전 세계적으로 이산화탄소가 발생하고 있으며, 각국에서는 온실가스의 주범인 이산화탄소를 줄이기 위해 노력하고 있다. 케미컬루핑컴버스천(chemical looping combustion)기술은 공기반응기와 연료반응기로 나뉘어져 있어서 공기반응기에서는 환원된 산소전달입자가 공기와 산화반응이 일으켜 미반응 된 산소와 질소를 배출시키며, 연료반응기에서는 산화된 산소전달입자와 연료가 환원반응을 일으켜 CO_2와 H_2O만을 배출시킨다. 연료반응기에서 H_2O를 응축시키면 순수한 CO_2를 얻을 수 있어 CCS(Carbon capture and storage)를 내제한 3세대 기술로서 평가받고있다. 본 연구에서는 $CoTiO_3$입자를 제조한 뒤 특성을 분석하여 매체순환식연소의 산소전달입자로서 적합한지 판단하였다. $CoTiO_3$입자는 졸겔법으로 제조하였으며, 제조된 $CoTiO_3$는 TPR, TPO를 진행하여 온도에 따른 흡착능력을 평가하였다. TGA장비를 통해 10사이클 동안 산화환원 반응을 반복하여 특성을 분석하였다. 환원성가스로는 15% CH_4/N_2와 15% H_2/N_2를 사용하였으며 산화성가스로는 공기를 purging 가스로는 질소를 사용하였다. FE-SEM을 통해 반응전과 반응후의 입자 표면을 비교 분석하였으며, XRD를 통해 산화와 환원 사이의 반응 메카니즘을 규명하고, 반복되는 반응에서의 결정상을 분석하였다. TPR 결과 640 ℃와 780 ℃부근에서 피크가 관찰되었으며 온도가 증가함에 따라 그래프가 왼쪽으로 이동하였다. TPO 결과 350 ℃와 490 ℃ 부근에서 피크가 관찰되었으며, 700 ℃이상에서 산소가 과포화 된 후 uncoupling되어 포화된 상태로 돌아왔다. 사이클이 증가함에 따라서 350 ℃와 490 ℃ 피크가 증가하였다. TGA분석을 통해 10.4 %의 산소전달용량을 가지고 있음을 확인하였고, 사이클이 반복되어도 반응속도가 거의 일정하게 유지됨을 관찰 할 수 있었다. XRD 분석에서 반응전의 시료는 $CoTiO_3$ 단일상의 입자로 관찰되었으며 15% H_2/N_2와 15% CH_4/N_2를 이용하여 환원시켰을 때에는 Co입자와 TiO_2입자가 관찰되었다.

CT-15 청정석탄

혼합 가스화를 이용한 간접 액화 공정의 경제성 평가

See Hoon Lee[1*], You Ra Gwak, and Ji Hoon Shin
[1]Department of Mineral Resources & Energy Engineering, Chonbuk National University

석유 가격의 급변동으로 인한 사회, 경제적 충격을 완화시키기 위한 방안의 하나로 액화 공정이 모색되고 있다. 특히 석유 정제 활성화로 인하여 지속적으로 발생하는 석유코크스와 저등급 석탄을 혼합하여 이용하는 간접 액화 공정이 유력한 대안으로 떠오르고 있다. 이에 본 연구에서는 혼합 가스화를 이용하는 간접 액화 공정의 경제성을 고찰하였다. 경제성 분석은 내부수익률(internal rate of return, IRR)을 기준시켜 놓고 이를 달성하기 위해 요구되는 휘발유 또는 경유 가격을 비교하는 방식으로 진행되었다. 민감도 분석 결과 석탄과 석유코크스의 함유량, 원료 석탄 및 석유코크스의 가격에 따라 수익률의 변화를 주는 것으로 나타났다.

CT-16 청정석탄

Pressurized Drop Tube Reactor를 이용한 석탄 가스화 특성 연구

라호원, 윤성민, 서명원, 문태영, 윤상준, 김재호, 김용구, 이재구*
한국에너지기술연구원 청정연료연구실

Characteristics of Coal Gasification in a Pressurized Drop Tube Reactor

Ho Won Ra, Sung Min Yoon, Myung Won Seo, Tae Young Mun, Sang Jun Yoon, Jae Ho Kim, Yong u Kim, Jae Goo Lee*
Clean Fuel Laboratory, Korea Institute of Energy Research (KIER)

석탄 가스화 기술은 Clean Coal Technology의 출발점에서 석탄이 가진 에너지를 보다 청정하고 효율적으로 이용할 수 있는 기술이라고 할 수 있다. 특히 에너지 및 화학원료 생산 관점에서 석탄의 가채 매장량이 많으며, 넓은 지역에 분포된 석탄을 보다 청정한 연료로 이용하기 위하여 다양한 분석기술 및 활용기술들이 개발되어지고 있다. 석탄 가스화의 핵심 기술은 연료의 선정, 반응기의 설계, 제작, 반응기의 최적 운전 조건 도출등이 있으며, 석탄 특성에 따라서 가스화 플랜트의 운전조건, 효율등이 변화될 수 있으며 소규모의 실험장치 또는 분석장치를 이용하여 이러한 변화를 미리 예측하고 대응하게 된다면 안정적인 플랜트 운영, 가동율 향상이 가능할 것으로 예상된다. 본 연구에서는 분류층 가스화 공정을 모사할 수 있는 Lab scale 장치인 pressurized drop tube reactor를 이용하여 가압 조건, 산화제의 종류별(O_2, CO_2, H_2O), 산화제의 분압 조건, 반응 온도(1100℃~1300℃)에 관한 가스화 특성을 실험을 실시하였다.[1-3] 또한 실험을 통해 얻어진 결과값을 이용하여 활성화에너지와 빈도인자를 도출하여 가스화 반응기 설계, 가스화 반응 전산 모사, 운전시 참고 자료로 활용할 수 있도록 결과값을 도출하였다.

참고문헌

1. S. Kajitani et al. "Gasification rate analysis of coal char with a pressurized drop tube furnace:, Fuel 81, 2002, pp.539-546.
2. D.J. Harris et al. "Gasification behaviour of Australian coals at high temperature and pressure", Fuel 85, 2006, pp134-142.
3. Koichi Matsuoka et al. "High-Pressure Coal Pyrolysis in a Drop Tube Furnace", Energy & Fuels, 2003, pp984-990

특별세션

UST 녹색기술 심포지엄

9월 29일(목) 09:30~12:00

호텔르윈 기린 II

CT-17 UST 녹색기술심포지엄

Platform Chemicals from CO_2 and Biomass

Yong Jin Kim*[1], Duy Son Nguyen[2], Cong Chien Truong[2], Dinesh Kumar Mishra[1]
Green Process Material Research Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH),[1] Graduate School, Korea University of Science and Technology (UST)

There has been a growing interest in conversion of carbon dioxide (CO_2) and biomass known as renewable resources to building block platform chemicals because the former is abundant and cheap, and the latter has multiple functionalities in their structures which are suitable for further chemical transformation into value-added chemicals. Both approaches are meaningful in terms of carbon footprint and sustainability. In this session, we provide a series of effective catalyst system for producing disubstituted ureas, a precursor to urethanes and isocyanates, from CO_2 and amines, and oxidized furanic compounds from 5-HMF under the conditions of base-free and aerobic oxidation. In addition to various examples of their catalytic performance, active species responsible for their high activities will be discussed.

CT-18 UST 녹색기술심포지엄

나노탄소를 이용한 웨어러블 전자소자 응용

이제욱
한국화학연구원 C-산업육성연구센터

Development of wearable electronic devices using carbon nanomaterials

Jea Uk Lee
C-Industry Incubation Research Center

본 발표에서는 탄소나노튜브, 그래핀과 같은 나노탄소를 이용하여 최근 이슈가 되고 있는 웨어러블 전자소자를 제조하는 연구를 발표하고자 합니다. 최근 금속 와이어, 전도성 고분자 섬유, 나노탄소 섬유 등 다양한 기능성 섬유들을 이용해서 '입을 수 있는 전자소자'를 개발하는 연구가 진행되고 있습니다. 본 연구에서는 습식방사공정을 통하여 그래핀 또는 탄소나노튜브 섬유를 제조하고 금속나노입자를 하이브리드화 하여 전자파 차폐 직물, 섬유형 반도체 소자, 텍스타일 형 광 센서 등을 개발하는 내용을 발표하고자 합니다.

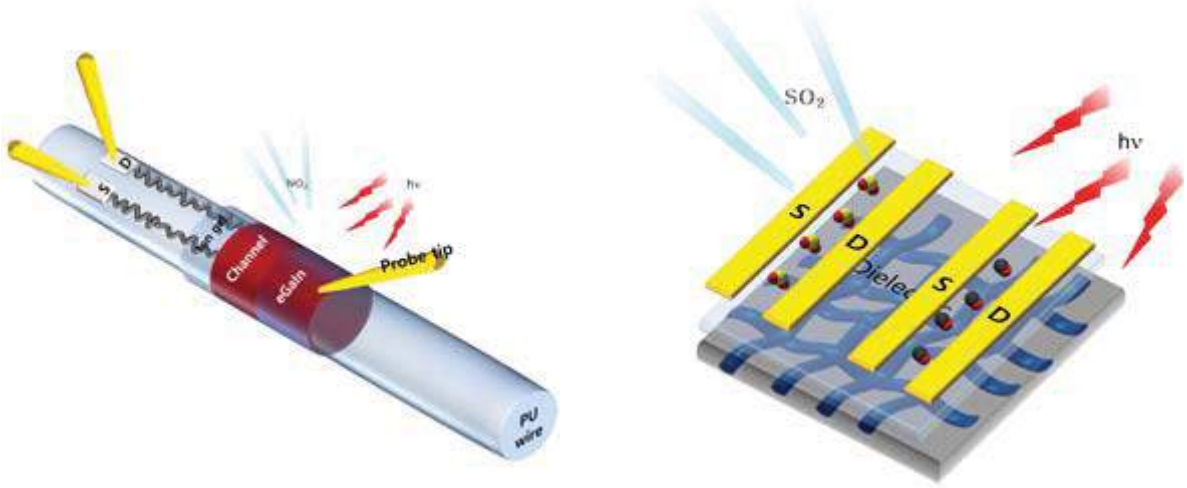


그림. 나노탄소 전극을 이용하여 제조한 섬유형 반도체 소자(왼쪽) 및 직물형 센서(오른쪽)

CT-19 UST 녹색기술심포지엄

Analysis of Molecular Markers and Their Application in Vulnerable Ecosystem under Climate Change

Hyeong Cheol Park

Division of Ecological Conservation, Bureau of Ecological Research, National Institute of Ecology (NIE), Seocheon 33657, Korea

Atmospheric CO_2 concentrations have been rapidly increasing since the industrial revolution. This increasing concentration may reach 550ppm by the middle of this century and 700ppm by the end of the century. However, the pysiological and molecular changes in plant sare still poorly defined. Here we determined the interactive effects of ambient CO_2(aCO_2:350ppm) and elevated CO_2(eCO_2:700,1000,4000ppm) on physiological and morphological changes and properties in molecular level by RNA-sequencing method in plants. To investigate the growth characteristics in *Arabidopsis thaliana* under different CO_2 concentration conditions, the seedlings were treated to four different CO_2 concentrations as noted above, respectively. Based on the results, dry weight of the plants were increased under high CO_2 concentrations (eCO_2:700,and1000ppm)although growth of the plants were decreased under high CO_2 concentrations. We defined the causes of inconsistency by the several experiments such as SEM (Scanning Electron Microscope) and bio-TEM (bio-Transmission Electron Microscope) *etc*. Moreover, the gene expressions in the eCO_2conditions were analyzed by RNA-sequencing method. From the results, we selected the candidate genes for the application in the vulnerable ecosystem under the climate change. Further study will be focused in the comparison of growth patterns and molecular levels to characterize the ecological adaptation mechanisms. Thus, our studies can build a bridge between molecular works and field research.

CT-20 UST 녹색기술심포지엄

2050년 91억 인구 누가 책임질 것인가?
: 글로벌 조건 불리지역에 지속가능 발전을 위한 생명공학기술

곽 상 수 (sskwak@kribb.re.kr)
한국생명공학연구원 식물시스템공학연구센터

급속한 산업화와 인구증가에 따른 화석에너지의 과다사용은 세계 에너지문제 뿐만 아니라 환경문제, 식량문제를 초래하고 있다. 에너지문제, 환경문제, 식량문제는 별개의 문제가 아니라 하나의 유기체로 다루어져야 한다. UN 식량농업기구(FAO)는 2050년 세계 인구는 91억 명(아시아 51억, 아프리카 19억) 이상이 될 것이며 지금처럼 에너지와 식량을 사용하면 2050년에는 에너지는 현재의 3~5배, 식량은 1.7배 필요하다고 전망하였다. 개도국에서도 소득이 증가하면 에너지를 많이 사용하고 동물성 단백질을 많이 섭취하게 된다. 소고기 1kg를 생산하기 위해서 곡물 7kg을 사료로 제공해야 한다. 세계 환경문제, 식량문제, 에너지문제를 가장 심도 있게 전망하는 지구정책연구소 Lester R. Brown박사(1934~)는 1995년 "Who will feed China?" 보고서를 발표한 바 있고, 중국은 2004년부터 식량수입국으로 전락하여 세계 식량문제를 가속화시키고 있다. 한국은 에너지자급률 3%, 곡물자급률 24%(사료용 곡물을 포함)는 국가 에너지안보와 식량안보를 크게 위협하고 있다. 한국은 온실가스 배출량이 세계 7위이며 온실가스 발생 증가속도는 OECD국가 가운데 1위이다. 2015년 12월 파리 기후변화 당사국총회에서 우리 정부는 2030년에 온실가스 배출전망치의 37%를 줄이겠다고 국제사회에 약속하였다. 온실가스 배출량이 증가하는 가운데 어떻게 배출량을 줄일 것인가를 심도 있게 고민하고 준비해야 한다. 보릿고개가 있었던 60년대의 곡물자급률이 약 90%였는데 현재 24%로 크게 감소한 이유는 동물성단백질의 섭취량 증가와 농지훼손이 주된 원인이다. 230만ha에 달하는 농지가 170만ha로 감소하였고 지금도 매년 약 2만ha의 농지가 산업단지와 택지조성, 도로건설 등으로 훼손되고 있다. UN은 인류가 당면한 제반 문제를 해결하기 위하여 생물다양성협약(1993년 발효), 기후변화협약(1994년 발효), 사막화방지협약(1996년 발효)의 3대 환경협약을 설치하여 운영하고 있다. 그러나 환경협약 발효 이전보다 생물다양성, 기후변화, 사막화는 더욱 심각하며 구체적인 대응전략을 수립하고 실천하지 않으면 지구는 더 이상 지속가능하지 않을 것이다. 발표에서는 국내외 환경과 식량이슈를 진단하고 해결방안으로서 생명공학기술을 이용하여 글로벌 조건 불리지역에 적합한 산업식물 (고구마, 알팔파, 포플러) 개발에 대하여 소개한다.

〈연구팀 고구마/알팔파/포플러 논문〉

Park S et al (2016) Orange protein has a role in phytoene synthase stabilization in sweetpotato. Scientific Reports DOI: 10.1038/syep33563

Kim HS et al (2016) Molecular characterization of biotic and abiotic stress-responsive MAP kinase genes, *IbMPK3*and *IbMPK6*, in sweetpotato. Plant Physiology and Biochemistry 108: 37-48

Ji CY et al. (2016) Molecular characterization of tocopherol biosynthetic genes in sweetpotato that respond to stress and activate the tocopherol production in tobacco. Plant Physiology and Biochemistry 106: 118-128

Park SC et al (2015) Overexpression of the *IbMYB1*gene in an orange-fleshed sweetpotato cultivar produces a dual-pigmented transgenic sweetpotato with improved antioxidant activity. Physiologia Plantarum 153: 525-537

Ke Q et al (2016) Down-regulation of *GIGANTEA-Like* genes increases plant growth and salt stress tolerance in poplar. Plant Biotechnology Journal DOI: 10.1111/ppi.12628

Ke Q et al. (2016) Transgenic poplar expressing *codA* exhibits enhanced growth and abiotic stress tolerance. Plant Physiology and Biochemistry 100: 75-84

Wang Z et al (2015) Transgenic alfalfa plants expressing the sweetpotato *Orange* gene exhibit enhanced abiotic stress tolerance. PLoS One e0126050: 1-17

CT-21 UST 녹색기술심포지엄

바이오매스로부터 탄화수소 연료 생산

하정명[1,2], 서동진[1,2], 제정호[1,2]
[1]한국과학기술연구원 청정에너지연구센터, [2]과학기술연합대학원대학교

바이오알코올, 바이오디젤 등 상용화된 바이오연료가 국내외에서 널리 사용되고 있으며 이들 연료의 활용 정도가 전체 신재생에너지 및 바이오에너지 활용에서 큰 부분을 차지하고 있다. 이러한 바이오연료가 널리 활용되고 있음에도 이들 연료는 높은 산소 함량과 낮은 열량 및 기타 연료의 안정적 활용을 저해하는 물질 특성으로 인해 석유 유래 액체 연료를 완전히 대체하지는 못하고 있다. 본 연구에서는 다양한 차세대 바이오연료들의 특성을 살펴보고 각 연료의 제조와 관련된 촉매화학적 기술들을 탐색하고자 한다. 함산소 화합물의 수첨탈산소반응〔1,2,3,4〕, 알킬화〔5〕, 알돌중합〔6〕, 케톤화〔7〕 등의 방법을 통한 화학적 업그레이딩 기술에 대해 알아보고자 한다.

참고문헌

1. Dwiatmoko, A. A., Zhou, L., Kim, I., Choi, J.-W., Suh, D. J., Ha, J.-M., “Production of high-energy-density fuels by catalytic β-pinene dimerization: Effects of the catalyst surface acidity and pore width on selective dimer production”, Energy Convers. Manage., 116, 72-79 (2016).
2. Yoon, J. S., Choi, J.-W., Suh, D. J., Lee, K., Lee, H. Ha, J.-M., “Water-Assisted Selective Hydrodeoxygenation of Lignin-Derived Guaiacol to Monooxygenates”, ChemCatChem, 7, 2669-2674 (2015).
3. Dwiatmoko,A.A., Lee, S., Ham H. C., Choi, J.-W., Suh, D.J., Ha, J.-M., “Effects of carbohydrates on the hydrodeoxygenation of lignin-derived phenolic compounds”, ACS Catal., 5, 433-437 (2015).
4. Lee, C. R., Yoon, J. S., Suh, Y.-W., Choi, J.-W., Ha, J.-M., Suh, D. J., Park, Y.-K., “Catalytic roles of metals and supports on hydrodeoxygenation of lignin monomer guaiacol”, Catal. Commun., 17, 54-58 (2012).
5. Jung, J. K., Lee, Y., Choi, J.-W., Jae, J., Ha J.-M., Suh, D. J., Choi, J., Lee, K.-Y., “Production of high-energy-density fuels by catalytic β-pinene dimerization: Effects of the catalyst surface acidity and pore width on selective dimer production”, Energy Convers. Manage., 116, 72-79 (2016).
6. Yati, I., Yeom, M., Choi, J.-W., Choo, H., Suh, D. J., Ha, J.-M., “Water-promoted selective heterogeneous catalytic trimerization of xylose-derived 2-methylfuran to diesel precursors”, Appl. Catal., A, 495, 200−205 (2015).
7. Lee, Y., Choi, J.-W., Suh, D. J., Ha, J.-M., Lee, C.-H., “ Ketonization of hexanoic acid to diesel-blendable 6-undecanone on the stable zirconia aerogel catalyst”, Appl. Catal., A, 506, 288-293 (2015).

CT-22 UST 녹색기술심포지엄

Butyric acid production from lignocellulosic biomass and macroalgae by Clostridia

엄영순[1,2], 이경민[1]
[1]한국과학기술연구원 청정에너지연구센터, [2]과학기술연합대학원대학교

Lignocellulose biomass has great potential as feedstocks for microbial fermentation in the biorefinery, because it is not controversial in the point view of food crisis. However, lignocellulosic hydrolysate usually contains inhibitors against microbial fermentation. Among these inhibitors, phenolics are highly toxic to butyric acid-producing and butanol-producing *Clostridium*even at a low concentration. Herein, two detoxification methods were developed to detoxify phenolic compounds in lignocellulosic hydrolysate for efficient *Clostridium*fermentation. First, a simple *in situ*detoxification method using a surfactant was developed for butyric acid production by *Clostridium tyrobutyricum* ATCC25755. Second, the electrochemical polymerization method was developed to detoxify phenolic compounds in lignocellulosic hydrolysate for efficient *Clostridium*fermentation. In addition to lignocellulose biomass, seaweed (macroalgae) is attractive as biomass feedstock. Especially, red algae such as *Gelidium amansii* contain high level of carbohydrates (77.2 %) and galactose is a main carbohydrate in *G. amansii*. In this study, we isolated *Clostridium*sp. S1 which was capable of producing butyric acid not only from galactose as the sole carbon source but also from a mixture of galactose and glucose through simultaneous utilization. When acid-pretreated *G. amansii*hydrolysate was used, *Clostridium*sp. S1 successfully produced 4.83 g/L of butyric acid from 9.99 g/L of galactose and 1 g/L of glucose.

CT-23 UST 녹색기술심포지엄

바이오화학제품 생산을 위한 기술개발 전망: 가치사슬형 자원경제 효율성에 연계한 기술적 고찰

김상용[1,2], 이도훈[1,2] , 조진구[1,2] , 김백진[1,2], 신승한[1,2], 김용진[1,2], 이홍식[1,2]
[1]한국생산기술연구원 그린공정소재그룹, [2]과학기술연합대학원대학교 청정공정 및 시스템공학

지난 20년은 곡물 유래 바이오디젤, 바이오에탄올이 선도하는 바이오연료와 PLA, 바이오PE, 바이오1,3-PDO, 바이오PET(바이오EG만 해당)가 개척한 바이오플라스틱이 중심이 되어 이 같은 바이오화학제품이 미래 바이오매스 경제의 주역으로 구체화되는 선행기로 볼 수 있다. 국내에서도 유래가 없는 석유화학과 식품산업 대기업의 관심과 중대형 정부지원사업 지원에 힘입어 상당한 수준의 연구 활동과 성과가 이루어졌지만 선도 선진국에서의 본격적인 상업화 시도가 가시화되는 최근 시점에서 국내 연구의 가능성과 한계에 대한 고찰과 대응 전략 수립은 향후 산업화 가능성과 국제 기술경쟁력 확보 차원에서 더욱 시급한 대상으로 간주된다. 바이오정제과정을 따라 바이오매스 원료원의 확보와 원료화 가공기술, 유망 플랫폼 화학소재의 합성과 연료 및 화학제품화 기술, 분리정제를 포함한 상업적 수준의 공정기술, 범용 외 기능성 섬유, 디바이스, 복합재료 등 다양한 형태로서 고부가 제품의 가공기술 등에 대한 신규 기술성과 사업성에 대한 고도의 분석과 방향 수립이 국가 차원에서 요구되고 있다. 본 발표에서는 생기원의 관련 분야 연구 경험을 소개하며 그동안의 해외 연구 동향 조사에 근거한 재생가능 자원의 생산과 투입부터 바이오화학제품의 가치사슬형 생산과 탄소 중심의 순환과 자원경제 효율성 관점에서 현재 연구 차원의 한계 극복과 미래 기술 수요 대응 관점에서 국내의 다양한 연구 경험과 이해를 교환함으로서 연구 단계부터 초기 실증단계까지 리스크 최소화와 융합적 연구협력의 가능성을 타진하고자 한다.

일반세션

바이오연료 및 소재

9월 29일(목) 13:30~16:15

호텔르윈 피카소

CT-24 바이오연료 및 소재

Thermoccous onnurineus NA1을 이용한 수소 생산기술

이학로*
(포항산업과학연구원)

Hydrogen production with *Thermoccous onnurineus* NA1

Haakrho James Yi*
Research Instutue of Industrial Science & Technology

This study was performed by various affiliated organizations including RIST. Hydrogen can be the clean and efficient fuel and used in fuel cell, production process in semiconductor, TFT-LCD, light cable and many petrochemical processes. Though a lot of technological advances were made, the cost of the hydrogen production is still higher than that of the other fuels.

Thermococcus onnurineus NA1 was sampled by Onnuri ship in 2002. The originated hydrothermal vent located 1650 m below the sea level around the Papua New Guinea. The archaea has 8 different hydrogenases including Sulf I/II, Mbx, Mbh, Mfh I/II, Mch and Frh and the latter 4 enzymes are unique among other microbes including domain Archaea.

Three excellent scientific advances were made through the efforts of the affiliated groups.

1. Hydrogen production mechanism of NA1 was elucidated & published in Nature
2. NA1 was genetically modified for the better hydrogen production by the overexpression of Mch cluster and the reconstruction of the metabolic pathways. The mutant strain can produce 1.8 more hydrogen than the original strain.
3. Solubilizer of the carbon monooxide was improved through microbubbler, fluidized bed reactor and trickle bed reactor.

Through the verification production (2009~2012), model production (2012~2015) stages, mass production (2015~2020) was planned for the large scale hydrogen production (10,000 ton/year). One tonnage fermentor was bulit and operated in Hyundai Steelworks in Dangjin city and the economic feasiblity study will be done.

CT-25 바이오연료 및 소재

공정모사를 위한 거대 해조류 열분해 제품의 물성 정의

Boris Brigljevic, 유준
부경대학교 화학공학과

Characterization of Physical Properties of Macroalgal Pyrolysis Products for Process Simulation

Boris Brigljevic, J. Jay Liu
Pukyong National University; Chemical Engineering Department

This study presents a methodology to simplify the liquid organic mixtures, for simulation of macroalgae pyrolysis using Aspen Plus. Primarily, bio-crude was modeled in order to simulate the conversion from algae, accurately and in a time-efficient manner. Original liquid product mixture contained around 200 compounds (detected experimentally using GC/MS analysis in 75 % accuracy) in water soluble and non-soluble organic phases. Using the reduction method, the number was reduced to 21 representative compounds. Similarly, the method was also used to reduce the number of compounds in the upgraded products (from 160 to 20), thus modelling the hydrotreatment step.

In its databases, Aspen Plus contains information about physical properties of a vast number of compounds. Often, simulations of thermochemical conversion of biomaterials require defining properties for components which are not found in these databases. In this work, a methodology for reducing the amount of experimental data related to composition was developed. Its basis is chemical structure of the compounds, boiling point range similarities, as well as adapting them into components which are already contained within the Aspen databases. This, in essence, represents a crucial step of simulating a complex thermochemical conversion.

CT-26 바이오연료 및 소재

Hexanoic acid로부터 ketone을 생산하기 위한 zirconia aerogel 촉매특성 연구.

이윤수[1,2], 서동진[1], 최재욱[1], 하정명[1*], 이창하[2]

[1]한국과학기술연구원 청정에너지연구센터
[2]연세대학교 화공생명공학과

석유 대체 에너지 자원으로 식물성 바이오매스로부터 바이오 연료를 생산하는 신재생 에너지 개발에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 바이오매스로부터 발효공정 및 열분해 공정으로부터 상당량의 카르복실산 (carboxylic acid)가 생성된다. 이러한 카르복실산이 포함된 바이오 연료 및 화학 원료로 사용함에 있어 저장탱크 및 내연기관의 부식을 일으키는 문제점이 발생된다. 때문에 이러한 카르복실산을 제거하거나 이를 이용하여 보다 부가가치가 있는 생성물로 전환되어야 한다. 따라서 카르복실산을 케톤화 반응 (ketonization)을 함으로써 케톤 (ketone)으로 전환하여 이를 연료 또는 화학 원료로 활용 할 수 있다. 바이오매스로부터 생성되는 다양한 카르복실산 중 hexanoic acid는 glucose의 발효공정으로 생성되는 주생성물이며 이를 케톤화 반응을 통하여 11-탄소 분자를 갖는 케톤으로 전환함으로써[1] gasoline/disel 연료로 활용 가능하다. 케톤화 반응에서 촉매로는 주로 금속산화물 촉매가 사용되고 있으며 산화망간, 산화마그네슘 촉매가 높은 활성을 보인다고 알려져 있다[2]. 하지만 이러한 촉매에서는 카르복실산을 반응물로 사용함에 있어 촉매가 녹아 용출되는 문제가 발생된다[3]. 따라서 본 연구에서는 내산성이 강한 zirconia 촉매를 이용하여 케톤화 반응 활성을 알아보고 촉매의 특성과 케톤화 반응의 활성과 비교해 보았다. 또한 보다 반응 활성을 높이기 위하여 높은 비표면적을 갖고 있는 zirconia aerogel 촉매를 이용하여 hexanoic acid의 케톤화 반응 활성을 알아보았다. zirconia aerogel의 구조, 비 표면적 및 표면의 metal-oxygen 결합상태를 알아보기 위하여 XRD, N_2-physisorption, XPS 분석을 하였으며, 촉매의 산/염기 특성을 알아보기 위하여 NH_3-, CO_2-TPD 분석을 수행하였다.

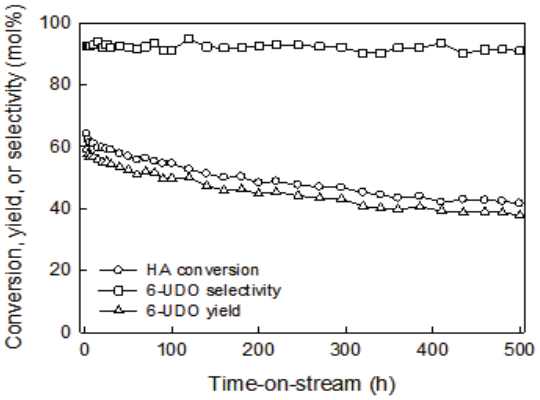


Fig. 1. Catalytic ketonization of hexanoic acid using zirconia aerogel at 360 °C

참고문헌

1. C. A. Gaertner et al., *Ind. Eng. Chem. Res.*, **49**, 6027-6033 (2012)
2. Tu N. Pham et al., *ACS Catal.*, **3**, 2456-2473 (2013)
3. Y. Lee et al., Appl. Catal. A, **506**, 288-293 (2015)

CT-27 바이오연료 및 소재

석탄 화력발전에서 바이오매스 혼소를 위한 반탄화 우드펠릿 특성 비교 분석

이용운, 채태영, 이재욱, 강별, 박우용, 양원*, 김낙균[1], 나익환[1]
한국생산기술연구원, [1](주) 한국테크놀로지

Comparison analysis of Torrefied woodpellet properties for biomass co-firing in coal fired power plant

YongWoon Lee, TaeYoung Chae, JaeWook Lee, Byeol Kang, WooYong Park, Won Yang*
NakKyun Kim[1], IkHwan Na[1]
Korea Institute of Industrial Technology, [1]Hankook Technology

바이오매스의 반탄화는 산소가 없는 분위기에서 200-300°C의 온도로 10-60분간 가열하여 연료의 품질을 향상시키는 전처리 기술이다. 바이오매스는 반탄화 과정을 통해 약 100°C 내외에서 수분이 증발되며 약 150-300°C에서 바이오매스 구조가 열적 분해되어 소수성과 비섬유질로 전환된다. 반탄화 바이오매스는 전처리 전 바이오매스 대비 고정 탄소, 탄소함량, 발열량, 에너지 밀도, 분쇄성이 증가하며 미생물에 의한 분해성 감소와 취급/저장이 용이해지는 장점을 가진다. 이러한 장점을 가진 반탄화 바이오매스는 기존 화력발전에 적용하여 바이오매스 혼소율을 증가시킬 수 있으며 이를 통해 신재생 에너지원의 활용을 증가시킬 수 있다. 본 연구에서는 스팀과 질소를 반탄화 공정의 연소 방지를 위한 퍼징 가스로 사용하여 생성되는 반탄화 바이오매스의 특성을 분석하였으며 이를 통해 기존 석탄 화력 플랜트에서 활용 방안을 모색하였다.

본 연구에서는 약 300g의 우드펠릿(수분 5.6%, 회분 0.4%, 휘발분/고정탄소 비 4.8과 발열량 18.8 MJ/kg)을 대상으로 Lab-scale 고정층 반응기를 통해 반탄화 실험을 진행하였다. 퍼징을 위한 질소는 약 2 L/min을 사용하였으며 스팀은 약 20 L/min(약 300°C)내외의 유량으로 반응기에 투입하였다. 반탄화 우드펠릿은 전기 히터를 통해 10°C/min으로 230-300°C의 목표 온도까지 승온하였으며, 충분한 반탄화를 위해 목표 온도에서 4시간을 유지하였다.

스팀과 질소 분위기에서 생성된 반탄화 우드펠릿의 수율은 반탄화 온도가 상승함에 따라 약 85-50% 내외로 급격히 감소하였다. 스팀 조건에서 생성된 반탄화 우드펠릿의 수율은 질소 조건 대비 약 3-5% 내외로 낮게 나타났다. 스팀 조건에서 생성된 반탄화 우드펠릿의 고정탄소, 탄소 함량과 발열량은 질소 조건에서 생성된 반탄화 우드펠릿보다 높게 나타났다. 동일한 반탄화 온도 조건에서 스팀은 질소 대비 대류 열전달 계수가 2배 이상 높으며, 본 연구에서는 스팀의 유량이 10배 내외로 투입되기 때문에 바이오매스의 반탄화(열적 분해)가 더욱 진행됨을 확인할 수 있었다. 열중량 분석(TGA)을 통해 반탄화 우드펠릿의 생성 온도 조건에 따라 연료 이송장치 및 저탄 과정에서 발생되는 자연발화성을 확인하였다. 추가적으로 기존 화력발전의 미분기에 반탄화 우드펠릿을 적용할 경우 분쇄 특성을 파악하기 위해 Lab-scale 볼밀을 사용하여 석탄(아역 청탄)과 비교 분석하였다.

결론적으로 본 연구에서는 다양한 조건의 실험과 분석을 바탕으로 기존 석탄 화력 발전에서 석탄과 혼소 가능성을 파악하였다. 또한, 반탄화 우드펠릿의 활용으로 기존 우드펠릿 대비 혼소율 증가 방안에 대해 모색하였다.

CT-28 바이오연료 및 소재

트레할로스 생합성 유전자 발현을 통한 재조합 대장균의 폐글리세롤에 대한 저항성 향상 및 유용물질 생산에 적용

김창준*
경상대학교 화학공학과

Improved tolerance of recombinant *Escherichia coli* to the toxicity of crude glycerol by overexpressing trehalose biosynthetic genes (*otsBA*) for the production of value-added products

Chang-Joon Kim
Department of Chemical Engineering, Gyeongsang National University

폐글리세롤은 바이오디젤 생산공정의 부산물로 발생된다. 글리세롤의 가격하락과 폐글리세롤의 과잉 발생으로 인해 이를 정제하여 판매하는 것이 가격 경쟁력을 상실하고 있다. 많은 연구자들이 폐글리세롤을 기질로 사용하여 고부가가치 물질 생산을 위한 미생물공정 개발에 대한 많은 연구를 수행한 결과 폐글리세롤이 미생물 생장을 저해하여 고농도 물질 생산에 한계가 있음을 지적하였다. 본 연구는 폐글리세롤의 독성에 저항성을 갖는 미생물을 개발하고 이를 이용하여 고부가가치 유용물질을 생산하는데 그 목적이 있다. 트레할로스는 비환원성 이당류로 미생물들이 열, 삼투압, 에탄올 등에 노출되어 극심한 스트레스 상황에 직면해 있을 때, 트레할로스가 세포 내에 생합성/축적되어 미생물들을 보호하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 트레할로스 생합성 유전자 (*otsBA*)를 과량 발현하는 재조합 대장균을 제작하고 특성을 분석하였다. 순수 글리세롤 또는 지방산이 제거된 폐글리세롤(전처리 글리세롤)을 기질로 사용한 배양에서 세포생장 및 트레할로스 생산량을 조사하였다. 베타-카로텐을 생합성 하는 재조합 대장균에 *otsBA*를 추가 발현하는 재조합 대장균을 제작하고 폐글리세롤을 기질로 사용하여 세포 생장 및 베타-카로텐 생합성을 조사하였다. 아미노레블린산(ALA)을 생합성하는 재조합 대장균에 *otsBA*를 추가 발현하는 재조합 대장균을 제작하고 폐글리세롤이 함유된 배지에서 세포 생장 및 ALA 생산량을 조사하였다.

참고문헌

1. Nguyen, A. D. Q., Kim, Y. G., Kim, S. B., and Kim, C. J., "Improved tolerance of recombinant *Escherichia coli* to the toxicity of crude glycerol by overexpressing trehalose biosynthetic genes (*otsBA*) for the production of β-carotene," *Biores. Technol.*, **143**, 531-537 (2013).
2. Li, H., Su, H., Kim, S. B., Chang, Y. K., Hong, S. K., Seo, Y. G., Kim, C. J., "Enhanced production of trehalose in *Escherichia coli* by homologous expression of *otsBA* in the presence of the trehalase inhibitor, validamycin A, at high osmolarity," *J. Biosci. Bioeng.*, **113**, 224-232 (2012).

CT-29 바이오연료 및 소재

바이오에너지 생산을 위한 폐 목제품의 당화 적성 연구

최은지[1], 윤새민[1], 이연주[2], 고은서[2], 김영균[1], 김영숙[*]
[1]국민대학교 임산생명공학과, [2]세종과학고등학교

서론

화석자원 유래의 수송용 연료로 인한 온실가스 배출을 줄이기 위한 방편으로 바이오에탄올과 바이오디젤 등의 청정에너지가 요구되는 상황에서 각 국은 바이오에너지 생산을 위한 기술개발이 한창이다. 특히 옥수수와 같은 식량원료 대신에 목질계바이오매스를 원료로 하는 기술 개발에 관심을 기술이고 있다. 목질계 바이오매스인 폐지류(폐신문지, 폐인쇄용지)와 폐MDF는 국내에서 다량 발생하는 폐자원으로서, 2015년 기준 폐지류의 경우 년간 약 433만톤이, 폐목재의 경우 164만톤이 발생되었다. 그 중 생활계나 사업장계에서 폐기되는 폐목재에는 MDF가 39.5%로 가장 많이 배출되었다. 이러한 폐자원은 그 양이 풍부하고 가격이 저렴하여 국내의 바이오에탄올생산에서 원재료를 대체할 수 있는 생산원료로서 중요한 역할을 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 다량 발생하는 폐자원 인 폐신문지, 폐인쇄용지와 폐MDF를 대상으로 본 연구실에서 개발한 당화효소를 적용한 목질계 바이오에탄올 생산 적합성에 대해 검토하였다.

재료 및 방법

공시재료로서 폐목제품 중 신문지와 컴퓨터인쇄용지는 10X10 mm의 크기로 조정하여 사용하였으며, 폐MDF는 분쇄하여 입도 40mesh를 통과한 섬유를 사용하였다. 대조군으로서 cellulose(DEAJUNG)을 사용하였다. 효소 가수분해에 사용한 효소는 본 연구실에서 개발한 신규개발효소(KMF001)와 CellicCTec2(Novozyme)을 사용하였다.

공시재료의 전처리 방법은 일반적인 목질계 바이오매스 전처리에 사용하는 방법으로 문헌을 통해 효율이 높은 황산(1.5% H_2SO_4, 121℃, 1시간), 알카리(0.1 N NaOH, 125℃, 30분), 열수(100℃, 30분), 열수-계면활성제(0.5 wt% PEG1000, 30℃, 1시간) 전처리 공정을 채택하여 각각 적용하였다. 고형시료분석은 NREL 분석법(NREL/TP-510-4218)에 준하여 실시하였다. 효소 가수분해는 각 효소의 최적 반응 조건(20 FPU/g,glucan, 72 hrs, 개발효소: 35℃, CellicCTec2: 50℃)에 준하여 실시하였다. 발효시험은 앞에서 생산된 당화액에 *S. cerevisiae* D452-2를 처리하여 30℃에서 48시간동안 발효하였다. 당화율과 에탄올 농도 분석은 HPLC(Aminex HPX-87H column)를 사용하였다.

결과 및 고찰

전처리 전 후의 기질 성분분석 결과, 폐지류는 전처리 전의 cellulose 함량은, 신문지, 72%, 인쇄용지, 77%이었으나, 전처리 후에는 신문지, 80%, 인쇄용지, 약 86%로 공시원료 중 리그닌과 Hemicellulose의 성분들이 감소하였다. 또한 폐MDF의 경우, 전처리 후에 cellulose 비율이 평균 60%로서 폐종이에 비해 고형원료에 함유된 Lignin의 함유량이 높았다(폐종이류의 Lignin 함유량 평균 10%, MDF의 경우 30%). 효소 가수분해 결과, 우선 기질별로 신문지(황산전처리, 당화율 61%)와 인쇄용지(알카리전처리, 당화율 66%)가 MDF(알카리전처리, 당화율 13%)에 비해 매우 높은 당화율을 나타냈다. 이같은 현상은 MDF에 잔유 리그닌 함량이 높은 것에서 기인된 것으로 고찰되었다. 또한 전처리별 당화 결과, 신문지의 경우 황산전처리와 알카리전처리 조건에서 각각 61%, 58%로 높은 당화율을 나타냈고, 인쇄용지와 MDF에서는 알카리전처리 조건에서 가장 높은 당화율을 보였다(각각 66%, 13%). 그리고 전처리된 공시재료에 신규개발효소를 적용한 결과, 신문지의 경우 황산전처리 조건에서는 상용효소에 비해 17%의 당화율 상승효과를 보였고, 알카리전처리 조건에서는 33%의 큰 당화증가율을 나타냈다. 또한 인쇄용지도 알카리전처리 조건에서 상용효소 대비 30% 상승되는 결과를 보였다. 이와 같은 결과에 기초하여, 폐종이의 경우, 알카리 전처리가 더 좋은 당화율을 나타내었고, 효소활성을 20 FPU로 당화했을 때, 상용효소에 비해 본 실험실에 개발된 효소가 높은 당화율을 나타내 향후 폐종이의 에너지화에 적용 가능함이 시사되었다.

사사

본 연구는 산림청 '산림과학기술개발사업(과제번호 : S211316L010110)'의 지원에 의해 진행되었음.

Pyrolysis of Brown Alga *Saccharina japonica* after Water Washed Pretreatment in a Bubbling Fluidized-bed Reactor

Jae Hyung Choi[1,2], Hee Chul Woo[3], Jinsoo Kim[4] and Seung-Soo Kim[2,*]
[1]Department of Chemical Engineering, Kangwon National University
[2]Institute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University
[3]Department of Chemical Engineering, Pukyong National University
[4]Department of Chemical Engineering, Kyung Hee University
*sskim2008@kangwon.ac.kr

The pyrolysis characteristics of *Saccharina japonica* obtained from an offshore (35 m water depth) aquaculture facility in Cheong-San Island were systematically investigated using a thermogravimetric analyzer and a bubbling fluidized-bed reactor. The pretreated *S. japonica* sample, which were water washed, for demineralization was decomposed by endothermic reaction in temperature range of 200 °C and 350 °C at different heating rates of 5-20 °C/min. The calculated activation energy increased from 36.31 to 393.01 kJ/mol with increasing the pyrolysis conversion from 5% to 60%, respectively. The yields of pyrolysis product such as bio-char, bio-char, and gas were significantly influenced in the conditions of temperature 350-450 °C and fluidization velocity 2.0-4.5 U_{mf}. The yield of bio-oil at 375 °C and 4.0 U_{mf} was maximal 31.27 wt%, and the HHVs of dark (i.e., organic) and transparent (i.e., aqueous) oil fractions in the bio-oil were 31.47 and 5.41MJ/kg, respectively. The major compounds in the bio-oil were dianhydromannitol, phenols, indoles, cyclopentens and furans, showing the high selectivities. Carbon number distribution of produced bio-oils was determined through simulated distillation by TGA, and the bio-oils at 375 and 425 °C exhibited weight fractions of gasoline (28.55-30.09 wt%), kerosene (25.10-26.43 wt%), gas oil (19.38-19.80 wt%), heavy oil (10.76-12.32 wt%), and lubricant (4.97-5.38 wt%).

Acknowledgment
This work was supported by Ministry of Oceans and Fisheries, Republic of Korea (Project No. 20140559).

일반세션

산업세정

9월 29일(목) 13:30~17:00

호텔르윈 기린 I

CT-31 산업세정

웨이퍼 세정용 냉각형 메가소닉 개발

임의수, 이양래, 김현세
한국기계연구원 극한기계연구본부

Development of air cooling type Megasonic for wafer cleaning

Euisu Lim, Yanglae Lee, Hyunse Kim
Research Division for Extreme Mechanical Systems Engineering,
Korean Institute of Machinery and Materials

반도체산업에서 세정공정은 전체의 40% 정도를 차지하는 중요한 공정이다. 메가소닉은 반도체 세정에 이용되고 있는 한 종류로서, 한번에 여러장의 웨이를 세정하는 배치식과 한번에 한 장씩 세정하는 매엽식이 있으며, 반도체의 세정기준이 강화되어감에 따라 세정효율 제고와 균일한 세정이 가능한 매엽식이 개발되고 있는 추세이다.
본 연구에서는 패턴이 없는 웨이퍼를 세정하기 위해 음압이 강하고 균일한 1 Mhz급 매엽식 냉각형 진동자를 설계, 제작하고 그 성능을 평가하였다. 진동자의 설계는 음압분포가 균일하도록 유한요소해석을 통해 최적화하였으며, 강한 초음파 발생을 위해 높은 입력파워가 인가될 수 있도록 air 냉각층을 두었다.
개발된 진동자의 공진주파수는 0.997 MHz로 나타났으며, 설계주파수 1 Mhz와 약 3 kHz의 차이를 보였다. 성능평가는 5 에서 25 W까지 입력파워를 변화시키면서 수행하였다. 음압분포는 그림 2와 같이 균일하게 나타났으며, 평균음압은 25 W에서 65 kPa 이상이었고, 평균음압 대비 표준편차는 외국제품에 비해 약 10%정도 우수함을 보였다. 세정실험은 100 nm이상의 표준입자를 웨이퍼에 도포한 후 수행하였으며, 실험결과 10~25 W에서 90~97.6%의 제거율을 보였다.

그림 1. 시작품

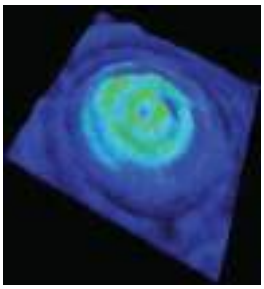


그림 2. 음압분포

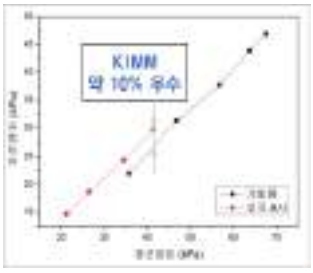


그림 3. 평균음압 대비 표준편차

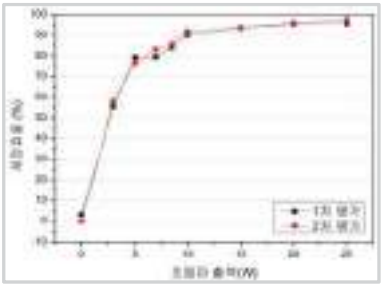


그림4. 세정효율

감사
본 연구는 산업통상자원부의 2010년 에너지기술개발사업에서 지원 받았습니다. (과제번호 : 2010T100100909)

참고문헌
1. Geng, H., “Semiconductor manufacturing handbook,” McGraw-Hill Professional, 1st Ed., 2005.
2. Moumen, N., Guarrera, M., Piboontum, C., and Busnaina, A. A., “Contact and non contact post-CMP cleaning of thermal oxide silicon wafers,” Proc. of IEEE/SEMI Conference and Workshop on Advanced Semiconductor Manufacturing, pp. 250-253, 1999.
3. Dale Ensminger, “ULTRASONICS, Fundamentals Technology Applications“, MARCEL DEKKER, INC, 1988
4. Milan D. Radmanovic, Dragan D. Mancic, “ Design and Modeling of the Power Ultrasonic Transducers”, MP Interconsulting, 2004

CT-32 산업세정

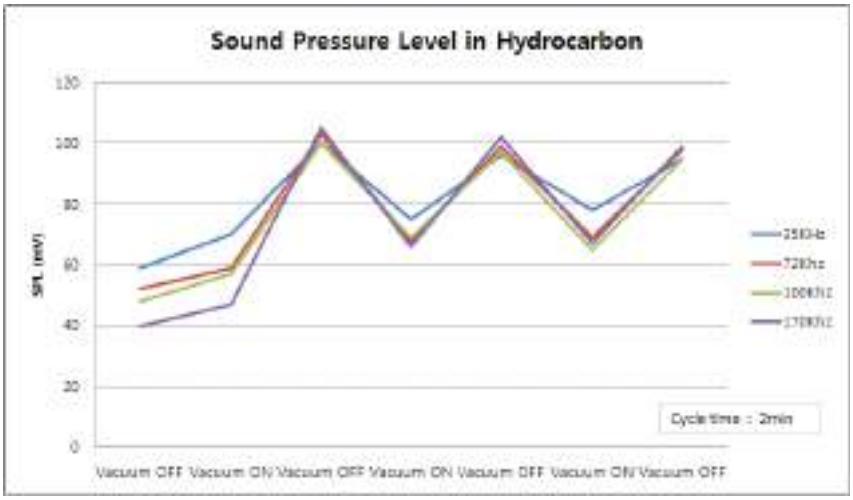
진공상태에서의 세정액내의 초음파 강도변화에 관한 연구

이재영
미래초음파기술

A study on the variation of ultrasonic intensity in cleaning detergent at vacuum state

Jaeyoung Lee
Mirae Ultrasonic Tech. Co.,

고정밀도 세정 및 친환경적인 밀폐형 진공세정기술과 초음파기술을 결합하는 Flexible cleaning system을 구현하기 위한 필수 요소중 하나인 진공, 초음파 주파수 별 특성을 고찰함으로써 효율적인 세정이 가능하도록 하는데 목표를 두고 연구를 진행하였다.
35/72/100/170Khz를 발생하는 4주파 초음파 장치와 100torr 진공장치를 결합하여 물, 탄화수수(Hydro carbon), IPA (iso prophil alcohol) 3종류의 세정액을 대상으로 실험을 진행한 결과, 물의 경우 진공상태에서 음압의 저하율이 30~60%로 나타나고 절대값 기준으로는 탄화수소 및 IPA와 비슷한 수준의 강도를 보이는 것을 관찰하였으며, 탄화수소 및 IPA의 경우에는 초기상태에서 음압이 매우 낮았는데 진공상태에서 오히려 음압이 10~50%증가하는 현상을 관찰 할 수 있었음. 또한 진공과 대기압상태를 반복함으로써 내부의 가스를 제거함과 동시에 안정적인 음압 상태를 보여준다는 것을 확인할 수 있었음.
본 연구를 통하여 진공세정에서의 진공과 대기압을 반복하는 cycling cleaning의 효율성을 파악할 수 있었으며 특히 표면장력이 낮고 비중이 낮은 탄화수소, IPA 세정에서 효율적이라는 사실을 입증할 수 있었다. 이 결과를 바탕으로 실제의 응용에서 진공 ON/OFF 시간 및 초음파 주파수를 선택적으로 이용하는 Flexible cleaning system 구축을 위한 기초 자료로 활용이 될 수 있다.



참고문헌
1. Isavan Boszormenyi, Candace T.Seip,, “Ultrasonic Cleaning Fundamentals”, 9th Annual International Cleaning Technology Exposition, pp. 455(2002).
2. Japan Industrial Conference For Ozone Layer Protection, Handbook of Industrial Cleaning and Technologies, Realize INC., pp. 171(1994).
3. 산업세정연구회, 산업세정기술, 성균사, pp. 116(2015).

CT-33 산업세정

전기전자용 flux 및 defluxing 케미칼 개발

성경환, 장성화
(주)태원시스켐

Development of flux and defluxing chemicals for electronics

KyoungHwan Seong, SungHwa Chang
Taewon SISChem Co., Ltd.

본 발표에서는 전기전자 산업의 PCB기판 제조공정 중 사용되는 flux와 defluxing 케미칼들의 일반적인 특성과 연구개발 사례를 소개한다. Flux인 경우, 다층막 구조 및 고직접화에 따른 물성과 soldering 작업성 향상이 요구되고 있는 상황이며, defluxing 케미칼인 경우 용해력 증가, 미세 잔류물 문제, 재질영향성 확보 등이 기술적 극복사항으로 대두되고 있는 상황이다.

Table 1. Physical properties of flux

구분	규격	Test Method
비중	0.810 ± 0.005	KS C 2509 6.4
고형분(wt%)	10% ± 0.5	KS C 2509
확산 (%)	75 이상	KS C 2509 6.10
수용액 저항(Ωm)	500 이상	KS C 2509 6.7

참고문헌

1. Bae J. H., "Alternative cleaning agents and alternative cleaning technologies for replacing CFC", Prospective of Industrial Chemistry, 8(2), 25~40 (2005)

CT-34 산업세정

강재류 세정용 초강알카리 전해이온수 대체세정시스템 개발에 관한 연구 및 성과

이동기
한국화학융합시험연구원

A study on the development of the highly alkali ionized water cleaning system for steel based cleaning items, and it's outcome

Dong Kee Lee
Korea Testing & Research Institute

pH 13의 초강알카리 전해이온수를 사용하여 부식이 쉽게 발생하는 강재류 제품에 대해 강재류 피세정물의 염소계 용제 대체세정 시스템 개발에 관한 연구를 수행하였다. 개발시스템은 강알카리 전해이온수를 사용하여, 침적 초음파 세정, 침적 초음파 린스, 스프레이 린스, 에어 커팅, 열풍 건조의 구조이며, 사용한 전해이온수는 분리막으로 recycling 하여 침적 린스조 및 스프레이 린스조에 공급되는 구조를 갖는 시스템이다. 린스조에 공급되는 recycling 액은 오버플로 되어 세정조로 넘어가고 세정조의 오염된 액은 세정조에 붙어 있는 3개의 격실을 통과하여 1차 recycling 되고, 최종 격실의 오염된액이 분리막 recycling 장치로 흘러 들어가 2차 정제되게 된다. 생성된 pH 13의 강알카리 전해이온수는 사용온도에 영향을 약간 받는 것으로 평가되었으나 저장 시간에는 큰 영향을 받지 않는 것으로 시험결과 확인되었다. 사용된 오염물은 기계가공유이며, 사용한 강알카리 전해이온수의 recycling을 위해 한외여과막을 사용하였다. 사용한 분리막의 재질은 PAN(polyacrylonitrile)이며 recycling 후 측정한 pH는 13을 유지하였다. recycling 액에 대해 n-헥산으로 추출하여 잔류 유분을 측정한 결과 잔류유분이 검출되지 않음으로써 오염물에 대한 recycling이 100% 임을 확인하였다. recycling 액에 대한 세정성능 확인을 위해 세정후 물방울 접촉각을 test한 결과 우수한 세정성능을 나타내었다. 피세정물의 잔류유분 시험결과 1$\mu g/cm^2$ 레벨의 결과를 나타냈으며, 전해조 소비전력은 전극 1ea 기준 max. 약 350w 이하, 전해수 생성량은 2.0ton/ day, 린스수 생성량은 max. 20L/min, water-mark 는 none, 세정시간은 min. 1min 정도였으며, 방청성 시험결과 4주간 발청이 안되는 것으로 확인되었다. 대체시스템과 기존시스템의 물질 및 에너지 수지 분석을 통한 running cost 시뮬레이션 결과, 기존대비 50%의 유지 비용으로 운영이 가능한 것으로 분석되었으며, 현재 개발시스템은 생산 현장에 적용되어 제품을 양산하고 있다.

감사
본 연구는 중소기업청에서 시행한 "제조현장녹색화 기술개발사업"의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다(과제번호 S2022163).

참고문헌

1. Dong-kee Lee, "A study on the development of the highly alkali ionized water cleaning system for steel based cleaning items", 한국청정기술학회 춘계학술발표회 논문집, pp. 40(2014).
2. Dong-kee Lee, "A study on the recycling of highly alkali ionized water and it's usability for cleaning of the steel parts", 한국청정기술학회 춘계학술발표회 논문집, pp. 153(2014).
3. Dong-In Kim, Dong-kee Lee, Seung-mo Yang, "Feasibility study of recycling system using superpower alkali ionized water for cleaning steel parts", 한국청정기술학회 추계학술발표회 논문집, pp. 125(2013).

CT-35 산업세정

맞춤형 세정제 Solution 케미칼 개발

이성옥
내일기술

Development of customized cleaning chemicals.

Sungok Lee
Neail Technology Co.,

■ 산업현장의 오염물질
1) 산업현장의 각종 오염물질은 생산공정, 수질, 토질 등의 영향을 받아 산업분야와 지역적 특징에 따라 오염물질의 물성의 차이가 발생함.
2) 동종업계의 같은 공정이라 하여도 License에 따라 오염물질 또한 물성의 차이를 보임.
3) 현장에서 사용하는 청관제와 첨가제에 따라 공업용수의 오염물질이 물성의 차이를 보임.
■ 산(acid)을 사용하지 않는 화학세정
1). 기계장비의 부식이 없는 화학세정
■ 산업현장의 고질적인 문제점 해소
1) 오염물질로 인한 생산성 향상에 큰 차질 발생
2) 열효율 저하로 인한 에너지 손실 및 이산화탄소 배출량 증가
3) 기계장비의 노화촉진
4) 소모품 교체에 따른 비용 부담 증가
5) 빈번하게 발생하는 안전사고
■ 화학세정과 기계장비의 부식
1) 각종 부식 형태
2) 수소 취성의 근본적인 문제
3) Pin hole coorrosion의 발생 원인
■ 화학세정 적용사례
1) 각종 oil Scale 제거 사례
2) 각종 유기물 Scale 제거 사례
3) BR, SBR, NBR 종류의 Rubber 제거 사례
4) 기타 물질의 제거 사례

참고문헌
1. Bae J. H., "Alternative cleaning agents and alternative cleaning technologies for replacing CFC", Prospective of Industrial Chemistry, 8(2), 25~40 (2005)

CT-36 산업세정

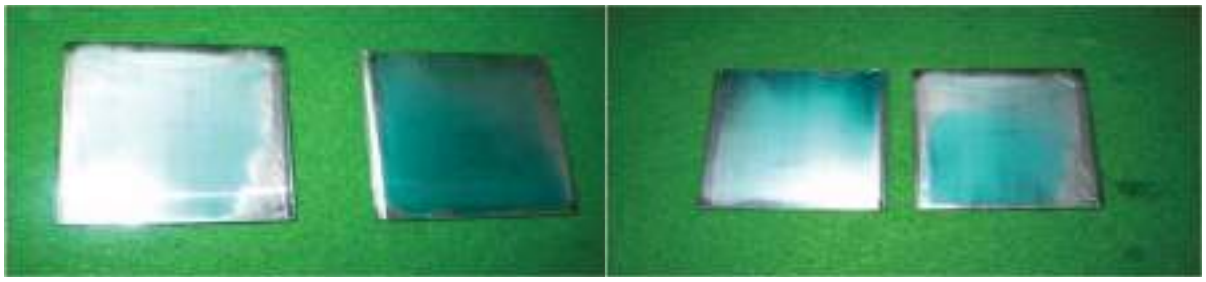
A Study on the Synthesis of Phosphate ester-type Surfactants and its Application of their Oil Cleaning Ability and Metal Corrosion Resistance.

Sungnam Kim, Ho Lim, Seungmo Yang, Jaeheum Bae[1]
IL SHIM Fine Chemicals. Co., Ltd. , [1]TAE WON Sischem. Co., Ltd.

The phosphate ester-type surfactant were developed for the removal of deep drawing lubricants, extrusion oils generated in the manufacturing process of die casting and press parts . It was prepared from 1mol phosphoric acid anhydride and 2-4.5mol polyoxyethylene glycol monoalkyl ether or a similar compound. The physical properties of the developed phosphate ester-type surfactants were measured and their metal corrosion resistance and stability were evaluated. The synthesized product was quite stable at 60~110℃ without any decomposition. And its properties show good colour, quite bright clarity, and excellent resistance to metal discolarization and acid drift in storage.
And a cleaner DTR-200 was formulated with the developed phosphate ester-type surfactant and applied to cleaning of metal parts in the mechanical industry. It was found that DTR-200 was comparable to the benchmark product in cleaning ability of oils and corrosion resistance of metals.

Table 1. Physical properties at 25℃ of the developed 10% Cleaner DTR-200

Classification	Physical properties
Specific gravity	1.06
Viscosity (cP)	5.0
Surface tension (dyne/cm)	55.1



Benchmark product(P-380) **DTR-200**

*** 30 sec cleaning of metal specimen with 10% Cleaner solution at 50℃** and 40kHz Ultrasonic frequency

Figure 1. Comparison of Cleaning Ability of Two Cleaner Products

References

1. Bae J. H., "Alternative cleaning agents and alternative cleaning technologies for replacing CFC", Prospective of Industrial Chemistry, 8(2), 25~40 (2005)

특별세션

산업부 신재생에너지기술개발사업 바이오분야 수행과제 공개발표

9월 29일(목) 13:30~16:30

호텔르윈 기린 II

CT-37 산업부 신재생에너지기술개발사업 바이오분야 수행과제 공개발표

국내 바이오연료의 현황 및 신산업 창출 전략

김재곤*, 박천규, 하종한
한국석유관리원 석유기술연구소

Domestic biofuels Status and New Industry Creation strategy

Jae-Kon Kim*, Cheon-kyu Park, Jong han Ha
Research Institute of Petroleum Technology, Korea Petroleum Quality & Distribution Authority

세계 각국은 현재 경제성 관점이 아닌 자국의 에너지안보, 에너지원 다양화 및 기후변화 대응을 위한 온실가스 감축을 목적으로 전체 바이오연료 중 바이오알코올(76%), 바이오디젤(22%) 및 바이오가스 등을 도입하여 사용하고 있으며, 확대하는 추세에 있다. 따라서 해외각국은 신기후체제(COP21) 이후, 수송부문의 온실가스 저감대책으로 바이오연료를 확대하고, 온실가스 감축효과가 큰 2세대 바이오연료 개발에 집중하고 있다. 최근 국내 정부도 제2차 국가에너지기본계획을 통하여 2035년까지 신재생에너지 보급 목표를 11%로 설정하였며, 제4차 신재생에너지기본계획에 따라 수송부문의 신재생에너지 연료 혼합의무화제도(RFS)를 2015년 7월 31일부터 전면 도입하여 현재 바이오디젤을 자동차용 경유에 2.5%를 의무혼합하여 사용하고 있다. 그러나, 국내 바이오연료 산업의 활성화와 신산업 창출을 위해서는 세계 각국에서는 도입하고 있는 바이오알코올(에탄올, 부탄올)의 도입에 대해 검토가 필요하다. 이를 통하여 자동차용 휘발유 사용에 대한 온실가스의 감축과 바이오연료 연관 산업의 활성화가 가능하기 때문이다. 한편, 국내에서 이미 상용수준으로 사용되고 있는 바이오가스는 이미 도시가스 대체 천연가스로 사용하고 있으며, 일부 CNG 버스와 개조된 승용차에서도 사용되고 있다. 그러나, 국내 유기성폐자원으로부터 100% 생산되는 바이오가스는 부가가치화를 위하여 발전용 보다는 수송용 사용 확대를 통하여 관련 산업의 활성화를 도모할 수 있다. 아울러, 신규 바이오연료에 따라 세계 각국에서 활성화하고 있는 바이오리파이너리와 바이오화학 산업의 발전에도 크게 영향을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

CT-38 산업부 신재생에너지기술개발사업 바이오분야 수행과제 공개발표

바이오매스 연속 성분분별 장치 규모확대 (0.1 ton/d) 및 실증화

오경근*, 류현진
기업부설연구소, ㈜슈가엔,

Demonstration the large-scaled (0.1 ton/d) continuous twin screw-driven reactor (CTSR) for biomass fractionation

Oh, Kyeong Keun*, Ryu, Hyun Jin
R&D Center, SugarEn Co., Ltd., Cheonan, Chungnam, 31116, Korea

Most of dilute acid pretreatment technologies have inefficiencies related to batch processing, small capacity and high labor intensity. A recent publication by our laboratory described a promising pretreatment technology; a continuous twin screw-driven reactor (CTSR) process, capable of providing a unique and continuously stirred thermo-chemical reactor environment in combination with thermo-mechanical energy and dilute acid. CTSR can provide high shear, rapid heat transfer, effective pulverization, and adaptability to many different biomass and, most importantly, it is a continuous process. The shear forces applied by the twin screws and barrels serve to continuously pulverize the biomass and expose its interior to chemical and thermal action, thus improving the overall efficiency of the biomass pretreatment. A previous work suggested that cellulose conversion from CTSR pretreatment was comparable to or better than that obtained from traditional chemical pretreatments utilizing acid and alkali.

Present study is to assess the capability of a continuous, twin screw-driven system as pretreatment reactor for increasing the relative fraction of cellulose in pretreated biomass and the sugar concentration in the hydrolyzate. This study primarily focuses on investigating the effect of operating variables such as barrel temperature, solid/liquid ratio, liquid flow rate, and acid catalyst concentration that will enable overall process optimization and targets at improving sugar yield and digestibility of biomass. A detailed investigation of CTSR screw configurations revealed that CTSR pretreatment opened the cell wall which was effective for enzyme adsorption on cellulosic fibers. Further efforts can be devoted to the optimization of various conditions to find a most economical balance between the sugar yields and enzyme dosage.

참고문헌

1. Choi, C. H., and Oh K. K., “Application of a continuous twin screw-driven process for dilute acid pretreatment of rape straw“ *Bioresour. Technol*. 110, 349–354, (2012).
2. Um, B. H., Choi, C. H., and Oh, K. K., “Chemicals effect on the enzymatic digestibility of rape straw over the thermo-mechanical pretreatment using a continuous twin screw-driven reactor (CTSR)” *Bioresour. Technol*. 130, 38–44, (2013).
3. Choi, C. H., Um, B. H., and Oh K. K., “The influence of screw configuration on the pretreatment performance of a continuous twin screw-driven reactor (CTSR)“ *Bioresour. Technol*. 132, 49–56, (2013).

CT-39 산업부 신재생에너지기술개발사업 바이오분야 수행과제 공개발표

초임계유체공정를 이용한 리그닌으로부터 연료 및 화학소재 제조

김재훈[1*], 이인구[2], 김도희[3]
[1]성균관대학교, [1]한국에너지기술연구원, [3]서울대학교

A Supercritical Route for Efficient Lignin-to-Fuel and Chemicals

Jaehoon Kim[1], In-Gu Lee[2], Do Heui Kim[3]
[1]Sungkyunkwan University, [2]Korea Institute of Energy Research, [3]Seoul National University

목질계 바이오매스중 약 30wt%를 차지하는 리그닌은 셀룰로오스 에탄올 또는 부탄올 플랜트에서 부산물로 배출되고 있으나, 주로 열원으로 활용되고 있다. 지금까지 활용도가 낮은 리그닌으로부터 연료 및 value-added chemical을 제조하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 발표에서는 리그닌으로부터 고수율의 바이오오일 및 방향족 단량체를 제조하기 위한 초임계유체 공정을 소개한다. 리그닌 원료별 반응의 차이를 조사하기 위하여 다양한 리그닌 분리공정에서 발생하는 리그닌 (kraft lignin, strong acid hydrolysis lignin)을 원료로 활용하였다. 초임계에탄올 및 개미산을 용매로 활용하였을 경우 전환율 99% 및 바이오오일 수율 85 wt%의 결과를 보였다. 제조된 바이오오일 내 방향족 단량체 수율은 약 37 wt% 이였다. 초임계 에탄올 내 Cu-Mg계 촉매를 이용하여 단량체 수율을 증가시킬 수 있는 연구 및 리그닌 전환 연속공정을 소개한다.

CT-40 산업부 신재생에너지기술개발사업 바이오분야 수행과제 공개발표

0.1 ton/d급 효소 미활용 목질계 바이오매스 강산 당화 기술개발

엄문호*, 임종구, 오은수, 신용안
GS칼텍스 기술연구소

Development of saccharification process using concentrated acid to produce cellulosic biomass hydrolysate

Moon-Ho Eom*, Jongkoo Lim, Eunsoo Oh, Yong-An Shin
GS Caltex R&D Center

1세대 식용 바이오매스 기반 바이오연료의 한계를 극복하고 온실가스 저감을 극대화하기 위해 폐목재나 농업부산물 등 셀룰로오식 바이오매스로부터 바이오연료를 생산하고자 하는 노력이 세계적으로 진행되고 있다. 셀룰로오식 바이오매스 유래의 바이오연료의 생산을 위해서는 바이오매스에서 당을 생산하는 전처리·당화 기술 개발이 선행되어야 한다. 전처리·당화 기술은 당화 방법에 따라 당화효소를 사용하는 방법과 효소를 사용하지 않고 물리, 화학적으로 당화하는 방법이 있다. 최근 초본계 바이오매스에 대해 효소 당화기술을 적용한 상업공정이 건설된 사례가 있으나, 초본계에 비해 밀도가 높은 목질계 바이오매스에 대해서는 아직까지 상업화 기술이 개발되지 못하고 있다.
본 연구과제에서는 농축 황산을 이용한 목질계 바이오매스의 전처리·당화 연속 공정 기술을 개발하기 위해 GS칼텍스, KIST, 에티스 및 창성피앤알이 참여하여 핵심 공정기술 개발 및 통합 공정 연구를 진행하고 있다. 농축 황산을 이용한 전처리·당화 공정은 크게 탈결정화 및 당화 반응, 당화액/리그닌 분리, 황산/당 분리, 황산 농축 공정 등으로 구성된다. GS칼텍스에서는 연속 탈결정화 및 당화시스템 개발, 당화액/리그닌 분리 공정 등을 개발하고 통합 공정 구축, 운전의 역할을 담당하고 있다. 참여기관인 KIST 등은 음이온 분리막을 이용한 전해조 기반의 산당 분리시스템과 황산 농축 시스템을 개발 중이다. 본 연구에서는 농축 황산을 이용한 목질계 바이오매스 기술 개발 과제의 연구 현황과 향후 계획에 대해서 공유하고자 한다.

CT-41 산업부 신재생에너지기술개발사업 바이오분야 수행과제 공개발표

원료 유연형 바이오가스 공정개선을 위한 Engineering 기술 개발

임동원, 김영민, 김현욱[1], 김종락[2]
에코바이오홀딩스(주), [1]서울시립대학교, [2](주)유앤유

Development of Retrofitting Technology to Make Biogas Process Operating Source-flexibility

Dongwon Im, Yongmin Kim, Hyunook Kim[1], Jongrack Kim[2]
Eco Bio Holdings Co.,LTD, [1]University Of Seoul, [2]UNU Inc.

개발 대상 기술은 유기성폐기물을 원료로 하는 Biogas Plant의 공정을 진단하여 가스 생산을 최대화 하는 공정 개선 기술이다. 국내 유기성폐자원 바이오가스화 시설은 낮은 소화 효율, 소화액 및 악취 처리의 어려움, 운전 관리 기술 부족 등의 문제로 정상적으로 가동되지 못하고 있는 실정이다. 이를 개선하기 위해 1차 년도 연구에는 미생물 촉진제를 개발하여 BMP test를 통해 바이오가스를 22% 증가시키고, VFA를 34% 감소시켜 바이오가스 생산 공정 효율 증진 가능성을 높였다. 시간에 따른 공정 상태변화를 반영한 선형화 ADM1을 적용하여 공정제어를 가능하게 하였고 바이오가스 생산량 변화를 감지하여 유기물부하 및 미생물촉진제의 최적 운전대안 지원이 가능한 MPC 제어 로직 설계를 하였다. 또한 개발된 전처리기술 및 MPC제어 기술의 적용 및 검증을 위해 일일 처리용량 최대 0.1톤, 최대 HRT 45일 규모의 5계열 반응조로 구성된 Pilot Scale Plant를 강원바이오에너지(주) 원주사업장에 성공적으로 설치 완료하였으며, 2차 년도 연구 기반을 확보하였다.

참고문헌

1. 혐기성소화조 모델링프로그램 (Matlab-fuzzy), 에코솔루션, 2009
2. Dr. Harald Lindorfer & Dr. Christian Hofmann, Schumann BioEnergy GmbH, Pinneberg, Germany 국내 바이오에너지 보급 현황, 에너지관리공단 신재생에너지센터, 2014
3. Biogas in the United States - An assessment of market potential in a carbon-constrained future, 2014, Nicholas institute report
4. 바이오가스의 재생연료 의무혼합제도에 관한 해외사례 분석, 한국환경정책평가연구원, 2013
5. 임영관, 이정민, 정충섭 (2012). 신재생에너지로서 바이오가스 현황. 공업화학, 23(2), 125-130.

CT-42 산업부 신재생에너지기술개발사업 바이오분야 수행과제 공개발표

에탄올 발효산물 업그레이딩을 통한 항공유급 바이오연료 생산 기술개발

채호정[1*], 윤지선[1], 황동원[1], 박주현[2], 서영웅[3], 박명준[4]
[1]한국화학연구원, [2]희성금속, [3]한양대학교, [4]아주대학교

Overview of technology for jet-fuel production from bio-ethanol

Ho-Jeong Chae[1*], Ji Sun Yoon[1], Dong Won Hwang[1], Joohyeon Park[2], Yong-Woong Suh[3], Myung-June Park[4]
[1]Korea Research Institute of Chemical Technology, [2]Heesung metal Ltd., [3]Hanyang University, [4]Ajou University

국제적 항공량 및 운항횟수의 증가로 인한 항공유의 소비가 급증함에 따라, 대표적인 온실가스 배출요인으로 항공유가 대두되고 있다. 최근 연구결과에 따르면[1], 총 비행시간이 1분 증가하면 100억 kg의 온실가스 배출량을 초래할 수 있다고 한다. 현재 항공 산업으로 인한 온실가스 배출량이 전체 온실가스 배출량의 2%를 차지하며[2], 국제항공운송협회(IATA)에서 2050년까지 2005년 수준 대비 50% 온실가스 저감을 목표로 함에 따라[2] 온실가스 저감을 위한 연구개발은 그 필요성이 강조되고 있다.

바이오 항공유는 온실가스 저감을 위한 보완책들 중 하나로 제시될 수 있는데, 이는 바이오 항공유로부터 배출된 온실가스가 광합성 작용으로 인하여 생태계로 돌아갈 수 있다는 카본 뉴트럴(carbon neutrality) 특성이 온실가스 저감을 위한 방법으로서 경쟁력을 지니고 있기 때문이다. 이에 본 연구진들은 바이오매스를 이용한 항공유급 연료를 생산하는 공정, 즉, 바이오에탄올의 업그레이딩 과정을 통해 C10이상의 올리고머를 생산하는 촉매공정을 연구하고 있다. 바이오 에탄올로부터 바이오항공유를 생산하는 공정은 크게 바이오에탄올의 탈수화 반응(dehydration)과 탈수화반응으로 생성된 에틸렌의 올리고머화반응(oligomerization)으로 C10이상의 올리고머를 생산하는 두 단계로 나뉘며, 에틸렌의 올리고머화반응은 전체 반응의 속도조절단계로 작용한다. 기존의 에틸렌 올리고머화공정에서 대표적인 촉매인 Ni-based solid acid catalyst는 에틸렌 전환율 및 C10이상의 올리고머 선택도가 낮고 촉매 비활성화가 빠르게 진행된다는 단점이 있다.[3] 이러한 단점을 극복하여 C10이상의 올리고머의 생산성을 향상시키기 위한 촉매개선방안으로 활성점으로 작용하는 Ni의 산화수를 조절하는 방법과 SBA-15 등의 메조포러스 물질을 개선 및 응용하여 에틸렌 올리고머화 공정을 향상시키고자 한다.

참고문헌

1. Karnauskas, K.B. et al., "Coupling between air travel and climate," *Nat. Clim. Change* 5(12), 1068-1073 (2015)
2. Kim, J.-K. et al., "Bio-jet fuel production technologies for GHG reduction in aviation sector," *Trans Korean Hydrog New Energy Soc.,* 26(6), 609-628 (2015).
3. Hulea, V. and Fajula, F., "Ni-exchanged AlMCM-41—An efficient bifunctional catalyst for ethylene oligomerization," *J. Catal.*, 225(1), 213-222 (2004).

CT-43 산업부 신재생에너지기술개발사업 바이오분야 수행과제 공개발표

미활용 저급 폐유지를 원료로 한 효소기반 바이오디젤 생산 공정 개발

최문규, 곽민호, 임광묵
(주)비츠로테크

1992년 리우 환경회의와 1997년 교토협약 이후 공해물질 규제와 이산화탄소의 배출량을 절감하는 재생산성 순환 에너지원인 바이오 연료에 대한 관심이 집중되고 있고 현재 전 세계 수송차량의 30% 이상을 처리하며 동시에 50% 이상의 공해를 발생시키는 디젤차량에 대한 청정 대체연료인 바이오디젤의 개발이 절실한 실정이다. 하지만 바이오디젤 사용은 국가적 차원의 기후변화 대응 전략으로 기존 기술과 차별화 되는 에너지 저소비형 바이오디젤 전환기술의 상용화를 위해 정부지원이 필요한 상황이다. 연도별로 바이오디젤 혼합비(현재 2.5%) 상승을 지속적으로 추진하려는 정부정책에 따라 바이오디젤 원료의 추가확보가 필요하지만, 해외 원료에 대한 국가간 경쟁심회 및 원료부족에 따른 가격상승에 대응하고 수입원료 대체(국산화)를 위하여 국내 미활용 원료를 활용하는 원료 확보 기술 개발에 대한 정부차원의 지원이 시급하다. 바이오디젤은 동, 식물성 기름이 메탄올과의 에스테르 반응 후 생성되는 메틸에스테르(methyl ester)로 기존의 석유계 경유와 성질이 매우 유사하며 연소 시 공해가 거의 발생하지 않아 석유계 경유와 혼합하여 사용할 경우 대기오염의 주범인 자동차 공해를 획기적으로 줄일 수 있는 선진국형 청정 대체 에너지로 최근 그 수요와 필요성이 대폭 증대되고 있다. 현재까지 바이오디젤의 생산은 강염기 또는 강산의 화학적 촉매를 사용하는 방법이 주를 이루었으나 고 에너지소모성의 다단계 공정이 요구되고 촉매 및 글리세롤의 회수가 어려울 뿐만 아니라 다량의 폐수발생으로 2차 환경오염을 유발하는 등 부작용이 있어 향후 대규모 바이오디젤의 수요를 충족할 수 있는 신공정의 연구개발이 필요하다. 1996년 넬슨등이 미생물 유래의 리파제를 이용하여 다양한 유기용제를 사용, 70% 정도의 바이오디젤 전환반응을 성공하여 그 가능성을 시사하였고 최근 일본 등을 중심으로 유기용제를 전혀 사용하기 않고도 리파제 효소만을 사용하여 97% 이상의 고순도 바이오디젤 생산이 가능함을 증명하였다. 따라서 바이오디젤 생산공정이 화학적 방법에서 점진적으로 생물학적 방법의 생산공정으로 변화할 것으로 기대되나 효소생산 시 소요되는 비용이 화학적 방법에 비해 상대적으로 높고 전환반응 시간이 늦다는 단점이 있어 극복해야 할 문제가 있는 것이 사실이다. 본 연구는 리파제 효소를 촉매로 사용하고 고순도 저급 폐유지를 바이오디젤로 전환, 생산하는 공정을 개발하기 위한 것이다. 고효율 생촉매의 개발과 더불어 반응의 주체가 되는 반응장치의 효율을 최대로 이끌어내 화학적 방법의 바이오디젤 생산공정의 장점을 반영하고 기존의 단점은 개선, 극복하여 최적의 친환경 바이오디젤 연료 생산공정을 개발하고자 하였다.

CT-44 산업부 신재생에너지기술개발사업 바이오분야 수행과제 공개발표

분산 발전용 바이오오일 가스터빈 연소 시스템 개발

신명철*, 이진기, 임대원, 김지완
한국생산기술연구원

Development of bio oil gas turbine combustion system for distributed power generation

Myung Chul Shin, Jin Ki Lee, Dae Won Lim, Ji Wan Kim
Korea Institute of Industrial Technology

본 연구는 동남아 분산 전력 수요 급증에 따라 현지 수요에 부합하는 미활용 바이오오일을 사용한 경제적이고 컴팩트한 분산발전용 가스터빈 연소 시스템 개발을 목표로 한다. 미활용 바이오오일은 PAO(Palm Acid Oil)로써 물리적 정제를 통해 수분을 제거한 후 가스터빈의 연료로 사용하였고, 잔존하는 수분으로 인한 연소 불안정을 해결하기 위해 Flash spray를 적용하였다. 연소기 내부의 Liner 부에 공급라인을 배치하여, 연료 공급 시 화염으로부터 직접 열전달이 되는 Self-heating 구조로 설계하였다. 500,000kcal/h 급 단위 CAN combustor 성능 실험을 위해 Air compressor에서 압축공기를 공급 하였고, 바이오오일 유동점 유지를 위해 Storage tank 및 Service oil tank에서 가열 및 교반기를 구동하였다. 바이오오일 및 경유에 대한 CAN combustor의 배기가스 특성실험 결과를 Fig. 1, 2에 도식 하였으며, 동일 조건에서 바이오 오일은 경유에 비해 CO배출 농도는 낮고, NOx 배출 농도는 상대적으로 높게 나타나는 특성을 보였다.

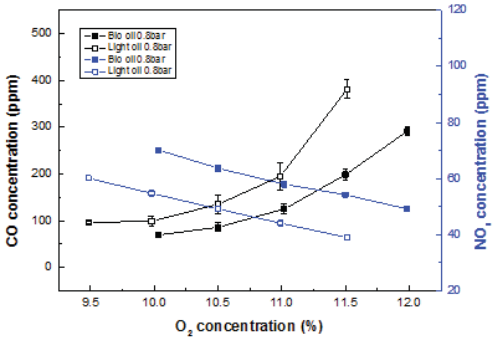


Figure 1. 바이오오일, 경유 CO, NOx 비교 (Atomizing air 압력 0.8 bar)

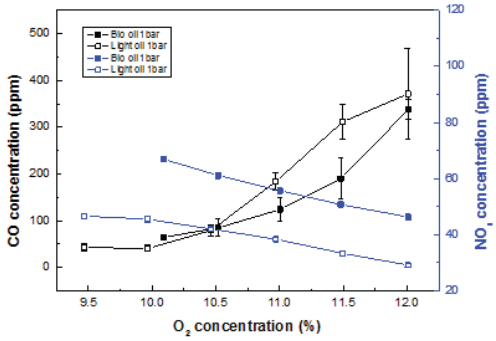


Figure 2. 바이오오일, 경유 CO, NOx 비교 (Atomizing air 압력 1 bar)

참고문헌

1. Lefebvre, A. H., Gas Turbine Combustion taylor & francis, Abingdon, 1983.
2. Park, et al., "The effects and characteristics of hydrogen in SNG on gas turbine combustion using a diffusion type combustor." International Journal of Hhydrogen Energy **38**(29), 12847-12855 (2013).
3. Directorate General of Electricity, "Grid Small Hydro Power Development In Indonesia", APEC Small Hydro and Renewable Grid Integration Workshop, (2013).

일반세션

오염저감

9월 29일(목) 13:30~15:00

호텔르윈 기린 III

CT-45 오염저감

시화・반월산업단지 지역 악취개선 효과 평가를 위한 Passive sampler의 활용

정의석, 손찬웅, 김진완, 임문혁, 권기은, 길인섭†
(주)엔버스 부설기술연구소, †시흥녹색환경지원센터

Application of Passive Sampler for Evaluation on Odor Improvement Effect in Shiwa.Banwol Industrial Complex Area

Eui-Suk Jung, Chan-Woong Son, Jin-Wan Kim, Moon-Hyuck Im, Gi-Eun Kwon, In-Sub Kil†
R&D Center, Envors Co., Ltd, †Siheung Green Environment Center

국내 대규모 산업단지로 구분할 수 있는 시화・반월산업단지의 경우 과거 악취로 인한 민원이 많이 야기되고 있었다. 현재에는 악취관리지역 지정 및 악취개선지원 사업 등으로 인하여 상당부분 악취가 개선되었으며, 악취 민원 저감 등 효과가 나타나고 있다. 하지만, 다양한 개선노력에도 불구하고 현재까지도 악취개선 노력에 따른 성과를 분석하고, 대외적으로 공표할 때 악취 민원 감소 이외에는 특별히 정량적인 악취 개선효과를 언급하고, 평가하는 방안이 부족한 것이 사실이다. 이에 본 연구에서는 그동안 시화・반월산업단지 지역을 중심으로 Passive sampler를 활용하여 공간분포를 측정한 결과를 분석하였으며, 향후 지속적으로 추진되는 악취개선 노력을 통한 연차별 악취개선 효과 분석을 위한 성과지표로 활용할 수 있는 기초자료를 확보하고자 하였다.

시화・반월산업단지 지역을 중심으로 Passive sampler를 활용하여 공간분포 측정을 진행한 자료에 의하면 2002년도에는 약 7개월 동안 아황산가스, 휘발성유기화합물을 중심으로 측정을 진행하였으며, 2006년도 자료에 의하면 암모니아, 아황산가스, 휘발성유기화합물을 중심으로 아황산가스는 83개 지점에서 36개월, 휘발성유기화합물 35개 지점 2개월, 암모니아는 40개 지점에서 24시간 조사를 4회 수행하였다. 또한, 2011년도에는 시화산단 지역을 중심으로 암모니아, 황화수소, 휘발성유기화합물, 알데하이드 등 총 16가지 항목에 대하여 봄, 여름, 가을 3회 측정을 총 40개 지점에서 수행하였다. 특히, 2014년도에는 총 17가지 항목을 중심으로 시화・반월 지역 총 86개 지점을 대상으로 봄, 여름, 가을, 겨울 계절별 조사를 진행하였다.

아황산가스의 경우 2006년도 대비 2014년도 봄 측정결과의 경우에는 약 19.2% 증가하였으나, 이외의 계절의 경우에는 최고 약 42.9% 농도가 개선되었음을 확인할 수 있었다. 모든 계절의 평균 농도의 경우에는 2006년도와 비교하여 약 20.4% 개선되었으며, 2002년도 전체지역 평균농도 약 23.6ppb와 비교하였을 경우에는 2014년도의 경우 약 52.1%가 감소된 것을 확인할 수 있었다. 또한, 암모니아 농도의 경우에는 2006년도 대비 2014년도 겨울 결과에 의하면 각각 약 87.9%, 약 79.9% 개선되었음을 확인할 수 있으며, 전체산단 지역을 중심으로는 약 84% 암모니아가 개선되었음을 확인할 수 있었다.

이러한 결과는 향후 점차적으로 진행되고 있는 "대기개선특별대책로드맵" 이행 성과에 따른 대기질/악취 개선 효과를 정량적으로 분석하고, 평가하는데 충분히 활용할 수 있으며, 다양한 악취개선대책 수립에 따른 시화・반월산업단지 지역의 대기질/악취 개선 효과를 정량적으로 평가하고, 성과지표를 선정하여 지속적으로 관리하는데 기여할 수 있을 것이다.

감사

본 연구는 시흥녹색환경지원센터의 2016년도 연구개발사업비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. "시화/반월산단 대기배출업체 전수조사, 2014. 11 최종보고서, 한국수자원공사
2. 정의석 외 5인, "Passive sampler를 활용한 산단 공장 및 주변지역 악취물질 평가, 한국청정기술학회 추계 학술대회 초록집, pp. 47(2013).

CT-46 오염저감

활성탄 저온재생을 통한 폐VOCs 에너지화 방안 연구

최재호, 박희재, 정구회, 최여진, 임문순, 길인섭*
시흥녹색환경지원센터

The study of VOCs waste-to-energy by the low-temperature regeneration

Jae-Ho Choi, Hee-Jae Park, Gu-Hoe Jung, Yeo-Jin Choi, Moon-Soon Im, In-Sub Kil*
Siheung Green Environment Center

1. 사업 배경

2014년 시화/반월산단 전수조사 결과에 따르면 약 2,000개의 악취배출업체 중 약 33.6%(1,141개)가 활성탄 흡착탑을 방지시설로 운영하고 있다[1]. 그러나 이들 업체의 대부분은 영세업체로 활성탄 교체비용에 큰 부담을 가지고 있다. 이로 인하여 교체주기 미 준수, 흡착력이 거의 없는 Char Coal을 사용하는 등 운영상 문제점이 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 활성탄 저온재생을 통하여 기존의 고온재생의 단점을 해결하고, 저온 탈착과정에서 발생하는 VOCs를 연소시켜 에너지화 함으로써 에너지 생산과 활성탄 흡착탑의 효율개선 방안을 연구하였다.

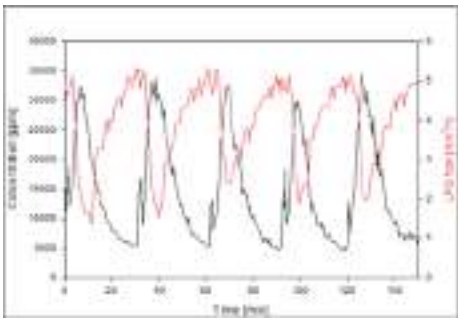
2. 실 험

VOCs의 에너지화를 위하여 다음과 같은 활성탄 저온재생 시스템을 구축하였고 탈착특성, 에너지화 가능성을 평가하였다. 재생시설에는 ① 활성탄 저온(150~200℃) 탈착시설 ② 탈착 VOCs 연소시설 ③ 폐열 회수 시설 ④ ORC 발전시설을 갖추어 VOCs탈착에서부터 전기 생산까지 모든 일련의 과정을 검증할 수 있게 하였다. 활성탄 재생시설의 공정도는 [그림 1]과 같다. VOCs 탈착에 영향을 줄 수 있는 변수에 대해서 복합적으로 실험을 진행 하여 최적의 활성탄 탈착 조건을 찾아내었고, 탈착된 VOCs 가스의 에너지로 사용 가능성은 버너에 공급되는 LPG양의 변화로 판단하였다.

3. 실험 결과

VOCs 탈착율은 탈착시간, 탈착온도, 탈착 유량, 활성탄 무게, 탈착 챔버 압력 등에 따라 복합적으로 달라지지만, 일반적으로 탈착시간이 길고 활성탄 무게가 적을수록 탈착율은 증가하였다. VOCs 탈착율이 높아지면 환경적 측면에서는 유리하지만 소각로를 운영하기 위한 LPG공급량이 늘어나기 때문에 경제적인 문제가 발생한다. 탈착 유량에 따른 VOCs 탈착율은 크게 차이 나지 않았지만 열풍 유량이 증가하면 소각로 온도 유지를 위한 LPG 공급량이 늘어나 운영비가 증가 할 것으로 판단된다. 탈착된 VOCs 가스의 에너지원으로 활용가능성은 [그림 2]와 같이 탈착 농도가 높아지면 소각로에 공급되는 LPG양이 감소하는 것으로 보아 소각로의 보조연료로 충분히 활용 가능성이 있음을 확인하였다.

[그림 1활성탄 저온재생 공정도.



[그림 2] 탈착 VOCs 농도와 LPG 공급량 변화.

참고문헌

1. 한국수자원공사 " 시화/반월산단 대기(악취) 전수조사 최종보고서", pp. 163(2004).

CT-47 오염저감

염색업종 악취 및 백연 저감을 위한 습식전기집진장치 적용 연구

정구회, 최재호, 임문순, 최여진, 길인섭, 박희재, 김민호[1], 김학민[1], 황열순[2], 김덕현[3]
시흥녹색환경지원센터, [1]한국수자원공사, [2](주)한독이엔지, [3]한국산업기술대학교

Application study of wet electrostatic fume collector for odor and white smoke abatement in textile industry

Gu-Hoi Jung, Jae-Ho Choi, Moon-Soon Im, Yeo-JIn Choi, In-Sub Kil, Hee-Jae Park, Min-HO Kim[1], Hak-Min Kim[1], Yeal-Soon Hwang[2], Duk-Hyun Kim[3]
Siheung green environment center, [1]K-water, [2]Handok Eng Co., LTD., [3]Korea polytechnic university

염색업종의 공정 중에서 사용되고 있는 각종 유연제나 대전방지제 등은 텐터(tenter)시설의 고온처리에 의해 미세한 오일미스트 형태로 배출되는데, 이 오일미스트로부터 유발되는 알데히드 화합물 및 VOCs 등의 악취는 날씨와 풍향에 따라 주변으로 확산되어 민원을 야기하며, 백연을 동반하면서 시각공해의 원인으로도 주목되고 있다. 염색업종 텐터시설의 방지시설은 대부분 세정식 흡수탑으로 되어 있는데, 악취의 주요 원인물질인 오일미스트를 처리하기에는 한계가 있으므로 효율적으로 제거할 수 있는 방안 마련이 필요하다. 이에 본 연구에서는 코로나 방전 원리를 이용한 습식전기장치를 적용하여 주요 악취 유발 인자인 오일미스트를 제거코자 하였다. 그러나 텐터 배출가스에는 오일미스트 등의 악취 유발물질 이외에도 섬유 먼지 및 타르 등의 오염물질이 다수 포함되어 있기 때문에 이들을 제거하기 위한 전처리용 흡수시설을 보완하였다. 흡수시설을 거친 배출가스는 습식전기집진부로 유입되는데 이곳에서 미세한 오일미스트가 정전기적인 힘에 의하여 집진판에 부착되며, 부착된 오일은 중력의 힘으로 흘러내려 하부에 설치된 오일회수조로 모이도록 장치를 구성하였다.
운영결과를 보면 세정식 흡수탑 만을 운영했을 경우와 비교하여 습식전기집진장치를 적용하였을 경우의 백연저감 효과는 매우 큰 것으로 나타났다. 특히 동절기를 제외한 춘하추절기의 맑은 날에는 거의 백연이 보이지 않았다. 이는 100℃ 내외의 텐터배출가스가 흡수시설을 거쳐 약 50℃로 낮게 유입된 결과로 판단되었다. 유입온도가 낮아지면 습식전기집진기 내부 장치의 열적 부담도 줄이지만 외부와의 온도 차이를 크게 줄여 백연 절감에 큰 기여를 한 것으로 판단되었다.
악취유발물질인 오일미스트를 회수한 결과 한달 평균 2,550L씩 1년 동안 30,600L가 회수되었다. 회수된 오일은 한국석유관리원에서 분석한 결과 B-C유와 유사한 발열량을 보였는데, 이를 재생유로 재활용할 경우 B-C유 단가의 80% 수준에 해당함으로써 경제적 효과도 큰 것으로 나타났다.
복합악취의 경우는 10여 차례 분석결과 평균 1,000배에서 300배로 70% 가량의 안정적인 처리효율을 보였다. 이는 역전 현상을 보이거나 20% 내외인 기존 세정식 흡수탑과 비교하면 상당히 양호한 처리효율을 보이는 것으로 판단된다.

일반세션

청정신소재

9월 30일(목) 15:15~16:30

호텔르윈 기린 III

CT-48 청정신소재

불용 ITO 타겟 스크랩으로부터 재생한 초미세급 ITO 나노분말 및 전자 디바이스 응용

홍 성제[1*], 김 채원[1,2], 이 미정[2], 김 용성[3], 이 재용[4]
[1]전자부품연구원, [2]국민대학교, [3]서울과학기술대학교, [4]한청알에프(주)

Ultrafine ITO Nanoparticles Recycled from Redundant ITO Target Scraps and Their Applications to Electronic Devices

Sung-Jei Hong[1*], Chaewon Kim[1,2], Mi Jung Lee[2], Young-Sung Kim[3], Jae Yong Lee[4]
[1]Korea Electronics Technology Institute, [2]Kookmin University, Seoul National University of Science & Technology[3], Hanchung RF Co. Ltd.[4]

인듐주석산화물(ITO)은 TFT-LCD, OLED 등의 투명전극에 널리 사용되는 소재이다. ITO의 주요 원소인 인듐(In)은 높은 비용과 제한된 매장량 등으로 인해 머지 않아 고갈될 것으로 예측되고 있다. 이에 대처하는 방법은 공정 후 잔류 ITO 타겟을 재활용하여 ITO 소재의 원료를 확보하는 것이다. 본 연구에서는 공정 후 불용 ITO 타겟 스크랩으로부터 ITO를 회수, 초미세급 나노분말을 제조하고 이를 전자 디바이스에 응용하는 연구를 실시하였다. 이를 위해 불용 ITO 타겟 스크랩을 조대한 분말로 분쇄하였고 이를 염산에 용해하였다. 그 후 환원제를 이용하여 ITO 전구체 입자 형태로 환원하였고, 이를 열처리하여 결정질의 ITO 나노분말을 제조하였다. 석출시 넓은 비표면적에 의해 입자간 응집하는 현상을 최소화하기 위해 분산제를 투입한 결과, 입자들이 양호하게 분산되었다. 최적화된 농도의 분산제를 적용하여 통해 비표면적 100 m^2/g 이상, 입도 5 nm 이하, In/Sn 조성비 90/10 및 (222) cubic 구조의 초미세급 ITO 나노 분말이 제조되었다. 또한, 이와 같이 제조된 초미세급 ITO 나노분말을 이용하여 ITO 잉크를 제조, Ag 나노선과 함께 하이브리드 구조의 투명전극을 제작, 특성을 평가하였다. 그 결과 20 Ω/sq. 이하의 면저항 및 air 기준 85% 이상 광투과율 특성을 나타내는 양호한 투명전극을 구현하였다. 특히, 제작 온도가 100℃로 낮기 때문에 유리 기판 뿐 아니라 고분자 기판 상에도 구현이 가능하였다. 고분자 기판 상에 제작된 ITO/Ag 나노선 하이브리드 투명전극은 내열성 및 유연성이 우수하여 플렉서블 기반의 디바이스에 적용이 가능함을 알 수 있었다.

감사
본 연구는 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (No. 10048248).

참고문헌
1. K.-I. Kim, N.-R. Lee, S.-S. Lee, Y.-S. Lee, and T.-W. Hong, “Evaluations of life Cycle Assessment on indium-Tin-Oxide Electrochemical Recycling Process”, *Clean Tech.*, **19**(4), 388-392 (2013).

CT-49 청정신소재

고상 탈산 및 진공 용해에 의한 저산소 고청정 타이타늄 잉곳 제조

임재원*, 오정민
전북대학교 신소재공학부

Preparation of Low-Oxygen & High Quality Titanium ingot by Vacuum Arc Melting and Deoxidation in Solid State

Jae-Won Lim*, Jung-Min Oh
Division of Advanced Materials Engineering, Chonbuk National University
E-mail: jwlim@jbnu.ac.kr

타이타늄은 경량·고강도·고내식성의 우수한 성질로 항공·우주 분야를 비롯한 첨단 산업에서 사용되는 대표적인 금속으로 그 수요가 증가하고 있다. 그러나 타이타늄이 갖는 우수한 특성에도 불구하고 고융점·고반응성·난가공성으로 인하여 소재 자체의 가격이 고가인 문제점을 갖고 있다. 따라서 현재 고가의 소재비용과 가공비를 최소화하기 위한 노력의 일환으로 분말야금법에 대한 연구와 산업적 활용이 증대되고 있다. 한편, 타이타늄의 고순도화 연구는 주로 가스불순물의 제어 그 중에서도 탈산공정의 개발에 맞추어져 왔는데, 일본의 경우 $CaCl_2$ 등의 Halide 계 Flux를 사용하여 칼슘을 용해하고 탈산생성물인 CaO를 Flux 내에 용해시키는 방향으로 진행하였다. 한편, 위 공정의 어려운 실험과정과 Halide계 Flux 사용의 단점을 극복하고자 미국 RMI Titanium에서는 타이타늄 스크랩의 용해를 위한 전처리 목적으로 DOSS(DeOxidation in Solid state) 공정을 개발하였다. 이 공정은 별도의 Flux를 사용하지 않고 금속 칼슘만을 이용해 칼슘의 높은 증기압을 이용하여 탈산하고 있다. 하지만 위의 두 공정에서는 칼슘의 용해로 인한 실험상의 어려움과 원재료가 분말인 경우 분말로써의 회수가 곤란하다는 어려움이 있다. 이에 본 실험에서는 시판용 순 타이타늄 분말을 고상 탈산법을 이용해 탈산을 진행하였고, 얻어진 분말을 VAR(Vacuum Arc Remelting)을 이용하여 저산소 고청정 타이타늄 잉곳을 제조하였다. 칼슘 용해 온도 이하에서의 직접 접촉에 의한 탈산 방법과 칼슘 용해 온도 이상에서 증기와의 반응을 이용한 비접촉식 탈산 방법과의 비교를 통하여 타이타늄 내 탈산 정도 및 산소 거동을 확인하였고, 타이타늄 분말의 표면 산화층 및 내부 산소 저감에 대한 분석도 진행하였다. 그리고 탈산 분말을 이용하여 진공 용해에 의해 제조된 타이타늄 잉곳의 산소 저감 및 물성을 확인하였다.

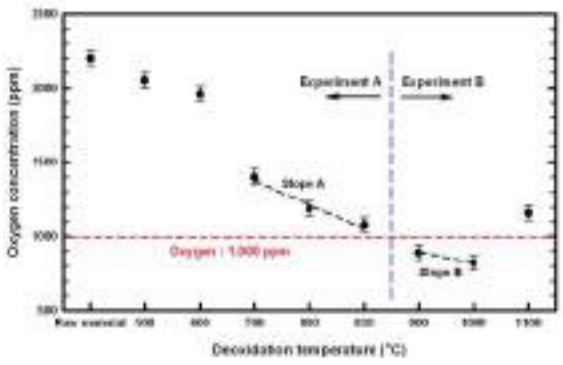


Fig. 1. Oxygen concentration in the Ti powders after deoxidation as a function of temperature

CT-50 청정신소재

청정용해 기술을 활용한 Ti 분말 제조

이상현, 김택수*
한국생산기술연구원

Ti powder production by clean melted technology

S.H. Lee , T.S. Kim*
Korea Institute of Industrial Technology

티타늄은 지각에 분포하고 있는 Al, Fe, Mg 다음으로 4번째로 많은 금속으로 매장량이 풍부한 금속이지만, 그에 비해 사용량은 적다. 그 이유는 원광석을 금속 또는 합금형태로 변환하는 것이 어렵기 때문이다. 하지만 산업의 발전과 함께 티타늄 제련기술도 발전하여 티타늄 소재를 다각적인 산업에서 많이 이용하고 있으며, 티타늄소재는 다양한 구조기능성을 가지고 있어 산업적으로 사용량은 꾸준히 증가되고 국내에서도 항공우주, 발전소, 석유화학, 해양구조물, 방위산업 등 시스템산업과 함께 생활에 밀접한 스포츠용품, 장식용구, 의료기구 등 다양한 분야에 있어서 티타늄을 활용하려는 노력이 이루어지고 있다.
최근에는 3D 프린트를 이용한 사업화가 진행되면서 주목받기 시작한 것이 맞춤형 의료기구로 소재는 티타늄금속분말 및 티타늄합금분말을 이용하여 생산하고 있으며 전 세계적으로 의료산업이 증가하고 있는 추세이다.
하지만, 국내에서는 생산 장비 및 의료용 분말소재를 전량 수입에 의존하고 있으며, 연구개발이 절실히 필요한 실정이다. 티타늄은 대기중 산소와 매우 쉽고 빠르게 반응하여 산화될 뿐만 아니라 용해할 때 산화칼슘 도가니를 제외한 거의 모든 도가니와 반응한다.
따라서 고품질 티타늄 소재를 얻기 위해 용해 방법 및 소재제조 방법에 대해 소개하고자 한다.

참고문헌

1. 이용태 and 이동근., "타이타늄의 연구개발 현황"., 재료마당, 2008, 21.1: 8-16.
2. 정순효, et al. "티타늄 용해용 Cold crucible 의 설계 및 용해실험 연구"., 대한금속재료학회지, 1998, 36.4: 581-587.
3. 오정민, et al. "티타늄 합금 스크랩의 재활용및 응용 기술 현황"., Clean Technology, 2013, 19.2: 75-83.

특별세션

탄소광물화 적정기술

9월 30일(금) 09:30~12:00

호텔르윈 기린 II

CT-51 탄소광물화 적정기술

Mineral Carbonation Appropriate Technology for Climate Change after Paris Agreement in COP 21

Ji Whan Ahn
Mineral Processing Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), Gwahagno-124, Yuseongu-gu, Daejeon, Korea

The Paris agreement (COP 21) is the first universal climate agreement. Developed countries must lead the way in terms of greenhouse gas reduction and must set up their reduction effort depending on their circumstances. Currently, global warming is an emerging issue caused by excess of CO_2 emissions into the atmosphere. Over the past decade CO_2 emissions were raised annually, but the real utilization of CO_2 is very limited. The co al byproducts were very toxic and harmful to environment. The CO_2 utilization is more advantageous than storage. Here were ported the real utilization of CO_2 from flue gases emissions from MSWI pilot plants into waste paper recycling industry and green cement manufacturing. A demonstration plant established in Korea that will stably conduct a solid-solution treatment on independently condensed CO_2 from land fill gas, with core technology. This demonstration plant has capable of treating 50,000ton/year of inorganic wastes, such as municipal solid waste in cineration bottom ash, and capture 3,000ton/year of CO_2. We were successfully demonstration of MSWI bottom ash treatment and utilization of real flow gases. Carbonation is one of the cost effective and ecofriendly process for the stabilization of heavy metals by using limestone and limestone mixture from power plants waste or sludge. This accelerated carbonation is more suitable process for CO_2 capture an dutilization.

Keywords: Accomplishments, Recycling pilot plant, CO_2 utilization

Acknowledgements
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 (2013T100100021).

Coal Fly Ash Residues with Heavy Metals (Hg): The Toxic Threat to Human Health and Environment

Thenepalli Thriveni, Chilakala.Ramakrishna[1], JiWhanAhn
Mineral Resources Research Division, Korea Institute of Mineral Resources and Geosciences(KIGAM),124 Gwahagno, Yuseong gu, Daejeon
[1] Hanil Cement, 302 Maepo-ri, Maepo-eup, Danyang-gun, Chungcheongbuk-do, 395-903, Korea.
*Corresponding author E-Mail: ahnjw@kigam.re.kr

Currently, coal is the primary energy source to the many developing and developed countries. The health impacts of the pollution found in coal ash dust and millions of Americans who live near coal ash dumps. Coal combustion waste (or coal ash1), particularly fly ash, a major component of coal ash waste, poses significant health threats because of the toxic metals present in the ash, such as arsenic, mercury, chromium (including the highly toxic and carcinogenic chromium VI), lead, uranium, selenium, molybdenum, antimony, nickel, boron, cadmium, thallium, cobalt, copper, manganese, strontium, thorium, vanadium and others. Coal ash dust is small particles; the smaller the particle, the greater the health risks. The very smallest particles are inhaled into the deepest part of the lungs where they trigger inflammation and immunological reactions. Mercury is of particular concern due to its high toxicity and its accumulation in fly ash and eventually into the coal ash waste stream. Implementation of the federal Clean Air Mercury Rule will significantly increase the mercury content in fly ash because the mercury capture required by the rule will result in more mercury ending up in the solid waste created by coal burning. Despite the obvious health risks to communities living near coal ash dump sites, no federal regulation regarding the storage and disposal of this toxic waste exists. The EPA proposed coal ash regulations in 2010, but has not finalized the rules. In this paper we reviewed the global trend of health impacts of mercury presented in coal fly ash residues.

Keywords: Hg, coal fly ash residues, health impacts

Acknowledgements
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 (2013T100100021).

CT-53 탄소광물화 적정기술

기후변화 대응을 위한 발전소 탈황용 석회석의 분쇄효율과 대기오염물질 제거 특성 연구

백철승, 서준형, 조진상, 최문관, 조계홍*
한국석회석신소재연구소

Effect of Grinding efficiency and removal characteristic for air pollutants of FGD limestones for climate change

Chul-Seoung Baek , Jun-Hyung Seo, Jin-Sang Cho, Moon-Kwan Choi, Kye-Hong Cho*
Korea Institute of Limestone and Advanced Materials
*Corresponding author E-mail : khcho99@kilam.re.kr

석회석의 탈황성능에 영향을 미치는 중요한 요인에 화학적 성질인 화학조성(chemical composition), 반응성(reactivity)과 함께 물리적 성질인 분쇄성(grindability)도 중요한 인자로 작용한다. 분쇄에너지 효율측정은 조분쇄와 미분쇄의 중간분쇄를 사용하는 탈황용 석회석의 경우 Bond의 법칙이 적용되며 국내의 경우 'KS E 3600: 분쇄일지수' 시험방법을 이용하여 측정할 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 발전소용 환경설비의 탈황효율 향상 및 비용절감과 관련하여 철강 산업에서 주로 사용되었던 갑산층 고품위석회석의 물리학적 분쇄특성과 화학적 탈황반응 특성을 조사하였다.
석회석 시료별 분쇄특성 실험에 있어, 1회차의 경우 먼저 시험용 볼밀에 규격에 따른 시험용 볼을 충진 후 채취한 시료 700 cc를 장입하여 mill을 100 회전시켰다. 이때 관성으로 말미암아 mill이 저속으로 느리게 회전하였으나, 분쇄능 측정상 큰 영향이 없을 것으로 간주되어 그 값은 무시하였다. 100 회전이 끝난 다음 mill 내용물을 ball 분리용 체위에 옮겨 담고, 여기서 mill 벽 등에 달라붙어 있는 시료는 brush를 이용하여 회수하였다. 이상에서 얻은 분쇄 생성물을 샘플링 후 100 μm 체를 사용하여 sieve shaker에서 체분리하고 순환량 Q_{cl} 및 100 μm 체 통과분 Q_p의 값을 결정하였다. 2회차 이후의 mill 회전수 예측은 100 μm 체 통과분의 중량에서 ball mill 1회전당 100 μm 체 통과분의 중량을 구하였다. 2회차 이후의 분쇄는 상술한 채취시료의 중량에서 순환량을 감한 값, 즉 (Q_o-Q_{cl})값을 구한 후, 이 값의 무게만큼 새로운 시료를 추가해서, 1회째의 조작에 준하여 실시했다. 이상의 조작을, 순환비 Q_{cl}/Q_p 값이 약 2.5에 접근하여 분쇄 생성량이 안정할 때까지 반복하여, 안정한 마지막 3회분의 G_{bp} (ball mill 1 회전 당 분쇄 생성량)의 평균치를 $\bar{G}_{bp}$ 값으로 정하였다. 그리고 석회석 시료별 탈황특성 실험은 ASTM C1318-95에서 규정한 시험법과 2002년 한국에너지기술연구원에서 수행한 '연속식 석회-석고슬러리시험법'에서 적용된 규격을 모사한 조건을 적용하여 탈황효율을 측정하였다.

감사
본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (No. 20141010101880).

참고문헌
1. S. S. Park., "Grindability and Reactivity of Limestones for Flue Gas Desulfurization", *J. of the Korean Society of Industrial and Engineering Chemistry*, 1(2), 465-468, (1997)
2. H.G. Lee., "Development of Utilization Technology of DBA and Domestic Limestone in Flue Gas Desulfurization Process: Final Report", KIER report, (2002)

CT-54 탄소광물화 적정기술

Appropriate technologies of oyster shell waste recycling / utilization and its applications

Chilakala Ramakrishna, Thenepalli Thriveni[1], Ji Whan Ahn[1]
Department of R&D Team, Hanil Cement Corporation, Danyang, 395-903, Korea.
[1]Mineral Processing Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), Daejeon 305-350, Korea.

Oyster shells are a waste product from mariculture that presents a major disposal problem in coastal regions such as southeast Korea. Oysters represent a substantial fraction of the world's overall intensive aquaculture production. In Brazil, oyster aquaculture is still in the deployment phase but has the potential for growth and, likewise other aquaculture products, generate environmental impacts over their life cycle. Special attention should be devoted to the disposal or processing of the oyster shells, whose high calcium carbonate content (80-95%) gives them the potential for use as raw material for several other products. The present study, we have developed a simple appropriate technologies for the extraction of aragonite needles from oyster shell waste by carbonation and solution processes its applications have been discussed. The obtained aragonite calcium carbonate ($CaCO_3$) was characterized by XRD and SEM, for the measurement of morphology and particle size. In this process oyster shell waste powder was calcinated at 1000^oC for 2 hours, after calcinated shell powder was dissolved in water for hydration, the hydrated solution was mixed with aqueous solution of magnesium chloride at 80^oC, and then CO_2 was bubbled into the suspension for 3 hours to produce aragonite PCC. Finally, aragonite-type precipitated calcium carbonate can be synthesized from oystershell powder via a simple carbonation process, yielding product with average particle size of 30-40μm. Oyster shells are abundantly available in nature without eminent use and dumped into landfill. Their improper disposal causes the environmental problems and the results in a waste of natural resources. Recycling shell waste could potentially eliminate the environmental problem and moreover, useless waste into high-value-added products due to the antimicrobial activity of $CaCO_3$,which is used for biological treatment and also as a fertilizer.

Acknowledgements
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 (2013T100100021).

CT-55 탄소광물화 적정기술

이산화탄소 저감형 건설소재인 수경성석회의 특성

조진상, 문기연, 백철승, 최문관, 조계홍*, 안지환[1]
한국석회석신소재연구소, [1]한국지질자원연구원

Characteristics of Hydraulic Lime as a Carbon Dioxide-reducible Construction Material

Jin-Sang Cho, Ki-Yeon Moon, Chul-Seoung Baek, Moon-Kwan Choi, Kye-Hong Cho*, Ji-Whan Ahn[1]
Korea Institute of Limestone and Advanced Materials, [1]Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources
*Corresponding author E-mail : khcho99@kilam.re.kr

서 론

수경성석회는 CaO의 수화에 의해 생성된 $Ca(OH)_2$와 C_2S, C_3S와 같은 시멘트 광물상으로 구성되어 있는 재료이다. 수경성 석회에 시멘트 광물상을 혼입시키는 방법은 보통 포틀랜드시멘트를 첨가하는 경우와 SiO_2 및 Al_2O_3를 다량 함유하고 있는 저품위 석회석을 소성하여 시멘트 광물상을 직접 생성시키는 두 가지 방법이 있다. 저품위 석회석을 이용하여 제조된 수경성석회를 천연수경성석회 (Natural Hydraulic Lime ; NHL)이라 일컬으며 보통 포틀랜드시멘트에 비해 제조 공정 및 수화공정에서 최대 약 87 % 까지 이산화탄소 배출을 저감시킬 수 있는 재료이다. 유럽을 중심으로 해외에서는 온실가스 저감과 친환경 재료라는 장점을 부각시켜 오래 전부터 상용화 되어 왔으나 우리나라에서는 일부 재료에 대한 소개정도만 있었으며 관련 실용화 연구사례나 응용기술에 대한 사례는 거의 보고되지 못하였다. 본 연구에서는 국내에서 직접 채취한 저품위 석회석을 이용하여 NHL을 제조하고, 제조 NHL의 특성향상을 위한 유·무기질 첨가제를 혼합하여 해외 제품 동등수준으로 물성을 개선시키고자 하였으며 연구결과를 토대로 실용화 가능성을 전망하여 보고자 하였다.

본 론

국내 충북북부지역의 석회석 광산에서 저품위 석회석을 채취하여 NHL을 제조하였다. 제조된 NHL을 이용하여 EU 규격 (BS EN 459 : 2015)에서 규정하고 있는 NHL 종류별 부합성을 검토하였다. 자체 제조된 NHL 성능 향상을 위해 무기질 첨가제, 유기질 혼화제 등을 사용하였으며 화학적 특성평가를 포함하여 물리적 특성평가 (압축강도, 공기량, 안정도, 응결, 흡수율 등)를 EU 규격에 준하여 실시하였다. 저품위 석회석 원료 6종을 이용하여 전기로에서 NHL을 제조하였으며 EU 규격의 NHL 2, NHL 3.5 및 NHL 5 종류별로 부합화가 가능한 것으로 나타났다. 압축강도 및 응결 등 특성 개선을 위해 고로수쇄슬래그, 실리카 흄, 석회석 미분말을 첨가하였으며 해외 제품 (미국, 영국) 물성 대비 동등수준 이상의 조성물을 도출해 낼 수 있었다. 아울러, 부착강도, 장기 내구성, 휨인성 특성 등을 개선할 목적으로 섬유류 및 유기질 혼화제 혼입실험을 실시하였으며 바잘트 섬유 및 corn starch를 혼합하여 제조한 경화체에서 높은 내구 특성을 보이는 것을 확인하였다. 실험결과를 토대로 국내에서는 아직 상용화 되지 못하고 있는 본 재료에 대해 대량 생산할 수 있는 공정설비 적용연구와 시공사례 등을 추가로 연구하여 정밀 안정성이 확보된다면 친환경 건설재료로서 상용화가 가능할 것으로 전망되었다.

감사

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 2013T100100021)

참고문헌

1. J. Valek, J., Halem van E., Viani, A., Perez-Estebanez, M., Ševcik, R. and Šašek, P., "Determination of Optimal Burning Temperature Ranges for Production of Natural Hydraulic Limes," *Construction and Building Materials*, 66, 771-780 (2014).
2. BS EN 459-1:2015, “Building Lime, Part 1: Definition, Specification and Conformity Criteria,” European Standard, (2015).

CT-56 탄소광물화 적정기술

산업 폐기물을 사용한 Calcium Sulfo-aluminate 제조 및 조강형 수축저감 시멘트의 특성평가

이건호, 우상일, 민승의, 이형우
한일시멘트(주)

Characterization of High Early Strength Type Shrinkage Reducing Cement and Calcium Sulfo-aluminate Using Industrial Wastes

Keon-Ho Lee[1], Sang-Il Woo[1], Seung-Eui Min[1], Hyoung-Woo Lee[1]
Dept. of Quality Control Team, Hanil Cement Corp., Danyang 395-903, Republic of Korea

In this study, the utilization of the various industries by-products was examined about raw materials of CSA high-functional cement such as coal bottom ash, red mud, phosphate gypsum and etc. The development of technology was accomplished for energy and CO_2 reduction through development of manufacturing technology, the technology of low temperature sintering(150~200℃) than OPC manufacturing process, and replacement and optimum mix condition of CSA main raw materials bauxite. In order to develop a CSA cement, manufacturing system was established in Danyang plant of the HANIL Cement Co.Ltd. in Korea.
About 4,200 ton of low purity expansion agent CSA(about 16%) and about 850 ton of lime-based expansion agent dead burned lime(about 8%) was produced 60 ton per hour from HANIL Cement rotary kiln. To improve OPC cement properties, 10%, 13%, and 16% of CSA was mixed with OPC and compressive strength and length variation rate of green cement were examined. When green cement was mixed with each rations of CSA and OPC, the compressive strength was improved about 30% and the expansibility of green cement was improved. Also, green cement was mixed with 16% of CSA has the excellent compressive strength compared with OPC.
Therefore, which indicated the possibility of practical use of low-cost CSA using industrial wastes only.

Acknowledgments
This work was supported by Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning(KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE) of the Republic of Korea (2013T100100021)

Reference
1. Yasuo Arai, “Cement Materials Chemistry (Second edition)," Dainippon Tosho Publishing Co., Ltd. (1990)
2. G. M. George, “Industrial Aluminous Cement," Applied Science Publishers Ltd, London, pp. 415-470(1983)
3. O. Andac, F. P. Glasser, "Polymorphism of calcium sulfoaluminate and its solid solution," Advances in Cement Research, Vol. 22, No. 6, pp. 57-60(1994)
4. Deng Min and Tang Mingshu, " Formation and expansion of ettringite crystals," Cem. Concr. Res., Vol. 24. No. 1, pp. 119-126(1994)

일반세션

청정일반

9월 30일(금) 09:30~11:35

호텔르윈 기린 III

국제환경규제가 국내환경규제에 미치는 영향과 대응

김대희, 박백수, 최요한, 배하나, 이한웅, 이귀호
한국생산기술연구원 국가청정생산지원센터

Coping with Global Environmental Regulations'Impact on Korean Environmental Regulation

Kim Daehee, Park Baeksoo, Choi Yohan, Bae Hana, Lee Kwiho, Lee Hanwoong
Korea National Cleaner Production Center, Korea Institute of Industrial Technology

산업기술의 발전에 따라 인간의 편의성은 높아지고 있으며, 이와 함께 인간의 건강과 생명 그리고 환경에 부정적 영향도 증가해왔다. 이에 따라 각 국가들의 환경규제는 확대 및 강화되고 있다. 많은 경우 환경규제는 환경안전사고의 발생으로 건강, 생명 및 환경에 중대한 피해를 발생시킨 후, 그에 대한 반성으로 그리고 사전예방을 위해 환경규제를 확대 및 강화해왔다. 국내에서도 환경안전사고의 발생이 빈번하게 발생하고 있다. 1976년 이탈리아 세베소 익메사케미컬 공장사고와 1984년 인도 보팔 유니온카바이드 공장사고를 떠올리게 했던 2012년 경상북도 구미 휴브글로벌 불산누출사고, 미국의 DES(diethylstilbestrol) 관련 사건과 독일의 탈리도마이드 사건을 떠올리게 했던 '가습기살균제 사건'은 국내환경규제 확대와 강화에 크게 기여하고 있다.
중대한 환경피해를 발생시킨 후에는 환경규제의 확대 및 강화를 회피할 수 없다. 그러나 이와 같은 중대한 환경피해를 경험하고서야 환경규제는 확대 및 강화되는가? 이미 선진국들은 자국 기업들의 환경경영 실패에 따른 경험으로 환경규제를 강화해왔고, 이러한 경험은 우리나라가 유사한 환경사고를 경험하지 않고도 그러한 사고를 사전예방하기 위한 환경규제 도입을 촉진시킬 수 있다.
화학물질, 생활용품, 전기전자제품, 자동차 등과 관련한 환경규제를 살펴본 바, 미국, 일본, 유럽 등의 주요 선진국들의 환경규제도입과 우리나라 환경규제도입 사이에는 상당한 시간적 차이가 발생하였다. 화학물질 규제의 경우 이러한 국가들과 약 6~30년, 생활용품 규제의 경우 5~28년, 전자제품 규제의 경우 4~6년, 자동차의 경우 1~41년 정도의 시간적 차이가 발생하였다. 이러한 시간적 차이로 우리나라는 환경규제 도입시 주요 선진국들의 환경규제 비교연구자료를 중요한 자료로 사용해왔다.
국제환경규제 강화는 국내환경규제 강화에 직·간접적으로 영향을 미쳐왔으며, 규제강화는 기업에 대하여 환경오염피해에 대한 책임을 강화시킬 것이다. 이러한 환경규제는 국가 행정규제뿐만 아니라, 시민들의 환경인식 개선으로 환경오염피해를 발생시킨 기업들에 대한 민사책임을 요구하는 사례가 빈번해질 것으로 예상된다. 예컨대, 기존 불법행위책임으로 해결될 수 없는 환경오염사고에 대해 책임을 부과하려는 입증책임의 전환, 시장점유율책임이론, 제품분류책임이론 등의 발전에도 영향을 미치고 있다. 이러한 경향은 기업경영에 점차 부담이 될 것이다. 그러나, 국제환경규제에 대한 대응과 적응은 국내환경규제에 대한 대응과 적응을 용이하게 하고, 향후 기업들에게 부담이 될 수 있는 환경규제와 민사책임부담을 면할 수 있도록 할 것이다.

CT-58 청정일반

해조류로부터 생산된 바이오가스를 연료로 사용하는 관형 고체 산화물 연료전지의 모사

Ivannie V. Effendi, 유준
부경대학교 화학공학과

Simulation of Tubular Solid Oxide Fuel Cell System Powered by Seaweed-Derived Biogas

Ivannie V. Effendi, J. Jay Liu
Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

Fuel Cell is a reliable power source which converts chemical energy directly into electrical energy. Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) is the most promising fuel cell technology for stationary power generation. SOFC can operate on natural gas or renewable biogas. Renewable biogas is intensively investigated as an energy source for fuel cell. One of the prospective source is biofuel from seaweed which is a third generation biofuel that requires no agricultural land for production. Through anaerobic digestion of brown algae (*Laminaria japonica*), biogas can be obtained as fuel for fuel cell. In this work, tubular SOFC stack powered by seaweed-derived biogas was modelled. Process simulation and optimization are required to analyze and assess the performance of fuel cell powered by biogas. The model was adapted from tubular SOFC developed by Siemens Power Generation, Inc (SPGI) with desired output of 120 kW. To assess the model, mass and energy balances, voltage, and the efficiency of biogas-fueled SOFC were computed. Techno-economic assessment was also performed to determine the economic feasibility of the fuel source considered in this work. Further research will include the integration of this technology into macroalgae biofuel platform.

CT-59 청정일반

바이오매스 타르 수증기 개질에서 조촉매 희토류의 효과

박서윤[1], 오건웅[2], 라호원[3], 서명원[3], 문태영[3], 이재구[4], 윤상준[2,3*]
[1]충북대학교 대학원 환경공학과
[2]과학기술연합대학원대학교 신에너지 및 시스템 기술
[3]한국에너지기술연구원 청정연료연구실
[4]한국에너지기술연구원 FEP융합연구단

The Promotor Effect of Rare Earth Metal for Biomass Tar Steam Reforming

Seo Yun Park[1], Gunung Oh[2], Ho Won Ra[3], Myung Won Seo[3], Tae Young Mun[3], Jae Goo Lee[4], Sang Jun Yoon[2,3*]
[1]Department of Environmental Engineering, Chungbuk National University,
[2]Advanced Energy Technology, Korea University of Science and Technology
[3]Clean Fuel Research Laboratory, Korea Institute of Energy Research, Gajeong-lo 152, 305-343 Daejeon, Republic of Korea
[4]Future Energy Plant Convergence Research Center, Korea Institute of Energy Research, Daejeon, 305-343, Republic of Korea
*corresponding author(yoonsj@kier.re.kr)

바이오매스를 원료로 하는 가스화 기술은 고갈의 우려가 있는 화석연료의 절감과 폐기물 처리 및 에너지화와 같은 유용성으로 활발히 진행되고 있다. 하지만 가스화 과정에서 생성되는 타르는 장치의 부식, 막힘으로 효율성 저하를 야기시키기 때문에 이를 해결하기 위해 촉매를 적용한 개질 공정의 필요성이 대두되고 있다. 특히, Ni은 tar와 같은 탄화수소의 분해 및 개질에 뛰어난 효과가 입증된 금속으로 가장 많이 쓰이고 있으나, 탄소침적에 대한 저항성이 약해 촉매가 빠르게 비활성화되는 문제점을 가지고 있다. 이를 개선하기 위하여 본 연구에서는 타르의 대표물질 톨루엔을 대상으로 Ni의 탄소침적 저항성을 높여주는 조촉매를 첨가하여 개질 효과를 비교하였다. 적용한 촉매는 Ni(12wt%)에 희토류 금속(Ce, Sm, Dy)을 1wt%씩 조촉매로 첨가하여 제조하였고, 반응온도(400~800℃), 공간 속도(10,000hr-1), 스팀/톨루엔 몰 비(25) 등의 반응 조건에 따른 생성가스의 조성 및 톨루엔 전환율의 변화를 확인하였다. 전반적으로 온도가 증가함에 따라, 톨루엔 전환율과 H_2 생성량이 증가하는 경향을 나타냈다. 조촉매를 첨가하지 않은 Ni 촉매와 톨루엔 전환율을 비교했을 때, 600℃기준으로 Ni(57.4%) < Ce(75.4%) < Sm(94.7%) < Dy(96.0%)와 같이 Dy가 가장 큰 조촉매 효과를 보였다. H_2의 생성량 또한 가장 높게 나타났으며, SEM 분석결과에서도 탄소침적이 발견되지 않았다. 이로써, 희토류 금속이 바이오매스 타르 개질반응에서 큰 효과를 보였고, 원자량이 큰 금속일수록 조촉매로서 그 효과가 두드러짐을 알 수 있었다.

액상금속추출법을 활용하여 Fe-REE(Nd,Dy,Pr)-B 영구자석에서 선택적 희토류 추출

남선우[1,2], 김대겸[1], 김도향[2], 김범성[1], 김택수[1*]
[1]한국생산기술연구원 한국희소금속산업기술센터, [2]연세대학교 준결정재료 연구단

Selective extraction of rare earth elements from Fe-REE(Nd,Dy,Pr)-B permanent magnet by using Liquid Metal Extraction method

Sun-Woo Nam[1,2], Dae-Kyeom Kim[1], Do-hyang Kim[2], Bum-SungKim[1], Teak-Soo Kim[1*]
[1]Rare Metals Group, Korea Institute of Industrial Technology, 156 Gaetbeol-ro, Incheon, South Korea
[2]Yonsei University, 50 Yonsei-ro Seodaemun-gu, Seoul, 03722, Republic of Korea

최근 융복합 및 청정에너지 산업 등의 발달로, 하이브리드 및 전기 자동차와 같은 친환경 자동차 및 풍력발전 산업 등이 신규 산업으로 떠오르고 있으며 그 수요는 가파르게 증가할 것으로 예상 된다. 또한 현재 우리나라의 경우 제품기술 및 IT산업 강국으로 Nd-Fe-B 자석의 지속적인 수요확대가 전망되지만, 소재산업이 전무한 상태이고, 희토류 자석의 원료인 REE(Nd, Dy, Pr)은 전량 수입에 의존하고 있다

따라서, 희토류 원소의 안정된 확보를 위해서는 중국 이외의 자원 탐사개발과 함께 국내에서의 희토류 원소 리사이클 기술의 개발은 매우 중요하다고 할 수 있다. 현재, 국내 희토류 자원의 수급 및 중요성 때문에 REE-Fe-B 영구자석에 대한 재 자원화 관련 연구들은 일부 보고 된 바 있으나, 주로 자석 스크랩로부터 농축된 대상물을 수용액에 용해하여 희토류 원소를 추출하고 분리하는 기술들로, 재활용 산업에 적용하기 위해서는 폐수 처리와 폐기물 처리와 같은 환경적 문제를 해결해야만 한다.

따라서 환경적 오염을 최소화하기 위해 최근에는 건식 추출법인 액상금속(Mg, Zn, Ag, Pb)을 이용한 희토류 추출 공정이 연구가 이루어지고 있다. 특히 Mg를 이용한 금속 희토류 추출 연구가 활발히 이루어지고 있으며 Mg은 융점이 650℃로 Fe, B과는 어떠한 화합물을 생성하지 않아 희토류를 추출하기에 최적으로 여겨지고 있다. 하지만 Mg은 희토자석에서 Nd와 Pr 추출은 비교적 쉽게 이루어지고 있지만 Dy의 추출은 거의 이루어지지 않고 있다.

이에 본 연구에서는 Fe, B와 반응하지 않으면 Nd, Pr와 Dy을 추출할 수 있는 원소인 Bismuth(Bi)를 이용하여 액상금속추출법을 활용하였다. Bi는 융점(271℃)이 낮고 Bi-Nd이원계 상태도에서 265℃부터 반응이 일어나 화합물을 생성하고 Bi-Dy상태도에서도 eutectic(269℃)반응이 일어나기 때문에 Mg보다 에너지 효율 측면에서 유리하다. 따라서 이번 연구에서는 추출공정조건(유지시간, 온도, 장입비 등)에서 추출 효율을 극대화 할 수 있는 조건을 확립하고 산업에 적용될 수 있도록 기초자료를 제공하는 것을 목표로 연구를 수행하였다.

CT-61 청정일반

수소가스 운송을 위한 복합재료 고압압력 용기에 적용된 알루미늄 합금 End Nozzle 특성 평가

김대겸[1,2], 남선우[1,3], 박경태[1], 김택수[1,2]
[1]한국생산기술연구원, [2]과학기술연합대학원대학교,[3]연세대학교

Characteristic Evaluation of Aluminium Alloy End Nozzle of High Pressure Composites Cylinder for Hydrogen Gas Transportation

Dae-kyeom Kim[1,2], Sun-woo Nam[1,3], Taek-soo Kim[1,2]
[1]Korea Institute of Industrial Technology, [2]University science and technology,
[3]Yonsei University

수소는 이산화탄소와 같은 온실가스를 배출하지 않고 순수한 물만 배출하는 무공해 연료 이다. 최근 선진국을 중심으로 에너지수급불안 및 점점 고갈되어가는 화석연료 문제와 환경오염 문제의 해결 방안으로 수소에너지에 대한 관심이 증가 하고 있으며, 기존 탄소에너지를 기반으로 하는 경제체제에서 수소에너지를 기반으로 하는 경제체제의 전환이 기대되고 있다. 수소경제 사회로의 도입과 안정적인 에너지원으로 사용하기 위해서는 수소의 원활한 운송 및 저장이 필수적이다. 현재 수소를 저장하는 방식으로는 높은 압력을 가해 기체나 액체 상태로 저장하거나 금속에 흡수 시켜 저장하는 방식이 있으나 초기 수소경제 인프라를 활성화 위해서는 비교적 간단한 방법인 높은 압력을 가해 기체 상태로 저장하는 고압용기가 가장 효율적이다. 고압용기의 경우 금속으로만 이루어진 type1 용기, 금속의 용기에 실린더부만 복합재료로 보강한 type2, 금속의 라이너 전체를 복합재료로 보강한 type3, 비금속 라이너로 들어진 type4가 있다. type4 용기는 저장 가능한 가스 체적 대비 용기의 무게가 가볍고 플라스틱 라이너로 수소가스를 저장하는데 있어 수소취성의 문제가 발생하지 않으며 탄소섬유 복합재료로 이루어진 보강 층은 높은 내식성 및 경량성으로 수소가스 운송에 가장 적합한 용기로 평가되고 있다. type4 용기 구성 중 valve와 regulator를 연결하기 위한 End nozzle이 유일하게 금속 소재로 이루어져 있다. 따라서 End Nozzle은 금속소재는 수소 취성에 대한 저항이 높고, 가스 충·방전 중에 저장 용기에 발생되는 응력에도 견딜 수 있는 높은 강도를 가진 소재를 적용하며, 플라스틱 계면과 금속 End nozzle 사이의 계면의 접착문제를 해결해야 한다. 이에 본 연구에서는 End nozzle에 적용된 알루미늄 합금을 Top, middle, Bottom부위의 각각의 시편을 채취하여 기계적 특성 및 미세조직 특성을 분석 및 평가하였다.

포스터세션 I

9월 28일(수) 15:00~17:30

호텔르윈 기린 I,II,III

PA-01

Effect of supercritical CO_2 on the enzymatic production of biodiesel from waste animal fat

Aldricho Alpha Pollardo[1,2], Hong-shik Lee[1], Dohoon Lee[1], Sangyong Kim[1,*], Jaehoon Kim[2]
[1]Green Materials and Process Group, Korea Institute of Industrial Technology
[2]SKKU Advanced Institute of Nano Technology, Seongkyunkwan University

Waste oil is a promising feedstock to replace vegetable oils that usually used in commercial biodiesel industry but the high content of free fatty acid in waste oils makes it unfeasible to be processed with commercial process [2],[4]. Enzymatic process is preferable to convert waste oils into biodiesel since enzyme can catalyse both esterification and transesterification with the presence of acyl acceptor [5]. However, enzymatic reactions still has some drawbacks such as slower reaction rates than base-catalyzed transesterification, limitation of reactant concentration due to the enzyme inhibition of methanol [1],[3]. Supercritical carbon dioxide ($scCO_2$) is a promising reaction media for enzyme-catalysed waste oil transesterification since it increase the mass transfer rate of the system [6]. The reaction of biodiesel is carried out in pressurized condition that enables CO_2 to be in its supercritical state and 40^oC with varied parameters of oil concentration, methanol concentration, and temperature. The best yield of 84%-mass FAME is obtained at CO_2 to oil mass ratio of 10:1 and at methanol to oil mass ratio of 14: 100 for 6 hours although the reaction seems to get slower at the third hour onward. The high yield of FAME when using high mass ratio of CO_2 to oil showed that supercritical CO_2 could increase the reaction and mass transfer rate while reducing methanol toxicity to enzyme activity.

참고문헌

1. Aguieiras, E. C., Cavalcanti-Oliveira, E. D., & Freire, D. M., “Current status and new developments of biodiesel production using fungal lipases,” Fuel, 159, 52-67 (2015).
2. Canakci, M., “The potential of restaurant waste lipids as biodiesel feedstocks,” *Bioresource Technology*, *98*(1), 183-190 (2007).
3. Christopher, L. P., Kumar, H., & Zambare, V. P., “Enzymatic biodiesel: challenges and opportunities,” *Applied Energy*, *119*, 497-520(2014).
4. Nelson, L. A., Foglia, T. A., & Marmer, W. N., “Lipase-catalyzed production of biodiesel,” *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, *73*(9), 1191-1195 (1996).
5. Oliveira, J. V., & Oliveira, D., “Kinetics of the enzymatic alcoholysis of palm kernel oil in supercritical CO_2,” *Industrial & engineering chemistry research*, *39*(12), 4450-4454(2000).
6. Varma, M. N., Deshpande, P. A., & Madras, G., “Synthesis of biodiesel in supercritical alcohols and supercritical carbon dioxide,” *Fuel*, *89*(7), 1641-1646 (2010).

PA-02

Novel active benzotriazolide-based catalysts for generating disubstituted ureas from carbon dioxide and amines

Cong Chien Truong[1,2], Hye Jin Lee[1,2], Yong Jin Kim[1,2,*]
[1]Green Process and Material R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), 89, Yangdaegiro-gil, Ipjang-myeon, Cheonan, 331-822, Korea.
[2]Korea university of Science and Technology (UST), 176 Gajeong-dong, 305-350, Yuseong-gu, Daejeon, Korea.

A new series of alkali metal azolides were successfully prepared from the reaction of alkali metal carbonates with corresponding azole compounds and their catalytic activity toward the carboxylation of CO_2 with various amines were investigated. Among them, cesium benzotriazolides (Cs[BTd]) was found to effectively facilitate the carboxylation, producing corresponding 1,3-disubtitutedureas in both high yields and selectivities. The structure of Cs[BTd] obtained from NMR spectroscopy and single-crystal X-ray diffraction explains the water-tolerant ability for the carboxylation, leading to high TOF value as well as robust recyclability.

PA-03

Two-step synthesis of 5-Acetoxymethyl-2-furaldehyde (AMF) from D-Fructose

Nhan T.T. Huynh[1,2], Bora Kim[1], Seok-kyu Park[1], Hong Shik Lee[1], Jin ku Cho[1,2]
[1]Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)
[2]Korea University of Science and Technology (UST)

5-Hydroxymethyl-2-furaldehyde (HMF) and its derivatives are the promising biomass-derived platform chemicals, which have the potential to become "carbon-neutral" feedstock or building blocks in a green, renewable and sustainable industry. In this research, we are interested in synthesizing 5-acetoxymethyl-2-furaldehyde (AMF) – an ester derivative of HMF – which is considered to have better physical and chemical properties compared to HMF such as chemical stability and easy isolation. The synthesis consists of an enzymatic esterification of D-Fructose into 1,6-Diacetyl-fructofuranose (DAF) and a direct dehydration of DAF into AMF. Optimizing this procedure results in a total yield of 56% AMF and 9% HMF simultaneously.

Keywords: HMF, 5-acetoxymethyl-2-furaldehyde, dehydration, D-Fructose

참고문헌

1. Giovanni Nicolosi et al., "*Enzymatic procedures in the preparation of regioprotected D-fructose derivatives*", Carbohydrate Research, Volume 340, Issue 2, 7 February 2005, Pages 319-323
2. Jin Ku Cho et al., "*Commercially attractive process for production of 5-hydroxymethyl-2-furfural from high fructose corn syrup*", Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Volume 19, Issue 4, 25 July 2013, Pages 1106-1111
3. Yogesh S. Mahajan et al. "*Production of tetrahydrofuran by dehydration of 1,4-butanediol using Amberlyst-15: Batch kinetics and batch reactive distillation*", Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, Volume 95, September 2015, Pages 241-248
4. Guangsen Song et al., "*Amberlyst 15 as a new and reusable catalyst for the conversion of cellulose into cellulose acetate*", Carbohydrate Polymers, Volume 112, 4 November 2014, Pages 203-209

PA-04

Syntheses of bio-based furanic plasticizers in replacement for conventional phthalate esters

TanPhat Nguyen[1,2], Anh H. T. Vo[1,2], NhanT.T.Huynh[1,2], BoraKim[2], Seok-KyuPark[2], Hong-shik Lee[2], Jin Ku Cho[1,2,*]
[1]University of Science and Technology (UST)
[2]Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

In worldwide plasticizer market, the phthalate esters have the biggest portion and the important role. Because of the fact that most of them are harmful to environment and human health, they are being replaced by new generations of plasticizers which are bio-based, more eco-friendly and more bio-compatible. This study has focused on the syntheses of furanic plasticizers derived from algal biomass. Dialkyl ester products of furandicarboxylic acid through simultaneous dehydration-esterification reaction were obtained and characterized by spectroscopy. Under reaction conditions, the conversions of investigated reactions reached around 100%. Yield and selectivity of reactions rely on the nature and the amount of acid catalysts. Also some intermediate compounds in between starting materials and target products were found, unveiling the reaction pathway.

Keywords: biomass plasticizer, FDCA ester, galactaric acid, dehydration, esterification, cyclization

참고문헌

1. Taguchi, Y., Oishi, A., and Iida H., "One-step synthesis of dibutyl furandicarboxylates from galactaric acid", *Chemistry Letters*, 37(1), 50-51 (2008).
2. Amarasekara, A. S., Razzaq, A., and Bonham, P., "Synthesis and Characterization of All Renewable Resources Based Branched Polyester: Poly(2,5-furandicarboxylic acid-co-glycerol)", Research Article, Department of Chemistry, Prairie View A&M University, Prairie View, TX, (2013).
3. Rahman, M., Brazel, C. S., "The plasticizer market: an assessment of traditional plasticizers and research trends to meet new challenges", *Progress in Polymer Science*, **29**, 1223-1248 (2004).

PA-05

Palladium-catalyzed reductive carbonylation of nitrobenzene for producing isocyanate

Thanh Tung Nguyen[1,2], Yong Jin Kim[1,2,*]
[1]Green Process and Material R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), 89, Yangdaegiro-gil, Ipjang-myeon, Cheonan, 331-822, South Korea.
[2]University of Science and Technology (UST), 176 Gajeong-dong, 305-350, Yuseong-gu, Daejeon, South Korea.

Organic isocyanates (R–NCO) have achieved great commercial importance as chemical intermediates in the manufacture of many useful chemicals. The conventional route has now been proven to have many serious problems, such as the use of extremely toxic phosgene in the carbonylation step and the byproduction of a large amount of corrosive hydrochloric acid. One attractive alternative method is direct carbonylation with carbon monoxide, because it can provide a one-step conversion of nitro aromatics to the isocyanate without the use of dangerous phosgene. In this research we present the direct reductive carbonylation of nitrobenzene to phenyl isocyanate using various types of palladium catalysts, including the system of $PdCl_2$withN-donorligandsandpromoters.

Keywords: Carbon monoxide. Palladium catalysts. Reductive carbonylation. Nitrobenzene. Phenyl isocyanate

PA-06

Ferric selenide as catalyst for reductive carbonylation of nitrobenzene for generating urethanes

Tram Huynh Nguyen[1,2], Thanh Tung Nguyen[1,2], Anh Vy Tran[1,2], Yong Jin Kim[1,2,*]
[1]Green Process and Material R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), 89, Yangdaegiro-gil, Ipjang-myeon, Cheonan, 331-822, South Korea.
[2]University of Science and Technology (UST), 176 Gajeong-dong, 305-350, Yuseong-gu, Daejeon, South Korea.

Carbamates have been widely used due to their versatilities such as intermediates in pharmaceuticals, pesticides, fertilizers or precursors of isocyanates. The conventional process for the production of carbamates involves the toxic usage of phosgene. The reductive carbonylation of aromatic nitro compounds with carbon monoxide in the presence of alcohols has attracted much attention as a phosgene-free alternative route to carbamates. In this study, has been investigated as an active heterogeneous catalyst for the synthesis of carbamates. The results showed that the 96% yield of carbamate under the optimized conditions was obtained in the presence of $FeSe_2$ as a main catalyst, indicating the outstanding catalytic performance as well as robustness of $FeSe_2$ compound for the reductive carbonylation reaction.

Keywords: carbamate, reductive carbonylation, ferric selenide

PA-07

Copper selenide as catalyst system for reductive carbonylation of nitrobenzene for generating urethanes

Vy Anh Tran[1,2], Tram Thuy Huynh Nguyen[1,2], Yong Jin Kim[1,2,*]
[1]Korea University of Science and Technology (UST), Daejeon, Republic of Korea
[2]Green Process Material Research Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), Chungcheongnam-do, Republic of Korea

Carbamates have been widely used due to their versatilities such as intermediates in pharmaceuticals, pesticides, fertilizers or precursors of isocyanates. The conventional process for the production of carbamates involves the toxic usage of phosgene. The reductive of carbonylation of aromatic nitro compounds with carbon monoxide in the presence of alcohols has attracted much attention as a phosgene-free alternative route to carbamates. In this study, have been investigated as active heterogeneous catalyst for the synthesis of carbamates. The results showed that the 97% yield of carbamates under the optimized conditions was obtained in the presence of Cu_xSe_y as main catalyst, indicating the out standing catalytic performance as well as robustness of Cu_xSe_y compound for the reductive carbonylation reaction.

Keywords: carbamate, reductive carbonylation, copper selenide

PA-08

Preparation of furfural from xylose by lignocellulose-based carbonaceous catalyst under biphasic condition

Anh H. T. Vo[1,2], Nhan T. T. Huynh[1,2], Tan Phat Nguyen[1,2], Bora Kim[1], Hong-shik Lee[1], Sangyong Kim[1,2], Jin Ku Cho[1,2]
[1]Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)
[2]University of Science and Technology (UST)

Nowadays, conversion of xylose to furfural which is a high-value chemical derived from biomass. Conventionally, furfural from xylose has been produced via the utilization of highly corrosive and environmentally toxic mineral acids such as sulfuric acid or chloric acid. From the standpoint of ecofriendly and benign approach, a microwave- assisted biphasic process for the dehydration of xylose into furfural in the presence of novel carbon-based chlorosulfonated catalyst was investigated. In this study, xylose as starting material was placed into a microwave reactor under biphasic condition consisting of H_2O:MIBK(1:2). The results show that xylose was completely converted and over 70% yield of furfural was achieved within 5 hours at 180oC. The research also showed efficient yields for other pentose such as Arabinose 55.4%, Ribose 66.88%, and Lyxose 87.39%. This greener protocol provides highly selective conversion of biomass to furfural as well as facile isolation of product from the reaction mixture.

Keywords: xylose, furfural, biphasic system, heterogeneous catalyst

참고문헌

1. Möller, M. et al., “Hydrothermal production of furfural from xylose and xylan as model compounds for hemicelluloses”, RSC Adv.,3, 22253-22260 (2013).
2. Weinggarten, R et al., “Kinetic of furfural production by dehydration of xylose in a biphasic reactor with microwave heating”, Green Chem., 12, 1423-1349 (2010).

PA-09

선박용 SCR 반응기 소형화를 위한 신개념 3차원 금속 구조체 촉매 시스템 연구

김남경[1,2], 이진우[1,2], 구윤장[1,2], 정해영[1], 서문혁[3], 최용기[3], 박대원[2], 임동하[1,*]
[1]한국생산기술연구원, [2]부산대학교, [3]파나시아

A study of new concept of SCR catalyst system with 3D metal strucrue for a compactness of marine SCR reactor

Nam-Gyoung Kim[1,2], Jin-Woo Lee[1,2], Yun-Jang Gu[1,2], Hae-Young Jeong[1], Moon-Hyeok Seo[3], Yong-Ki Choi[3], Dae-Won Park[2], Dong-Ha Lim[1,*]
[1]Korea Institute of Industrial Technology, Busan
[2]Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University
[3]R&D Department in PANASIA, Busan, Korea

국제 해사기구(IMO)는 선박으로부터 배출되는 배기가스를 저감하기 위하여 2016년 1월부터 국제 항해용 선박에 선박 배기가스 배출 저감을 요구하는 TierⅢ규제를 발효하였다. 질소산화물 처리기술 중 가장 상용화 되어있는 연소 후 처리기술을 이용할 경우 질소산화물이 가장 효율적으로 저감되며 연소 후처리 기술에는 선택적 비촉매 환원법과 선택적 촉매 환원법이 이용된다. 질소산화물 배출량을 강화된 Tier III 기준(Tier Ⅰ대비 80%이상)에 만족시키기 위하여 선택적 촉매환원 시스템(Selective Catalyst Reduction system, SCR system)을 선박 엔진 후단에 적용하고 있다. 본 연구에서는 해양선박의 특수성을 고려한 배연탈질 시스템을 적용하기 위하여 한정된 선박 내 공간을 최대한 효율적으로 활용하고자 기존 허니컴 형태의 SCR 촉매 시스템이 아닌 3차원 구조의 금속 구조체를 이용한 신개념 컴팩트 SCR 시스템 연구를 수행하였다. SCR 반응기 소형화를 위하여 3차원 구조의 금속 구조체 모듈을 설계하였고, 구조체 표면에 높은 비표면적을 가지는 TiO_2 나노튜브를 제조하여 고가인 활성금속을 소량 담지함으로써 제조비용도 최소화 하였다. 또한 이를 통하여 SCR 촉매의 내구성을 향상시켰을 뿐만 아니라 SCR 반응기의 소형화와 설치 및 유지보수 용이 등 선박용 SCR 시스템에 대한 가격 경쟁력을 극대화 할 수 있었다.

PA-10

Separation and purification of prussian blue in an absorption oil sludge

Dae Yeon Kim, Joung Ho Park, Moon Hyeon Kim*
201 Daegudae-ro, Jillyang, Gyeongsan 38453, Korea

Prussian blue is representatively used in dye and pigment industries and usually obtained by some different chemical synthesis techniques. It is known that prussian blue is generated through a complicated process during the oil-scrubbing of flue gases from coke production plants. We have reported that such a prussian blue could be successfully separated and then extracted by using organic solvents. Therefore, this study has been focused on a suitable purification of the extracts to prussian blue with high purity.

We chosen different source sludges containing prussian blue, and absorption oil that had been removed using a centrifugal separator as to a maximum as possible, and the sludges were mixed with toluene with a volume ratio of 1:3 and treated at 70°C for 2-6 h with filtration after every 1 h and replacement to a fresh toluene solution, depending on sludge samples. After this primary purification, the extract discharged from a depitch tower (DT) was purified by treating it at 100°C for 5 h, denoted to "Sample A" to distinguish it from the others. In the case of a sludge sampled from a heat exchanger, it was further treated at 100°C for 5 h following three times 1-h treatment, referred to as "Sample B". A sludge from another DT was subjected two times to a toluene solution treatment at 100°C for 5 h, designated to "Sample C". XRD patterns and IR spectra of the Samples were collected and compared to those for a commercial pure prussian blue ("PPB").

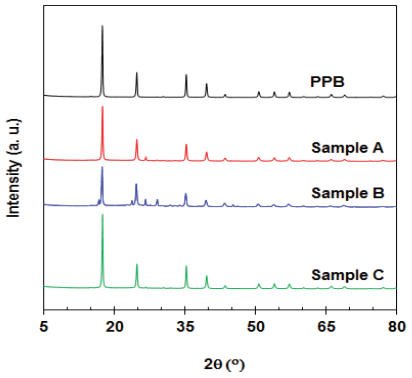


Fig. 1 XRD patterns for different source sludges purified in toluene

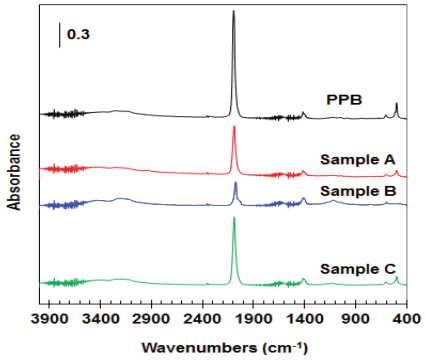


Fig. 2 IR spectra of different source sludges purified in toluene

All the Samples gave characteristic reflections corresponding to PPB, although the Sample B possessed XRD peaks regarding an impurity substance, as shown in Fig. 1, proposing that the sludges used here were purified to a high purity level similar to that of PPB. However, this conclusion could differ from results reached from IR absorption measurements (Fig. 2). The absorbance in PPB was stronger than that appeared with the Samples, depending on them. Surprisingly, the Sample C yielded no visible bands disclosing the presence of an impurity that was indicated upon XRD measurements. Consequently, it is shown that sampling points can greatly influence the purity of prussian blue in sludges after suitable treatments in addition to details of their purifying protocols.

PA-11

PA-12

폴리프로필렌의 촉매 열분해를 이용한 오일 생산

김수현, 이루세, 황종하, 손은남, 손정민*
*전북대학교 자원에너지공학과

Oil production from catalytic pyrolysis of polypropylene

Soo Hyun Kim, Roosse Lee, Jong Ha Hwnag, Eun Nam Son, Jung Min Sohn*
*Department of Mineral Resources & Energy Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

재생 가능한 에너지원으로서 높은 잠재력에도 폐플라스틱들은 버려져 왔으며 지속적인 축적으로 환경오염에 심각한 문제를 발생시키고 있다. 본 연구는 폐플라스틱을 재활용하기 위한 방법으로 열분해를 이용하였다. 열분해는 산소가 없는 조건에서 열에 의해 고분자 물질이 저분자 물질로 분해되는 것을 의미한다. 열분해 반응을 통해 생성된 오일은 품질이 낮은 액상연료로써 품질개선을 위해 촉매를 이용하여 화학적으로 개질한다. 본 연구는 폐플라스틱의 주원료인 폴리프로필렌을 가지고 촉매를 이용하여 열분해 하였다. 사용된 촉매는 상용 촉매인 S-1405L, FCC Additive, Albemarle 7-2를 사용하였다. 반응기 내 질소를 200 mL/min으로 흘려주어 산소가 없는 조건으로 purging 시킨 후 pyrolysis reactor의 온도는 600 ℃, catalyst reactor의 온도는 500 ℃로 하였으며, 목표 온도에 도달하면 질소를 30 mL/min으로 변경하고, 열분해 반응기를 이동시켜 급속 열분해 반응을 시작하였다. 열분해 가스는 냉각시킨 condenser를 지나면서 일부는 액상으로 응축되었으며, 응축되지 않은 가스는 분석을 위하여 가스백에 포집하였다. 포집한 가스는 GC분석기를 이용하여 가스 성분을 확인할 수 있었다. GC 분석기를 이용하여 분석한 결과 촉매를 사용하였을 때가 촉매를 사용하지 않았을 때보다 가스 생성량이 많았으며, C_3H_6, CH_4 순으로 많이 생성되었다. 생성된 오일은 GC/MS를 이용하여 성분 분석을 하였으며, 촉매를 사용하지 않았을 때보다 공간속도 10000hr^{-1}로 설정하여 촉매의 양을 결정하였을 때 가벼운 오일인 C_5에서 C_8의 양이 증가하였다. 또한, 촉매의 양이 증가하였을 경우에 톨루엔과 자일렌의 양이 급격하게 늘어남을 알 수 있다.

PA-13

로타리 킬른 반응기를 사용한 리그닌 열분해

노동훈, 이형원, 오대준, 박영권*
서울시립대학교 환경공학과

Pyrolysis of lignin using Rotary Kiln reactor

Donghoon Ro, Hyung Won Lee, Dae Jun Oh, Young-Kwon Park*
School of Environmental engineering, University of Seoul, Seoul, Republic of Korea

리그닌은 두 번째로 풍부한 바이오매스 구성성분이며 지구상에서 화석연료가 아닌 유기 탄소 중 약 30%를 차지한다. 3가지 subunits인 coniferyl, coumaryl, sinapyl alcohol 로 이루어져있는 리그닌은 자연에서 얻을 수 있는 우수한 화학물질 원료이다. 리그닌은 제지 산업에서 부산물로 상당량이 발생하므로 이것을 활용하여 화석연료 기반의 연료와 화학물질을 생산하는 것은 중요한 의미를 가진다. 하지만 리그닌의 경우 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스보다 높은 열적 안정성, 열분해 공정에서 높은 char 수율, 낮은 바이오오일 수율 등의 특징으로 인하여 열분해를 통해서 연료와 화학물질을 생산하는 biorefinery 분야에서 바이오매스 구성성분 중 셀룰로오스나 헤미셀룰로오스 보다 상대적으로 주목 받지 못 하였다 [1].
일반적으로 바이오매스를 에너지, 연료나 화학물질로 전환하는 방법에는 열화학적, 생물학적 전환기술이 있는데 열분해는 열화학적 전환 방법에 속하는 기술로 액체, 고체, 기체 생성물을 생산한다. 액상 생성물, 일명 바이오오일은 열분해의 주 생성물로 액상이기 때문에 운송이 쉽고 기존의 석유화학 인프라에 적용이 가능한 장점 등이 있다. 일반 바이오매스의 열분해 반응에는 주로 유동층 열분해 반응기가 사용되고 있으나 리그닌을 사용할 경우 plugging, agglomeration 문제 때문에 연속식 열분해 반응을 진행하기 어려운 점이 있다 [2].
따라서 본 연구에서는 리그닌의 열분해 반응 문제점을 해결하기 위해 로타리 킬른 타입 반응기를 도입하여하여 위의 문제점을 최소화 한 리그닌의 연속식 열분해 반응을 진행하였다.

참고문헌

1. Ben, H., Ragauskas, A.J., “One step thermal conversion of lignin to the gasoline range liquid products by using zeolites as additives,” RSC Adv., 2, 12892-12898 (2012).
2. Zhou, G., Jensen, P.A., Le, D.M., Knudsen, N.O., Jensen, A.D., “Direct upgrading of fast pyrolysis lignin vapor over the HZSM-5 catalyst,” Green Chem., 18, 1965-1975 (2016).

PA-14

포토레지스트 박리공정에서 두께에 따른 친환경적 박리 연구

당현식[1], 한상진[2], 김승현[4], 주기태[4], 김준현[3], 김용성[4,*]
[1]서울과학기술대학교 정보통신공학부 전자IT미디어공학과
[2]서울과학기술대학교 정보통신공학부 전기전자공학과
[3]서울과학기술대학교 공과대학 기계자동차공학과
[4]서울과학기술대학교 NID대학원 나노IT융합프로그램

Method for eco stripping photoresist in photoresist thickness

Hyun-Shik Dang[1], Sang-Jin Han[2], Seung-Hyun Kim[4,] Jun-Huyn Kim[3], Gi-Tae Joo[4], Young-Sung Kim[4,*]
[1]Seoultech Electronic and Information Engineering
[2]Seoultech Electrical and Information Engineering
[3]Seoultech Dapartment of Mechanical and Automotive Engineering
[4+]Seoultech Graduate School of NID Fusing Technology

반도체 소자 제조 시 포토리소그래피(photo lithography) 공정에서 감광막(photoresist)을 박리하는데 사용되는 박리 용액(chemical PR striper)은 유기물질의 함유로 인해 환경공해문제를 야기한다. 포토레지스트의 잔류물은 후속 공정의 단선, 단락의 원인이 되므로 박리 과정에서 포토레지스트 잔류물을 완전히 제거해야 한다. 앞선 이유와 더불어 단시간 내에 박리해야하므로 생산 공정에서는 적정량을 초과하여 박리 용액을 사용하고 있어 환경오염문제가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 딥핑 박리(dipping strip process)에 적정한 변수조건을 구분하여 별도의 박리 장비의 구비 없이 완전 박리 가능한 최소한의 박리용액 양과 메커니즘을 연구하였다.
상기 목적을 달성하기 위해 기준 박리용액을 FR-4032으로 설정하였다. Positive 포토레지스터(AZ GXR-601)가 각각 600 nm, 900 nm 도포된 기판으로 실험하였고, 실험 조건은 온도 30 ℃, 40 ℃, 50 ℃에서 농도10 %, 20 %, 30 %, 40 % 각각 1분간 박리 실험을 하였다. 박리용액에 의해 완전 박리 시간을 관찰하여 최적 값을 분석하였다. 이때 딥핑 박리에 추가로 박리과정에 활성화를 도와줄 수 있는, 물리적인 방법인 유속(hydrometry)방법을 도입하여, 포토레지스트 박리를 수행하였다. 린싱처리는 DI-water를 이용하여 세척하였다. 실험 결과 600 nm 도포 기판은 900 rpm 유속의 35 %농도에서 45 ℃에 31초가 넘어가면 완전 박리됨을 알 수 있었다. 농도, 온도에 따른 완전 박리 시간이 연구된다면 유기물이 함유된 박리용액의 저감으로 인해 사용 후 박리액의 폐기물 감소에 따른 환경오염의 감소효과가 기대된다.

참고문헌

1. 이혁진, 김병묵, 송선영, “포토레지스트 박리액 조성물 및 이를 이용한 포토레지스트박리방법”, KR. 등록번호 10-0964801 (2010).

PA-15

5-Hydroxymethyl-2-furfural(HMF)의 추출을 통한 정제와 정제된 HMF의 에스테르화 반응을 통한 5-acetoxymethyl-2-furfural(AMF)의 제조

박석규[1,2], 이홍식[1], 이관영[2], 조진구[1,3,*]
[1]한국생산기술연구원, [2]고려대학교, [3]과학기술연합대학원대학교

HMF는 석유화학제품을 대체할 수 있는 바이오매스 유래 플랫폼 화합물으로, BTX기반으로 생성된 terephthalic acid를 대체할 수 있는 furan dicarboxylic acid(FDCA)의 전구체 등 다양한 분야에 활용 가능할 것으로 기대되고 있다.
AMF는 산업현장에서 HMF보다 장점이 있다. HMF의 hydroxymethyl group보다 AMF의 acetoxymethyl group이 반응성이 적고 소수성이어서 보관에 용이하며 HMF는 수용액상에서 산에 약하고 분리가 어려운 반면 AMF는 분리가 용이하다.
과당의 연속반응공정을 통해 불균일계 산촉매인 Amberlyst 15를 사용하고 DMSO, 1,4-dioxane을 용매로 하여 60시간 이상 연속적으로 HMF를 생산할 수 있었다.
생성된 HMF 혼합물에는 다량의 DMSO가 함유되어 있는데 DMSO의 제거를 위해 ethyl acetate, THF, hexane, diethyl ether등의 용매를 사용하여 추출하였으며 추출한 HMF로부터 AMF의 에스테르화 반응을 진행하였다.[1]
Ion exchange resin, lipase 등의 촉매와 효소로 전이에스테르화 반응을 수행하였으며, 추출용매를 반응용매로 사용하여 추출 및 에스테르화 반응 연계 가능성을 확인하였다.

Keywords: 5-hydroxymethyl-2-furfural (HMF), 5-acetoxymethyl-2-furfural (AMF), continuous production, esterification

참고문헌

1. Ye-Zhi Qin, Min-Hua Zong, Wen-Yong Lou, and Ning Li, *ACS sustanable Chem. Eng.* **2016**, *4*, 4050-4054

PA-16

해조류 유래 수용액 상 바이오-오일의 수증기 개질반응 연구

박용범, 노현진, 임한권[1], 우희철*
부경대학교 화학공학과, [1]대구가톨릭대학교 화학시스템공학과

Steam reforming of fast pyrolysis aqueous phase bio-oil from macro algae

Yong Beom Park, Hyun Jin Noh, Hankwon Lim[1], Hee Chul Woo*
Department of Chemical Engineering, Pukyong National University,
[1]Department of Chemical Systematic Engineering, Catholic University of Daegu

전세계적으로 사용되고 있는 대부분의 에너지 의존량은 85% 이상을 화석자원이 차지하고 있다. 화석자원의 공급 감소와 점차 심화되는 환경오염문제 때문에 바이오매스를 활용한 바이오에너지 및 바이오연료의 개발 연구가 진행되고 있다. 바이오매스는 재생 가능성과 친환경성을 통해 화석자원을 대체할 에너지 자원으로 큰 잠재력을 지니고 있다. 3세대 바이오매스인 해조류는 1,2세대의 육상 바이오매스보다 뛰어난 이산화탄소 흡수능력, 빠른 생산주기, 높은 생산성, 수확의 용이성 등의 장점으로 인하여 지속가능한 친환경 바이오매스로 주목받고 있다.
해조류 바이오매스의 열분해로 생성되는 바이오오일은 알코올, 산, 알데히드, 에스테르, 페놀 등 수백 종류의 유기화합물과 다양한 불순물을 함유하고 있는 복합 혼합물이다. 바이오오일을 상업화 연료로 사용하기 위해서 많은 개질 공정을 필요로 한다. 그 중, 수증기 개질반응은 바이오오일의 특성을 변화시키면서 동시에 수소를 생산할 수 있는 반응이다. 생성물인 수소가스는 연소 시 공해물질이 배출되지 않고 연료전지 등의 연료로 사용, 화학제품의 원료 및 화학공장의 공정가스로 널리 사용되고 있다. 독일의 경우 연료전지, 수소보일러, 수소자동차 등에 이용하는 수소에너지 실증 플랜트를 설치할 정도로 연구가 활발히 진행되고 있다.
본 연구에서는 해조류 유래 열분해로 생성된 바이오오일을 수증기 개질반응 원료로 사용하여 수소의 생성 수율을 확인하였다. 해조류 유래 수용액 상 바이오오일은 급속열분해(450℃, 10 min)로부터 생성된 바이오오일을 유기용매(hexane)으로 추출하여 제조하였다. 이후, 수증기 개질반응의 활성을 평가하기 위하여 니켈을 포함하는 상업용 촉매 2종(FCR-4-02, POS-7)과 촉매의 활성을 높이기 위해 $K_2Ti_xO_y$(Potassium titanate)를 포함한 니켈 촉매 4종을 제조하여 반응온도(773~1,073K) 및 S/C ratio(2.25~10.0)에 따른 수소 생성 수율을 비교 평가하였다.

참고문헌

1. Lan, P., Xu, Q., Zhou, M., Lan, L., Zhang, S., and Yan, Y., "Catalytic Steam Reforming of Fast Pyrolysis Bio-Oil in Fixed Bed and Fluidized Bed Reactors," *Chemical Engineering Technology*, **33**(12), 2021-2028 (2010).
2. Trane, R., Dahl, S., Skjoth-Rasmussen, M.S., and Jensen, A.D., "Catalytic steam reforming of bio-oil," *International Journal of Hydrogen Energy*, **37**, 6447-6472 (2012).

PA-17

균일용액침전법을 이용한 헥사알루미네이트의 제조

박지윤, 안승호, 정유식[1], 이영우*
충남대학교 에너지과학기술대학원, [1](주)지엔티엔에스(GN TNS)

Preparation of hexaaluminate using homogeneous precipitation

Ji Yun Park, Seung Ho An, You Shick Jung[1], Young Woo Rhee*
Graduate School of Energy Science and Technology, Chungnam National University
99, Daehak-ro, Yusung-gu, Daejeon 34134, Korea, [1]GN Technology & Solution
4620, Hoguk-ro, Galmal-eup, Cheorwon-gun, Gangwon-do 24047, Korea

최근 환경오염에 대한 관심이 전 세계적으로 높아지고 있으며, 그에 따른 다양한 환경보전정책들이 발표/시행되고 있다. 우리나라의 경우 '24년까지 인구집중의 심화, 에너지 사용량 증가의 영향으로 오염물질 배출량은 다소 증가할 전망이며, 오염물질 배출량 증가로 인해 오염도도 악화될 것으로 예상된다. 연소 촉매란 천연가스나 탄화수소, 일산화탄소, 휘발성유기화학물 등을 화염연소보다 낮은 온도에서 안정적으로 완전 산화시키는 촉매이다. 기존 상용화된 연소촉매는 귀금속 촉매로 주로 백금촉매를 사용하여, 저온 활성이 우수하나 600℃ 이상의 고온에서는 비활성화가 급격히 일어나며, 가격 또한 고가이다. 망간 또는 코발트를 기본으로 한 페로브스카이트 산화물은 높은 완전 산화 활성을 보이며, 고온에서 sintering으로 인한 표면적의 급격한 저하를 동반한다고 보고되었다[1]. 그에 비하여 헥사알루미네이트 복합화합물 구조의 촉매는 1300℃ 이상의 고온에서도 넓은 표면적을 유지하여 뛰어난 열적 안정성을 보인다[1,2]. 알루미나 담체에 금속원소를 첨가하여 알루미나의 고온 결정성장이나 상변이를 지연시켜 고온 내열성을 향상시킬 수 있다. Ba나 Sr이 첨가된 헥사알루미네이트 구조는 1200℃ 이상의 고온에서도 높은 내열성을 가지고 있는 것으로 보고하였다[2,3]. 또 헥사알루미네이트 구조에 Mn과 같은 전이금속을 치환시킴으로써 고온에서 필요한 촉매 활성을 확보하였다.
본 연구에서는 저녹스 보일러 시스템을 위해 균일용액 침전법을 사용하여 비귀금속 촉매로서 Ba가 첨가된 헥사알루미네이트를 제조하였다. 헥사 알루미네이트 전구체의 제법으로 균일용매 침전법을 사용하였으며, 고온 활성을 높이기위하여 헥사알루미네이트 구조에 치환할 전이금속으로 Mn을 사용하였다. 전구체를 소성하여 만들어진 헥사알루미네이트를 XRD를 이용하여 분석하였다.

참고문헌

1. J. G. McCarty and H. Wise, "Perovskites catalyst for methane combustion",Catalysis Today, 8, 231-248 (1990).
2. M. Machida, K. Eughi, and H. Arai, "Effect of Additives on the surface area of oxide supports for catalytic combustion" Journal of Catalysis, 103, 385-393 (1987).
3. G. Groppi, M. Bellotto, C. Cristiam, P. Forzatti, and P. L. Villa, “Preparation and characterization of hexaaluminate-based materials for catalytic combustion”, Applied Catalysis A: General, 104(2), 101-108 (1993).

PA-18

열처리 조건이 Ti-Graphene 나노 복합체의 리튬 저장 용량에 미치는 영향 분석

박진후, 손연선 ,정재영, 문광욱[1], 박효석[1], 남기석[2], 김 필[2,*]
전북대학교 반도체·화학공학부, [1]전북대학교 에너지저장변환공학과,
[2]전북대학교 화학공학부

Effect of heat-treatment condition on the Li storage of Ti-Graphene nanocomposite

Jin Hoo Park, Yeonsun Sohn, Jaeyoung Jeong, Kwang Uk Moon[1], Hyo Seok Park[1], Kee Suk Nahm[2], Pil Kim[2]*
School of Semiconductor and Chemical Engineering, Chonbuk National University
[1]Department of Energy Storage and Conversion Engineering, Chonbuk National University
[2]Department of Chemical Engineering, Chonbuk National University

화석연료의 무분별한 사용으로 인한 환경오염과 연료고갈에 대한 우려가 높아지고 있으며 이를 해결하기 위한 다양한 대체 에너지원 및 에너지저장 장치에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 리튬이차전지는 오염물질을 배출하지 않으며 에너지 밀도가 높기 때문에 다양한 휴대용 기기의 전원으로 응용되고 있다. 최근 많은 에너지를 필요로 하는 휴대용 기기들이 개발됨에 따라 리튬이차전지의 에너지 저장 용량 증가가 요구되고 있으나, 현재 사용되고 있는 흑연 계통의 음극제는 안정성은 높지만 리튬저장 용량이 낮다는 단점을 지니고 있다.
본 연구에서는 Ti-Graphene을 암모니아 및 질소 열처리를 통해 결정성이 높은 TiN-Graphene과 TiO_2-Graphene 나노복합체를 제조 하였으며 리튬이차전지의 음극재료로 적용하였다. 제조한 음극제의 물리-화학적 특성에 따른 리튬저장용량의 상관관계를 규명하기 위해 TEM, XRD, XPS 등 다양한 분석을 수행하였다.

PA-19

암모니아 산화반응을 위한 중공형 PtIrNi 합금 나노 입자의 합성 및 특성 분석

손연선, 정재영, 김행수, 김필*
전북대학교 반도체·화학공학부

Synthesis and characterization of PtIrNi alloy nanoparticle with hollow structure for ammonia oxidation reaction

Yeonsun Sohn, Jaeyoung Jeong, Haengsoo Kim, Pil Kim*
School of Semiconductor and Chemical Engineering, Chonbuk National University

연료전지는 에너지밀도와 에너지 전환효율이 높아 기존의 내연기관에 비해 환경 친화적인 전력원이다. 알칼리 연료전지는 전극반응 속도가 빠르고 다양한 형태의 물질을 연료로 사용할 수 있어 많은 주목을 받고 있다.
암모니아는 친환경적인 에너지원으로 수소보다 폭발 범위가 좁고, 저압에서 액화가 가능하기 때문에 저장과 운반이 쉬우며, 암모니아 특유의 냄새로 인해 누출 감지가 용이하여 연료전지의 연료로서 적합하다. 그러나 암모니아 산화반응은 수소 산화반응에 비해 반응이 매우 복잡하고 느리기 때문에 암모니아 산화반응에 대한 활성이 높은 촉매 개발이 필요하다. 이리듐의 경우 암모니아 산화반응에 대한 활성이 우수하다고 보고되고 있으며, 이를 백금과 합금할 경우 활성이 증가되는 것으로 알려져 있다.
본 연구에서는 니켈 입자와 백금 및 이리듐 이온 간의 갈바닉 치환반응을 통하여 중공형 구조의 백금-이리듐-니켈 합금 입자를 제조하였다. 합성된 촉매의 특성분석을 통하여 중공형 구조 및 이리듐의 합금이 촉매의 암모니아 산화반응에 대한 성능에 미치는 영향을 살펴보았다.

PA-20

고정층 반응기에서 인도네시아 저등급 석탄을 이용한 혼합촉매 가스화 반응특성 연구

안승호, 박지윤, 진경태[1], 이영우*
충남대학교 에너지과학기술대학원, 305-764 대전광역시 유성구 대학로 99
[1]한국에너지기술연구원, 305-343 대전관역시 유성구 가정로 152

Indonesian low-rank coal gasification research with mixed catalysts at fixed reactor

Seung Ho An, Ji Yun Park, Gyoung Tae Jin[1], Young Woo Rhee*
Graduate School of Energy Science and Technology, Chungnam National University, 99, Daehak-ro, Yusung-gu, Daejeon 305-764, Korea
[1]Korea Institute of Energy Research, 152 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 305-343, Korea

전 세계적인 에너지수요량 증가로 인하여 양질의 석탄 자원에 대한 가격상승 및 수급의 어려움이 가중되고 있다. 특히 중국, 인도와 같은 개발도상국의 경제 성장과 인구증가로 인해 에너지 수요가 급증하고 있어 기존 에너지자원의 수급의 어려움과 가격이 상승하고 있다. 이러한 상황에서 저등급 석탄은 하나의 대안이 될 수 있다[1-2]. 저등급 석탄은 전체 석탄 매장량의 약 40% 이상을 차지하며 세계적으로 고르게 분포되어 있어 안정적인 공급이 가능해 에너지로서의 가치가 매우 높다. 그러나 저등급 석탄은 수분함량, 회분, 휘발분 함량이 높아 발열량이 기존 석탄에 비해 낮은 단점이 있다. 또한 기존 가스화 공정은 1200℃ 이상의 고온에서 운전되기 때문에 에너지효율이 좋지 않다. 저등급 석탄 촉매가스화 기술은 이러한 문제를 해결할 수 있는 매우 중요한 기술로 부각되고 있다[3-8].
본 연구에서는 인도네시아 저등급 석탄인 Kideco탄을 이용하여 질소분위기하에 등온상태에서 촤를 생성한 후 스팀과 이산화탄소를 주입하여 합성가스를 생성하는 가스화를 진행하였다. 운전온도(700℃,750℃,800℃,850℃)에서 알카리계 촉매인 K_2CO_3와 금속촉매 Ni을 이용하여 연구를 진행하였고 TGA를 통해 반응특성은 알아보았으며, GC를 통해 저등급 석탄의 촉매가스화에서 생성되는 합성가스를 분석하였다.

참고문헌

1. British Petroleum., “BP Statistical Review of World Energy 2013”
2. International Energy Agency., “Energy Policies of IEA Countries - The Republic of Korea 2012 Review”
3. Zhang, D. X., Liu, P., Lu, X. L., Wang, L. L., and Pan, T. Y., “Upgrading of Low Rank Coal by Hydrothermal Treatment: Coal Tar Yield during Pyrolysis,” *Fuel Process Technol*., **141**(1), 117-122(2015).
4. Zhuang, Q. L., Biondi, M., Yan, S. H., Bhagat, K., Vansickle, R., Chen, C., Tan, H., Zhu, Y., You, W., and Xia, W., “An Advanced Gasification Technology to Utilize Low Rank Coals for Power,” *Fuel*., **152**, 103-109(2015).
5. Lee, S. H., and Kim, S. D., “Technology for the Preparation of Ash-free Coal from Low Rank Coal(LRC),” *Korean Chem. Eng. Res.,* **46**(1), 443-450(2008).
6. Park, D. K., Kim, S. D., Lee, S. H., and Lee, J. G., “Co-pyrolysis characteristics of sawdust and coal blend in TGA and a fixed bed reactor,” *Bioresour Technol.*, **101**(15), 6151-6156(2010).
7. Umar, D. F., Usui, H., and Komoda, Y., “Effect of dispersing and stabilizing additives on rheological characteristics of the upgraded brown coal water mixture,” *Fuel*, **90**(4), 611-615(2009).
8. Tristantini, D., Supramono, D., and Suwignjo, R. K., “Catalytic Effect of K_2CO_3 in Steam Gasification of Lignite Char on Mole Ratio of H_2/CO in Syngas,” *IJTech*., **6**(1), 22-30(2015).

PA-21

나노기공의 Pd/Al_2O_3를 이용한 CO 흡착

염창주, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

CO adsorption using nanoporous Pd/Al_2O_3

Changju Yeom, Younghun Kim*
Dept. of Chem. Eng. Kwangwoon Univ. Korea

CO 가스는 체내에서 산소보다 헤모글로빈과의 친화력이 좋기 때문에 호흡대사를 방해하는 유해가스이다. CO 가스 제거 연구가 활발히 진행 중이다. 최근 다공성 물질을 이용한 유해가스 흡착 연구는 상온에서의 제거율이 높기 때문에 각광받고 있다. 본 연구에서는 간단한 방법으로 Mesoporous Alumina(MA)를 제조하여 CO 가스 흡착실험을 진행하였고, 흡착성능을 향상시키기 위해 MA 표면에 5 wt% Palladium(Pd)을 담지 해 비교실험을 진행하였다. Pd 담지 여부는 TEM 분석을 통해 표면을 확인하였고, XRD 분석을 통해 결정성을 비교하여 확인하였다. CO 가스 흡착실험은 압력에 따른 최대 흡착량을 측정하고 결과를 토대로 시간에 따른 흡착율을 분석하였다. 또한 3회 반복실험을 진행하였다. 그 결과 Pd 담지를 통해 최대 흡착량이 증가하였고 재 사용 실험에서도 흡착 성능이 유지되었다. MA 표면에 간단한 방법으로 Pd를 담지 해 흡착성능을 높이는 연구를 진행하였고, 이 연구를 토대로 앞으로 흡착제의 성능 개선 연구에서 다양하게 활용될 것이다.

PA-22

나노기공의 Cu/Al_2O_3를 이용한 NH_3 흡착

염창주, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

NH_3 adsorption using nanoporous Cu/Al_2O_3

Changju Yeom, Younghun Kim*
Dept. of Chem. Eng. Kwangwoon Univ. Korea

암모니아 가스는 공기보다 가벼워 빠르게 확산되는 위해성 가스다. 따라서 누출 시 흡착 제거하는 분야의 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근 다공성 물질을 이용한 유해가스 흡착 연구는 상온에서의 제거율이 높기 때문에 각광받고 있다. 본 연구에서는 간단한 방법으로 Mesoporous Alumina(MA)를 제조하여 NH3 가스 흡착실험을 진행하였고, 흡착성능을 향상시키기 위해 MA 표면에 5 wt% Copper(Cu)을 담지 해 비교실험을 진행하였다. Cu 담지 여부는 TEM 분석을 통해 표면을 확인하였고, XRD 분석을 통해 결정성을 비교하여 확인하였다. NH3 가스 흡착실험은 압력에 따른 최대 흡착량을 측정하고 결과를 토대로 시간에 따른 흡착율을 분석하였다. 또한 3회 반복실험을 진행하였다. 그 결과 Cu 담지를 통해 최대 흡착량이 증가하였고 재 사용 실험에서도 흡착 성능이 유지되었다. MA 표면에 간단한 방법으로 Cu를 담지 해 흡착성능을 높이는 연구를 진행하였고, 이 연구를 토대로 앞으로 흡착제의 성능 개선 연구에서 다양하게 활용될 것이다.

PA-23

석탄과 반탄화 바이오매스 혼합에 따른 가스화 특성

오건웅, 장진영, 서명원[1], 라호원[1], 문태영[1], 이재구[2], 윤상준[1*]
과학기술연합대학원대학교 신에너지 및 시스템 기술, [1]한국에너지기술연구원 청정연료연구실,
[2]한국에너지기술연구원 FEP융합연구단

Gasification of coal and torrefied biomass mixture

Gunung Oh, Jin Young Jang, Myung won Seo[1], Ho Won Ra[1], Tae Young Moon[1], Jae-goo Lee[2], and Sang Jun Yoon[1*]
Advanced Energy and Technology, Korea University of Science and Technology, Gajeong-lo 217, 305-350 Daejeon, Republic of Korea,
[1]Clean Fuel Research Laboratory, Korea Institute of Energy Research, Gajeong-lo 152, 305-343 Daejeon, Republic of Korea
[2]Future Energy Plant Convergence Research Center, Korea Institute of Energy Research, Daejeon, 305-343, Republic of Korea

본 연구에서는 저등급 석탄과 반탄화 바이오매스의 혼합비에 따른 가스화 특성을 확인하였다. 반탄화 바이오매스는 전나무 우드칩을 질소 분위기에서 30분간 300℃에서 반탄화 후 75μm이하의 크기로 분쇄하였다. 석탄과 분쇄된 반탄화 바이오매스를 각각 8:2, 7:3의 질량비로 혼합하였다. 실험실 규모의 고정층 가스화기를 사용하였고, 인코넬 재질의 튜브에 스크류피더를 이용하여 정량적으로 연료를 주입하였다. 생성된 합성가스는 하단의 필터를 통과하여 적외선(IR) 가스분석기를 이용하여 정량, 정성 분석하였다. 가스화 온도(730-930℃)와 연료대비 공기비(equivalence ratio, 0.23-0.51)를 변화시키며, 각각의 변수에 대한 합성가스 조성, 냉가스효율, 탄소전환율 변화를 확인하였다. 가스화 온도가 증가함에 따라 냉가스효율과 탄소전환율이 증가하였고, 생성된 합성가스 내 H_2와 CO의 조성이 증가하였다. 동일한 조건에서 석탄의 가스화 효율이 반탄화 바이오매스 보다 높았으며, 공기비 0.3에서 최대 냉가스효율을 보였다. 석탄과 반탄화 바이오매스 혼합 가스화 시 온도와 연료대비 공기비에 따른 가스화 결과는 석탄 및 반탄화 바이오매스 가스화 결과와 유사한 경향을 보였으나 냉가스효율과 탄소전환율에서 차이를 보였다. 혼합비에 따라서도 냉가스효율과 탄소전환율의 차이를 보였으며, 8:2의 혼합비에서 더 높은 가스화 효율을 보였다.

PA-24

수증기와 이산화탄소 혼합물을 이용한 석탄 가스화 공정

이루세, 황종하, 김수현, 손은남, 손정민*
전북대학교 자원·에너지공학과

Coal gasification in steam and CO_2 mixtures

Roosse Lee, Jong Ha Hwang, Soo Hyun Kim, Eun Nam Son, Jung Min Sohn*
Department of Mineral Resources & Energy Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

본 연구는 석탄을 이용한 청정기술 중 가장 대표적인 기술인 석탄 가스화 기술을 기존 실험들과 다르게 반응가스를 Steam과 CO_2를 여러 비율로 혼합할 경우의 반응특성을 조사하였다.
이번 연구에서 사용한 석탄은 남동발전소에서 화력발전에 사용 중인 Adaro탄을 사용하였고, 기존 Steam 가스화 반응기에 Steam + CO_2 혼합가스를 이용해 800, 850, 900 ℃에서 수행하였다. 가스분석기와 GC(Gas Chromatography)를 이용해 수소(H_2)와 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4) 생성량을 구하고 이를 이용해 탄소 전환율을 계산하였다. 이 결과를 기-고체반응식 Volumetric ReactionModel (VRM), Shrinking Core Model (SCM), Modified Volumetric Reaction model (MVRM)을 이용하여 분석하였다. 분석결과 MVRM이 가장 적합하였고, 반응 온도가 올라감에 따라 반응속도상수가 커지는 것을 알 수 있었다.
Steam과 CO_2를 혼합한 경우가 Steam과 CO_2를 각각 단독으로 사용한 경우보다 좋은 활성을 보였다. 특히나 Steam 200 cc/min + CO_2 100cc/min으로 혼합한 경우 850, 900 ℃에서 3.03, 3.89, 6.35로 가장 높은 반응속도상수 값이 나타났으며, 활성화에너지 값은 71.13 kJ/mol로 가장 낮은 값임을 알 수 있었다.

PA-25

포토레지스터 노즐박리공정에 대한 친환경적인 접근 방법에 대한 해석

이준혁[1], 김준현[1], 강태성[1], 주기태[2], 김용성[2,*]
[1]서울과학기술대학교 기계자동차공학과, [2]서울과학기술대학교 NID대학원

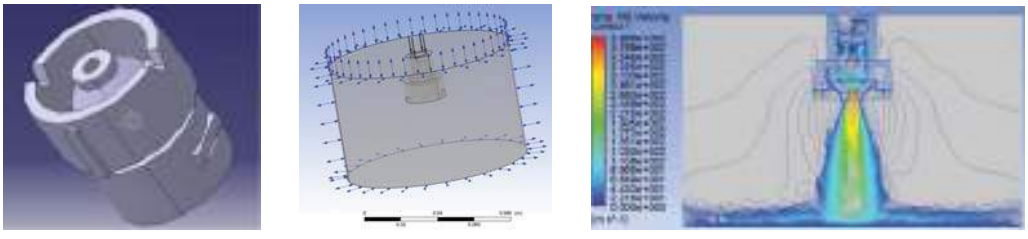
Analysis in the eco-nozzle method for photoresist strip process

Lee Joon-Hyuk[1], Kim Joon-Hyun[1], Kang Tae-Sung[1], Joo Gi-Tae[2], Kim Young-Sung[2,*]
[1]Seoultech, [2]Seoultech Graduate School of NID Fusing Technology

Liquid crystal panel 요소들은 비유기계 기판위에 포토레지스트(PR) 필름으로 패터닝하고 노출, 식각하는 단계를 거쳐 제작된다. 그리고 PR 잔류물(residue - protective deposition film)을 최종 제거하기 위해서 박리와 세정을 반드시 거치게 된다. 이러한 잔류물들은 종종 다양한 문제들을 야기하기 때문에 완전히 제거되어야 한다. 전통적으로 amine을 포함하는 alkaline 박리액이 쓰이곤 했으나 미세 가공 기술의 정확도나 친환경적인 요인으로 부식제를 포함한 수계형 친환경 박리 조성물이 속속 개발되고 있다[1]. 그러나 여전히 박리능력이 우수한 박리액은 사용 공정조건상 물과 희석되거나 박리 처리 후 물로 세정하는 경우 부식의 정도가 여전히 있다.

본 연구는 이러한 문제점을 줄이고 친환경을 지향하면서 박린 능력을 유지하기 위하여 개발 중인 PR 박리 조성물을 대상으로 스프레이 공정을 적용하기 위한 수치해석을 수행하였다. 해당 PR 박리 조성물은 중량 비율로 순수물이 32%, CD 10%, Alkalinity 혼용제 40%, 기타 등으로 기본 구성되어 있다. 이 조성물에 포함되어 있는 CD 특성 상 매우 환경 친화성이 좋은 반면, 공정 조건에 의해 추가 순수물과 원액 대비 희석 비율이 1:3에서 1:2로 접근하게 되면 박리능력이 현저히 떨어진다. 따라서 신규 물질에 대한 물리적인 특성값을 위해 측정을 하였으며 이를 토대로 기판에 형성되는 분사면의 크기를 고려하여 노즐의 오리피스 크기(2mm)와 작동압(3-4bar) 등의 표준적인 조건을 제시하여 해석을 수행하였다.

물성 실험은 점성, 밀도, 비열 등은 사용 박리액의 온도 범위를 고려하여 25 - 45°C를 기준으로 측정하여 각각 표현식을 작성하였다. 이 표현식은 온도에 의존되는 식으로 감쇠 지수 또는 선형식 등으로 ECL로 CFX 해석에서 새로운 물성 조건으로 추가되었다. 그리고 Fig. 1(a)에서 보여주는 것과 같은 형태의 선회류 발생이 가능한 상용 노즐이 적용되었으며 해석 조건은 Fig. 1(b)와 같이 밑면은 기판 벽으로, 상변 중앙 inlet 조건 외에는 opening으로 처리했다. 특히 주입조건 중 45°C 온도는 해석상으로 박리액이 노즐 팁으로부터 분사되어 기판 표면에서 충돌되면서 방사형으로 흐름을 가질 때 해석의 중요점을 가지게 된다. 특히 분사형태와 입자형성, 그리고 표면에서 PR 박리를 위한 속도구배와 같은 면에서 영향을 주었다.



(a) Nozzle modeling (b) setup (c) Stripper velocity contour

Fig. 1 Nozzle spray analysis with 2mm orifice diameter, 50mm distance, 45°C stripper

참고문헌

1. Kim, J. H., Kim, S. H., Jeong, B. H., Joo, G.-T., and Kim Y. S "Green Photoresist Stripping Process with the Influence of Free Surface from Dip Withdrawal," *KSMTE*, 25(1), 14-20 (2016).

PA-26

Oxidative coupling of methane using various silica-supported metal catalysts with dielectric barrier discharge plasma

Heesoo Lee, Do Heui Kim*
School of Chemical and Biological Engineering, Institute of Chemical Processes, Seoul National University, Seoul, 151-742, Republic of Korea

Natural gas of which major element is methane is widely distributed all over the world. However, the direct utilization of methane which is main component of natural gas is limited to mostly fuel. In this circumstance, if methane is directly utilized as alternate feedstock to petroleum, it will be highly desirable for industrial catalysis reaction. Thus, many efforts have been done for methane conversion into more useful products like olefins. There are two ways to gain these hydrocarbons from methane directly. One is oxidative coupling of methane and the other is non-oxidative coupling of methane. Non-oxidative coupling of methane utilizes only methane as reactant gas, thus the coking problem should be considered. However, it is difficult goal for practical use for now because of the need for high temperature and relatively low hydrocarbon yield. In this experiment, oxidative coupling of methane has carried out to produce C_2 or C_3 hydrocarbons from methane. Also, since catalyst only reaction needed high temperature above 700℃, dielectric barrier discharge (DBD) plasma which is non-thermal plasma was applied to lower the reaction temperature. Among conventional oxidative coupling of methane catalysts, Li/MgO catalyst and Mn-Na_2WO_4/SiO_2 catalyst are the most commonly used catalysts so far. Thus, these catalysts were applied first. However, the hybrid reaction did not show synergistic effect, but show negative effect. Therefore, new approach of low reaction temperature was designed in this research. In the past paper of Wang et al.[1], various supports were examined for plsama-catalyst hybrid reaction and it was confirmed that performance of catalysts was proportional to that of supports in plasma-catalysis hybrid system. Therefore, some supports such as TiO_2, γ-Al_2O_3, and SiO_2 were investigated under dielectric barrier discharge plasma condition. Among the supports, SiO_2 has shown the best performance. Therefore, diverse metals were loaded on silica to compare the effect under dielectric barrier discharge (DBD) plasma condition. As a result, C_{2+} hydrocarbon yield reached about 8% below the reaction temperature of 450℃.

참고문헌

1. Wang, L., Yi, Y., Zhao, Y., Zhang, R., Zhang, J., and Guo, H., “NH_3 Decomposition for H_2 Generation: Effects of Cheap Metals and Supports on Plasma–Catalyst Synergy,” ACS Catalysis, 5, 4167-4174 (2015).

PA-27

폐콘크리트 슬러리를 이용한 광물탄산화 반응을 위한 기포탑 반응기의 반응 조건 최적화

정관형, 손준영, 김한솔, 박유리, 전종기, 이상민, 김진만, 장원석[1], 이철호*
공주대학교, [1]지역난방공사

Optimization of reaction condition of bubble column reactor for carbonation of waste concrete slurry

Kwanhyoung Jeong, Junyoung Son, Hansol Kim, Yuri Park, Jong-Ki Jeon, Sangmin Lee, Jinman Kim, Wonseck Chang[1], Choul-Ho Lee*
Kongju National University, [1]Korea District Heating Cooperation

1. 서론

21세기 산업발전에 따른 이산화탄소 배출문제가 대두되고 이로 인한 환경파괴나 이상기후 등이 심각한 문제로 떠오르고 있다. 우리나라도 2013년부터 CO_2 의무 감축대상국에 해당되어 이를 해결하기위해 CCS(Carbon Capture Storage)의 연구가 활발히 진행 중이다. CO_2의 저장방법은 일반적으로 지중저장이나 해양저장 방법이 있는데 이는 저장 가능량이 비교적 적고 시간이 지나게 되면 CO_2가 재배출될 수 있는 문제점이 있다. 광물탄산화법은 이산화탄소의 지중저장, 해양저장에 비하여 단기간에 저장 가능 하며 용해되어 있는 Ca 및 Mg 이온과 이산화탄소를 반응시켜 고체상태로 만들어 저장하므로 누출로 인한 2차 피해가 없고 반영구적으로 저장할 수 있는 방법이다. 실험에 사용된 폐콘크리트는 Ca이온을 포함하고 있어 광물탄산화에 적합하고 건설폐기물을 재활용함으로써 친환경적인 결과를 가져온다.

2. 실험 방법

반응기는 내경 10 cm, 깊이 80 cm의 아크릴제 bubble column reactor를 사용했다. 반응기에 폐콘크리트 슬러리를 투입한 후, 반응기 아래 부분의 테프론 타공판을 이용해 반응기 내부로 5 % 농도의 CO_2 혼합가스를 rotameter로 유량을 조절하여 공급하였다. 폐콘크리트 slurry의 농도, 폐콘크리트 입자 크기 및 혼합가스의 선속도를 변화시키면서 반응을 마치고 유출되는 CO_2의 농도를 분석하여 CO_2 고정화 효율을 분석하였다.

3. 실험 결과

CO_2 혼합가스의 선속도를 2 cm/s로 고정하고 폐콘크리트 slurry의 농도를 1 - 30 wt%로 조절하여 반응 실험 한 결과 5 %의 CO_2가 포화되는 시간은 폐콘크리트 slurry의 농도가 높을수록 길어졌다. 또한 CO_2 고정화 효율과 흡수량 역시 증가하는 것을 확인하였다. 폐콘크리트 입자의 크기가 이산화탄소 흡수율에 미치는 영향과 생성되는 $CaCO_3$ 의 분리 용이성 등을 검토하여 최적 반응 조건을 도출하였다.

PA-28

NH_3-SCR 반응에서 산과 염기로 처리된 Fe-BEA 촉매의 수분에 의한 비활성화 연구

정정민, 박지혜, 백정훈, 황라현, 전상구[1], 이광복[2,*]
충남대학교 에너지과학기술대학원, [1]한국에너지기술연구원, [2]충남대학교 화학공학교육과

Study on steam caused deactivation of acid and base-treated Fe-BEA for NH_3-SCR reaction

Jeong Min Jeong, Ji Hye Park, Jeong Hun Baek, Ra Hyun Hwang,
Sang Goo Jeon[1] and Kwang Bok Yi[2]
Graduate School of Energy Science and Technology, Chungnam National University (GEST)
[1]Bio Resource Cycling Laboratory, Korea Institute of Energy Research (KIER)
[2]Department of Chemical Engineering Education, Chungnam National University (CNU)

N_2O는 도쿄의정서에서 CO_2와 함께 6대 온실가스로 선정되었으나 배출량이 CO_2에 비해 매우 적기 때문에 N_2O 저감에 대한 연구의 필요성을 느끼지 못하였다. 하지만 N_2O의 GWP(global warming potential)가 CO_2보다 310배 높다는 것이 알려지면서 N_2O 저감의 필요성이 대두되고 있다. NH_3-SCR(selective catalytic reduction)반응이 효과적인 N_2O 저감 기술로 알려져 있으며, Fe가 교환된 제올라이트 촉매가 우수한 성능을 가진 촉매라고 알려져 있다. 하지만 반응 조건 내에 포함된 수증기가 촉매의 비활성화의 원인이 되므로 이에 대한 원인을 파악하는 것은 매우 중요하다. 본 연구에서는 산과 염기로 처리된 Fe-BEA를 비교.분석하여 수증기에 의한 비활성화의 원인을 확인하고자하였다. BEA 제올라이트는 질산(HNO_3) 및 수산화나트륨(NaOH)으로 처리되었으며 처리 시간과 용액의 농도는 각각 3 h과 0.2 M로 고정하였다. 제조된 Fe-BEA는 BET, NH_3-TPD, DRIFTS를 통하여 특성 분석되었다. 촉매 테스트는 350-400 ℃ 온도 영역에서 수행되었으며 수분에 대한 영향을 고찰하기 위하여 수증기를 넣어주며 촉매 성능 변화를 확인하였다.

PA-29

Air gasification of dried sewage sludge using a multi-stage gasifier: Effects of the equivalence ratio and long-term operation

Young-Kon Choi, Ji-Ho Ko, Seung-Jin Oh, Joo-SikKim*

Department of Energy and Environmental System Engineering, Univ. of Seoul, 163 Siripdaero, Dongdaemun-Gu, Seoul 130-743, Republic of Korea

Due to grobal warming and introduction of eco-friendly policies, attention in the production of renewable energy from various biomass has been increased. Sewage sludge has been classed as one of biomass resources, and various technologies have been developed to extract clean energy from it. Every year in Korea sewage sludge is generated in a large amount, and its clean disposal becomes one of great concerns of our society. Gasification has been considered as one of thermochemical conversion technologies and can not only reduce the sewage sludge amount but also produce heat, electricity, chemicals or fuels. However, the main obstacle of gasification for its implementation into a commercial scale is tar generation. Tar produced during gasification can prevent a smooth operation of a gasification system and cause problems in the process downstream equipment, such as gas engines and turbines. In this research, gasification of sewage sludge performed with a newly developed multi-stage. The main aim of this work was to produce a hydrogen-rich producer gas with a low tar concentration. The gasification experiments were conducted to find out the effect on the equivalence ratio and activated carbon as a tar cracking additive. The multi-stage gasification process was composed of a feeding system, multi-stage gasifier composed of a auger reactor, fluidized bed reactor and fixed bed reactor, char separation system and quenching system, and electrostatic precipitator. In all experiments, the feed material was sieved to take a material with a diameter between 0.6 and 3.35 mm. 800 g of the DSS was used for each experiment. 2.5 kg Olivine and 800g coal-based activated carbon were used as a bed material and as a tar cracking additive, respectively. Producer gases obtained from all experiments were analyzed using two gas chromatography equipped with a TCD and a FID to investigate the concentration of each component and the tar content in producer gas.

As the results, the increase in equivalence ratio resulted in the decrease in tar content in producer gas and total tar amount. Particually, when the equivalence ratio increased up to 0.5, tar concentration in producer gas decreased to 76 mg/Nm^3.The increase of equivalence ratio led to a large increase of the yield of producer gas and carbon conversion. Furthermore, activated carbon showed its effectivness on the tar removal and of hydrogen production. Tar content in producer gas obtained from the gasification with activated carbon was very low. Moreover, activated carbon significantly enhanced the H_2concentrationinproducergasto26.3 vol%, compared with14.1 vol%. The producer gases obtained in the experiments had LHVs above 5~6 MJ/Nm^3.

PA-30

친환경적인 수계 박리액 사용에 따른 박리 공정 연구

한상진[1], 당현식[2], 김승현[3], 주기태[3], 김용성[3,*]
[1]서울과학기술대학교 정보통신공학부 전기정보공학과
[2]서울과학기술대학교 정보통신공학부 전자IT미디어공학과
[3]서울과학기술대학교 NID대학원 나노IT융합프로그램

Study on the separation process using environmentally friendly water-based stripper

Sang Jin Han[1], Hyun Shik Dang[2], Seung Hyun Kim[3], Gi Tae Joo[3], Young Sung Kim[3,*]
[1]Seoultech, [2]Seoultech, [3]Seoultech Graduate School of NID Fusing Technology

반도체 TFT-LCD 공정에서 배출되는 폐 포토레지스트 스트리퍼(photoresist stripper)의 주성분인 NMP (N-methy-pyrrolodione), BDG(Butyldiglyrcol), MEA(염기성화합물) 등 유기용매로 구성되어 재생공정을 거치지 않고 대부분 위탁 폐기물 처리 업체에 의해서 소각 처분되고 있다. 유기용매에 대한 환경적인 문제와 공정 운용상의 경제적인 부담으로 인해서 문제 해결을 위한 연구가 광범위하게 이루어지고 있다.
본 연구에서는 유기계 박리액의 포토레지스트 박리 능력을 유지하면서 친환경, 고비용 등과 같은 문제 해결을 위해 수계 박리액을 적용하거나 화학물질의 사용을 최대한 억제하는 방법으로 물리적인방법〔유속(hydrometry)〕을 사용하여 포토레지스트 박리를 해결하고자 한다.
실험은 400 mm x 400 mm인 비알카리계 ITO 글라스 박막위에 발광소자 전극형성을 위해 700 nm 두께의 전면 도포한 포토레지스터를 사용하여 박리액에 박리 하였고 박리 후 세정과정은 handwave Di water로 진행하였다. 실험 후 ITO표면에는 잔사가 없어야 하며 포토레지스터 박리시간은 50초 이내, 박리 후 면 저항 변화율은 10% ohm/sq 이내, 광투과 변화율은 89% 〉 λ = 550 nm이상 획득할 수 있는 조건으로 민감도를 확인하였다. 유기계 박리액과 수계 박리액의 포토레지스터 박리를 분석하고 조성비와 온도에 따른 딥핑(dipping)추출 방식과 유속(hydrometry)추출 방식으로 진행 하였다. 박리 시 투명한 포토레지스트의 swelling현상과 tearing현상을 분석하기 위해 레이저 라디에이션을 사용하여 포토레지스트 박리를 관찰하였다. 수계 박리액 대비 Di water의 비율 4:1, 온도 45도의 샘플에서 550 nm에서 86%의 광투과율의 결과를 도출하였다. 수계박리액 사용시 환경오염을 가장 효과적으로 줄이면서 기술적, 경제적으로도 그 가치가 매우 크다.

참고문헌

1. 김재경 외, 폐 포토레지스트 스트리퍼로부터 충전증류탑을 이용한 유기용제 재생, 서강대 외, 2008.
2. Kim, J. H., Kim, S. H., Jeong, B. H., Joo, G.-T., and Kim Y. S "Green Photoresist Stripping Process with the Influence of Free Surface from Dip Withdrawal," KSMTE, 25(1), 14-20 (2016).

PA-31

수산화칼슘을 이용한 불산 흡수-CF_4 촉매분해 동시반응에 관한 연구

한재윤[1,2], 김창현[1], 이관영[2], 이신근[1,*]
[1]한국에너지기술연구원, [2]고려대학교 화공생명공학과

Catalytic CF_4 hydrolysis with HF sorption over calcium hydroxide

Jae-Yun Han[1,2], Chang-Hyun Kim[1], Kwan-Young Lee[2], Shin-Kun Ryi[1,*]
[1]Korea Institute of Energy Research (KIER),
[2]Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University

Perfluorinated compounds (PFCs) have extreme stability with the heavy, inert, non-toxic, and non-flammable properties, which makes them usefully suitable for commercial applications in semiconductor industries. However, PFCs have a huge impact on the greenhouse effects because they are very chemically stable and have very high global warming potential (GWP) with long lifetime. Accordingly, to reduce and eliminate PFCs emissions, many research groups proposed various processes such as incineration, plasma treatment, and catalytic decomposition as simple and practical methods. Among these conversion methods, the catalytic decomposition has been considered as a more practical and economical process [1, 2]. In this study, we developed a new reactor system composed of three consecutive catalyst-adsorbent for the catalytic decomposition of CF_4, i.e. the most stable compound in PFCs, and hydrolysis reaction, which specially introduced an adsorbent composed of the calcium hydroxide to enhance the hydrolysis reaction. Furthermore, we performed comparative studies of the experimental and simulation data to obtain a guideline for reactor design. As a result, the CF_4 conversion in our newly proposed series reactor was higher (7-23%) than conventional catalytic reactor (single-bed reactor) at the temperature of 923-1023K. In addition, comparative results between experimental and simulated data showed the similar trend of increasing CF_4 conversion with increasing reaction temperature and this can be used as a useful system design guideline for this newly proposed system.

참고문헌

1. X. F. Xu, J. Y. Jeon, M. H. Choi, H. Y. Kim, W. C. Choi and Y. K. Park, “The modification and stability of γ-Al_2O_3 based catalysts for hydrolytic decomposition of CF_4”, J. Mol. Catal. A Chem., 2007, 266, 131-138.
2. Z. M. El-Bahy, R. Ohnishi and M. Ichikawa, “Hydrolysis of CF_4 over alumina-based binary metal oxide catalysts”, Appl. Catal. **B,** 2003, 40, 81-91.

포스터세션 II

9월 29일(목) 09:30~12:00

호텔르윈 기린 III

PB-01

Base-free aqueous phase oxidation of HMF to FDCA/DFF using supported ruthenium nanoparticles

Dinesh Kumar Mishra[1], Yong Jin Kim[1,2,*]

[1]Green Process and Material R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), 89, Yangdaegiro-gil, Ipjang-myeon, Cheonan, 331-822, Korea.

[2]University of Science and Technology (UST), 176 Gajeong-dong, 305-350, Yuseong-gu, Daejeon, Korea.

Oxidation of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) to 2,5-furandicarboxylic acid (FDCA) is performed in aqueous phase at 120 ºC and 350 Psi of synthetic air used as an oxidant. Precious metals such as Au, Pt and Pd based catalysts have mainly been reported for this reaction, and are quite promising. However, these catalytic systems required excess amounts of base additives. Here, we demonstrate that spinels supported ruthenium nanoparticles enables to give FDCA with high yield (99.1%) at complete HMF conversion without using any base additives. Moreover, changing water by toluene solvent switches another selective product 2,5-diformylfuran (DFF) with high yield (98.3%). The recyclability of this catalyst is also comparable to that of commercial catalyst Ru/C at high conversion and product yields.

PB-02

건식 전기집진 및 촉매오존산화를 이용한 염색공단 고점성 악취 처리 기술 개발

권순덕, 조윤현, 정용식*, 김진아
㈜지이테크

1. 서론

염색업종에서 대부분의 대기오염물질(악취)를 발생시키는 설비인 텐터시설에서는 고농도의 고점성 악취유발물질인 오일미스트가 다량 배출되고 있다. 텐터공정에서 사용되는 다양한 첨가제들은 180~230 ℃의 고온처리 과정에서 암모니아, 톨루엔, 알데하이드류 등의 악취유발 물질과 백연(오일미스트)으로 다량 발생하게 되는데 대부분의 텐터시설를 운영하고 있는 사업장에서는 세정수를 이용한 흡수 탑에 의해 처리를 하고 있지만 오일미스트의 경우 불용성으로 처리효율에서는 미흡한 실정이다. 실제로 세정/흡수시설에서 배출되는 배기가스를 관찰해보면 높은 온도로 인한 증기(백연)뿐만 아니라 처리가 되지 않은 오일미스트의 연무로 배출구에서 길게 꼬리를 물고 있어 확연한 차이를 알 수가 있다. 염색공단 주변 민원을 근원적으로 해결하기 위한 방안으로 대기오염 방지시설의 안정적인 처러효율 및 유지관리가 용이한 건식 전기집진시설을 제안하며 건식 전기집진시설 오일미스트 회수 후 비극성 잔류 악취유발물질 처리를 위한 촉매오존산화 기술을 적용 하였다. 이를 평가하기 위하여 안산시에 위치한 반월염색공단에 30CMM의 pilot-scale 테스트 설비를 설치 및 운영하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구에서 사용된 pilot-scale 설비는 열교환기 → 전기집진시설(오존발생기)→촉매오존 반응시설→송풍기로 구성하였다. 열교환기는 35,000 ㎉/hr의 냉각수 순환식 Fin tube 카트리지 모듈 형이며 전기집진시설은 4단계로 총 집진면적 4.96㎡로 설계하였다. 촉매오존 반응을 위해서 Mn-Cu계 펠렛형 촉매를 선정 하였으며 표준 공간속도 15,000 ~ 20,000 hr-1기준으로 충진 하였다. 1차로 pilot test업체는 안산시 반월염색공단에 위치한 'D'사로 약 한달간의 연속운전 실험을 진행 하였다.으며 평균 처리효율을 아래에 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

약 한달간의 연속운전 실험결과 평균 처리효율을 아래에 나타내었다. 평균 50.8 mg/m^3의 오일미스트가 pilot 설비로 유입되었으며 후단에서는 평균 2 mg/m^3로 91.9%의 회수효율을 나타내었다. 복합악취는 전단 평균 1,873 배이며 후단에서는 318 배로 83.1 %의 높은 제거효율을 나타냄으로써 악취관리지역의 배출구 허용기준인 500배를 충족시키는 결과를 확인 하였다. 또한 배출가스 유입 평균온도는 108 ℃, 평균 후단 46 ℃를 에너지량으로 환산한 결과 233 Mcal/hr 에너지를 회수 하여 50℃염색용수를 생산 할 수 있었다.

표 1. 30CMM급 건식전기집진시설 Pilot test 결과

항목	전단	후단	회수효율 및 제거효율(%)
오일미스트(mg/Nm^3)	50.8	2	91.9
복합악취(배)	1,873	318	83.1
폐열(에너지)발생량(Mcal/hr)	408	174	57

감사

본 연구는 환경부의 2016년도 미래유망 녹색환경기술산업화촉진 사업에서 지원받았습니다.

PB-03

용매추출법을 통한 철-니켈 합금 에칭 구액의 재활용

채병만, 황성옥, 김득현, 박기상, 고아라, 이상우*
㈜케이엠씨

Recycling of Fe-Ni alloy etched ferric chloride solution by solvent extraction method

Byung-man Chae, Sung-Ok Hwang, Deuk-Hyeon Kim, Ki-Sang Park, A-Ra Go, Sang-Woo Lee*
KMC Co. Ltd.

1. 서론

인쇄회로기판, 반도체용 리드프레임, 증착공정용 금속마스크 등의 얇은 금속막에 패턴을 형성하는 공정에는 건식, 습식 방법이 모두 사용될 수 있으며, 비교적 공정 단가가 저렴한 습식공정이 주로 사용된다. 습식 에칭공정은 패턴이 형성될 부분의 금속을 부식시켜 제거하는 방법이다. 습식 에칭 공정에는 금속의 부식을 유도하는 에칭용액이 필수적으로 사용되며 염산, 불산 등의 산 종류와 염화철등의 화합물 에칭용액이 주로 사용된다. 특히 비교적 빠른 에칭속도와 타 에칭용액에 비해 안전하다는 장점으로 염화철용액이 주로 사용되고 있다. 염화철용액을 사용하여 금속을 에칭한 뒤에 발생하는 에칭구액의 경우, 현재 폐수처리용 무기응집제로 사용되기도 하나, 이때 에칭구액에는 니켈, 크롬 등의 중금속과 환경유해 물질이 소량 포함 되어있다. 이를 정제하기 위해서 이온화 경향 차이에 따른 불순물 침전제거 방법, 시약을 투입하여 화합물을 침전 시켜 불순물을 정제하는 방법 등이 사용된다. 본 연구에서는 용매추출을 사용하여 정제하는 기술에 관한 연구로, 특정이온을 흡착, 추출하는 용매를 사용하여 일반적으로 화합물용액 정제공정에 많이 사용하는 방법이며, 3가철의 추출용매로는 TBP(Tri-Butyl Phosphate), Alamine336 등의 용매가 사용되나, ㈜케이엠씨에서 개발한 KMC-P용매를 사용하여 염화철 에칭구액을 재활용하여 그 결과를 살펴보았다.

2. 본론

본 연구에서는 철-니켈 합금 에칭공정을 수행한 뒤 발생한 염화철 에칭구액을 ㈜케이엠씨에서 개발한 KMC-P 용매를 사용하여 재활용하였으며, 이때 TBP(Tri-Butyl Phosphate), Alamine336 등의 타 용매를 사용하여 재활용한 염화철 신액과 비교하였다. 또한 재활용한 에칭신액의 부식속도를 측정하였고, 적정법 등을 통해 염화제이철 함량, 비중 등의 특성을 측정하여 비교하였다.

3. 결론

KMC-P용매를 사용하여 철-니켈합금 에칭구액을 용매추출한 결과, TBP(Tri-Butyl Phosphate), Alamine336를 사용하여 용매추출 하는 공정보다 공정상 이점이 많으며, 재활용 한 염화철 용액의 경우, 염화철 에칭신액으로 사용할 수 있을 정도의 부식특성을 가지는 것으로 나타났다.

PB-04

열교환 스크라바와 건식전기집진 기술을 이용한 염색업종 텐터시설 후단 폐유 재활용 및 폐열에너지 회수 방안 연구

김진아, 조윤현, 정용식*, 권순덕, 김경호[1]
㈜지이테크, [1]한국산업단지공단 대경권EIP사업단

1. 서론

염색가공 공정은 전처리, 염색, 가공의 3단계로 구성되며 이중 텐터공정은 후처리 가공 공정에 포함된다. 특히 후처리 가공공정은 섬유에 다양한 기능성을 부여하기 위해 유연제, 발수제, 대전 방지제 등과 같은 화학약품 처리 후 건열에 의한 섬유의 셋팅을 하는 단계로 건조에 필요한 고온의 열원이 필요로 한다. 고온의 열원에 의해 기계작동을 위한 윤활유가 증발되면서 유증기(Oil-mist)형태와 각종 첨가제에서 증발된 오염성분이 함께 배출되게 된다. 현재 대부분의 염색관련 업종에서는 이를 처리하기 위한 방지시설로 세정식 흡수탑을 설치하여 운영하고 있지만 오일의 경우 불용성으로 세정수를 이용한 제거방식은 그 효율에 한계가 있다. 또한 열원 에너지 특성상 150 ~ 160 ℃ 고온의 폐열이 상당량 발생한다. 염색가공 산업의 에너지 비용은 제품가격의 상승을 가져오고 있으며 이에 따른 저인금 개발도상국간의 경쟁력 저하를 발생시키고 있어 배기되는 폐열을 회수/재이용을 하는 시스템 도입이 시급한 과제이다. 기존 텐터후단에서 발생되는 폐열을 회수하기 위한 연구사례가 있지만 배기가스 중 함유된 분진 및 폐유로 인한 열교환 모듈의 폐쇄에 따른 열교환 효율 미비로 성공적인 상용화 모델이 없는 실정이다. 이를 해결하고자 섬유업종 텐터 후단에서 발생되는 고온의 배기가스를 전단 열교환식 스크라바와 건식전기집진 기술을 접목하여 폐열 회수와 동시에 악취유발물질인 폐유를 회수하고 회수된 폐유는 정제연료유로써 재활용 가능성을 평가 하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구를 위해 400CMM 규모의 열교환 스크라바 건식전기집진 시설을 부산에 위치한 'D'사의 염색가공업체에 설치하여 폐열에너지 회수량, 폐유 회수량, 회수된 폐유의 총발열량등을 평가 하였다. 평가기술 적용대상 업체는 학섬유(폴리에스테르)원료로 해포, 염색, 가공 등의 공정을 거쳐 염색된 화학섬유를 제품으로 생산하는 염색 가공업체로 360 m^3 용량의 텐터 1대를 보유 하고 있다. 텐터 공정시 주요 사용 첨가제는 대전방지제, 섬유유연제, 발수제 등이다.

3. 결과 및 고찰

기존 개발된 건식전기집진시설의 낙모와 폐유로 인한 집진모듈의 오염으로 인한 관리 어려움을 개선하기 위한 열교환식 스크라바를 적용 하여 부산 염색공단내 보급화에 성공하였다. 운전 성능 평가 결과 회수되는 폐유는 0.032 L/m^3·hr으로 평균 수분량 8.1~8.2%의 양질의 폐유를 회수 하였으며 발열량은 100,444 kcal/kg으로 B-C유 발열량과 유사 하였다. 배기가스에서 회수된 폐열(에너지)회수량은 평균 발생량 대비 67%인 16 kcal/m^3·hr이며 암모니아와 톨루엔의 제거효율 70%이상의 우수한 결과를 나타냈다.

평가항목	전단	후단	제거 효율 및 회수량(%)
폐유 회수량(L/m^3.hr)	0.035	0.002	0.032
폐열에너지 회수량(Mcal/hr)	812	262	67
톨루엔(ppm)	2.1	0.6	71.0
암모니아(ppm)	29.3	8.2	72.1
회수폐유 총발열량(kcal/kg)	100,444		

감사

본 연구는 2015년도 한국산업단지공단 대구EIP사업단 생태산업단지구축사업의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (과제번호: 2015-07-000041)

PB-05

열매체유를 이용한 폐세전선의 친환경적 구리 및 수지 분리재활용 방안 연구

김진아, 조윤현, 정용식*, 권순덕, 이우헌, 김경호[1]
㈜지이테크, [1]한국산업단지공단 대경권EIP사업단

1. 서론

폴리에틸렌(PE) 수지로 피복된 0.4 ~ 0.9 mm 굵기의 가는 동선으로 구성된 세(細)전선은 전기 및 통신분야에서 저전력선과 통신선으로 차지하는 비중이 매우 높다. 최근 광케이블 등의 대체 통신선이 개발되기 전 대부분이 이와 같은 폐세전선을 이용한 통신선을 사용하였으며 최근 3~4년 전부터 연간 발생되는 폐전선의 양은 날로 증가 추세이다. 기존 구리 통신선의 경우 많은 양의 정보 통신을 주고받기에는 한계가 있었으며 이를 극복하기 위해서는 더 많은 케이블을 설치하는 방법 외에 없었다. 하지만 광케이블로 대체가 되면서 구형 구리선을 신형 광케이블로 속속 교체하고 있다. 일반적으로 사업장 폐기물 중 일반폐기물 중 폐세전선 중 70 ~ 80%(w/w)는 구리성분으로 알려져 있으며, 나머지 부분은 기본적으로 외피 및 내피로 구성되어 있으며, 차폐재가 포함된 경우도 있다. 기름성분을 5%이상 지정폐기물 중 폐유로 분류되는 폐세전선은 기름성분이 5% 이상 함유되는 것을 지칭하며 최근에는 거의 사용되지는 않지만, 현재까지 매설된 그 양이 45만톤에 이르며, 이를 광케이블 등으로 대체하는 과정에서 지속적으로 발생하고 있는 실정이다.

2. 재료 및 방법

국내 기술은 대부분 폐전선을 재활용기술 개발로 발달이 되어 있고 일부 젤리충진케이블인 통신선 재활용 특허도 있지만 고온열분해 방식과 탈피시키는 기술과 용매를 이용한 방법을 사용하고 있다. 용매를 이용해서 재생처리를 할 경우 용매의 단가가 매우 비싸 경제성이 떨어지며 폐용매를 처리해야하는 2차 폐기물을 발생한다는 단점이 있으며 열분해 방법은 높은 에너지가 소비되는 단점이 있다. 따라서 상대적으로 단가가 싸며 분리하기 위해 사용되어지는 열매체유 또한 식용유를 이용하여 효율적으로 구리 와 PE수지를 분리 할 수 있는 경제적이고 친환경적인 기술을 제시하고자 한다.

3. 결과 및 고찰

기존 방법 및 기술로 재활용이 난해한 폐세전선의 식물성오일을 이용하여 부수적인 환경오염 없이 단순한 시설로 순수한 구리와 PE수지를 분리 회수할 수 있는 기술이며, 개발기술의 평가방법에서 가장 중요한 것은 구리의 회수율이라고 할 수 있다. 제안 하는 기술에서는 공정 투입 폐세전선 전체에서 불량률 5%이하의 높은 공정효율과 케이블의 재활용방법 중 소각, 화학적처리, 기계적처리 등에 비해 낮은 온도, 낮은 반응성, 적은 기계적 마찰 등으로 인하여 케이블 본연이 지닌 구리의 순도를 그대로 회수할 수 있는 장점이 있다.

감사

본 연구는 2016년도 한국산업단지공단 대구EIP사업단 생태산업단지구축사업의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (과제번호: 2016-07-000011)

PB-06

굴패각과 석탄회를 이용한 에너지 절감형 뒷채움재 제조공정 개발

왕설, 김성배, 김창준*
경상대학교 화학공학과

Development of energy-saving process for producing backfill material using waste oyster shell and coal ash

Xue Wang, Sung Bae Kim, Chang-Joon Kim*
Department of Chemical Engineering, Gyeongsang National University

유동성 뒷채움재로 사용되는 시멘트와 모래 가격이 높아 이를 대체할 수 있는 경제성 있는 저가의 뒷채움재 재료 개발이 필요하다. 남해안 굴 양식장에서 발생되는 굴패각 중 상당량이 재활용되지 않고 매립 또는 방치되고 있는 실정이다. 석탄회는 삼천포 화력발전소 등지에서 대량으로 배출되어 방치되고 있다. 굴패각을 뒷채움재 재료로 사용하기 위해서는 고온(>800℃)에서 굴패각($CaCO_3$)을 소석회(CaO)형태로 전환시켜야 한다. 이로 인한 과도한 에너지 비용 투입이 굴패각 사용의 큰 걸림돌로 작용한다. 본 연구는 굴패각과 석탄회를 이용하여 시멘트와 모래를 사용하지 않는 유동성 뒷채움재 제조용 고화재 생산에 있어서 기존 방식에 비하여 에너지 비용이 훨씬 절감된 공정개발을 목표로 한다. 본 연구에서 개발된 핵심 기술은 1) 탄산칼슘 ($CaCO_3$)형태의 천연 굴패각을 황산으로 처리하여 석고 ($CaSO_4$)로 전환하는 공정, 2) 산처리 굴패각과 황토를 이용한 시멘트 대체용 고화재 개발, 3) 신규 고화재 (산처리 굴패각-황토), 천연 굴패각, 석탄회 최적 배합을 통한 뒷채움재 제조 등이다. 본 연구에서는 황산을 이용하여 천연 굴패각을 석고로의 전환을 극대화시키기 위하여 최적 황산농도를 결정하였다. 산처리된 굴패각 ($CaSO_4$)과 석탄회 (또는 황토)의 포즐란 반응을 통해 생성된 공시체의 강도를 높이기 위해 사용되는 수산화나트륨 (NaOH) 용액의 농도를 최적화하였다. 포즐란 반응 원료인 알루미나, 실리카 공급원으로서의 석탄회와 황토의 성능을 비교하였다. 신규 고화재 (산처리 굴패각-황토 배합물), 천연 굴패각, 석탄회 배합비율을 변화시키며 뒷채움제를 제조하였고 공시체 강도를 비교하였다. 본 연구를 통하여 신규 고화재 및 천연 굴패각과 석탄회를 혼합한 저렴하고 성능이 우수한 뒷채움제를 개발하였다.

참고문헌

1. Kim, M. J., Wang, X., Lee, J. J., Kim, S. B., and Kim, C. J., “Development of Flowable Backfill Material Using Waste Oyster Shell, Coal Ash, and Surplus Soil,” *Clean Technol*., **19**(4), 423-429 (2013).
2. Yoon, G. L., Chae, K. S., Paik, S. C., and Yoon, Y. W., “Development of Eco-friendly Binder Using Waste Oyster Shells,” *J. Korean Geotechnol*., **21**(3), 79-85 (2005).

PB-07

매체순환연소용 Cu-Fe계 산소전달입자의 반응거동 연구

박노국[1], 박창준[1], 강미숙[1], 류시옥[1], 이태진[1*], 백점인[2], 류호정[3]
[1]영남대학교, [2]한국전력연구원, [3]한국에너지기술연구원

Reaction behavior of Cu-Fe-based oxygen carriers for chemical looping combustion

No-Kuk Park[1], Chang Joon Park[1], Misook Kang[1], Si Ok Ryu[1], Tae Jin Lee[1*], Jeom-in Baek[2], Ho-Jung Ryu[3]
[1]Yeungnam University,[2]KEPRI, [3]KIER

The Post-2020 Climate Agreement adopted at Conference of the Parties (COP21) decided to cap the increase in global average temperature to less than 2 °C above pre-industrial levels. Carbon capture and storage (CCS) is recognized as one of the major options to mitigate CO_2emissions. Of the carbon capture technologies available, post-combustion and pre-combustion technologies require a CO_2 capture facility to separate the CO_2 from a gas stream but the installation and operation of a CO_2 capture facility results in considerable efficiency losses and increases energy cost. Oxyfuel combustion does not require a CO_2 capture facility because CO_2 is inherently separated during fuel combustion. On the other hand, the cost of producing pure oxygen from air is too high to allow oxyfuel combustion on a commercial scale. Chemical-looping combustion (CLC) is another promising technology that provides inherent CO_2 separation without a capture facility. CLC also uses pure oxygen for fuel combustion but it is supplied by a solid particle containing oxygen, or an oxygen carrier (OC). Accordingly, it is believed the cost penalty and system efficiency loss accompanied by CO_2 capture will be lower for CLC than for other CO_2 capture technologies [1−3].

Cu-Fe based mixed metal oxides as oxygen carriers were prepared by a chemical co-precipitation method. Copper(II) nitrate and iron(III) nitrate were used as the precursors. After drying for 12 h, the precipitates were calcined at 900 ℃, 1000 ℃, and 1100 ℃. The surface morphology of the Cu-Fe based oxygen carriers was investigated by scanning electron microscopy and the crystal structure and crystallinity were analyzed by X-ray diffraction (XRD). The crystal structure of all the samples was confirmed in XRD with the spinel structure of $CuFe_2O_4$, and their crystallinity increased with increasing calcination temperature due to crystal growth. Crystallite $CuFe_2O_4$ spinel formed when the sample was calcined above 1000 ℃. On the other hand, a small amount of copper was melted and migrated to the outside of sample particles. The oxygen transfer capacity of the Cu-Fe based mixed oxide was approximately 10%, and increased weakly with increasing crystallinity. A 3rd transition metal component should be added to generate crystal defects in the lattice structure of the oxygen carrier. The stability of the Cu-Fe based mixed metal oxides was enhanced with manganese oxide used as the additive.

참고문헌

1. Ishida, M. and Jin, H., “A NovelChemical-Looping Combustor without NOx Formation,” *Ind. Eng. Chem. Res.* **35**, 2469−2472(1996).
2. Lyngfelt, A., Leckner, B. and Mattisson, T., “A Fluidized-bed combustion process with inherent CO_2separation; application of chemical-looping combustion,” *Chem. Eng. Sci.* **56**, 3101−3113(2001).
3. Kronberger, B., Johansson, E., Löoffler, G., Mattisson, T., Lyngfelt, A. and Hofbauer, H. “A Two-Compartment Fluidized Bed Reactor for CO_2 Capture by Chemical-Looping Combustion,” *Chem. Eng. Technol.* **27**, 1318−1326(2004).

PB-08

탄산염 광물의 자원화를 위한 고액분리 효율 향상에 관한 연구

박병현[1,*], 신재란[1], 김재강[1], 김해기[1], 이주열[1], 최진식[1,2]
[1]㈜애니텍 기술연구소, [2]경희대학교 환경응용과학과

Study on the enhancement of the solid-liquid separation efficiency for the recycling of carbonate minerals

Byung Hyun Park[1,*], Hae Gi Kim[1], Ju Yeol Lee[1,2], Jin Sic Choi[1,2]
[1]Technology Insitute, ANYTECH Co., Ltd.
[2]Dept. of Applied EnvironmentalScience, Kyung Hee University

공정에서 발생하는 탄산염은 수용액 상에 고체상이 혼재되어 있는 현상이 나타나 이를 저장하고 효과적으로 자원화하기 위해서는 액체상의 부피를 최소화하고 동시에 고체상은 저장효율을 높일 수 있는 기술의 적용이 필수적이다. 이를 위해서 일반적으로 저에너지로 고액분리가 가능한 다양한 형상의 하이드로사이클론을 제안하여 광물의 자원화를 위한 저장 및 분리효율 향상에 관한 연구를 수행하고자 하였다. 실험결과. 일정 유량 이하에서는 고-액 분리 실험 결과 값이 필요치 않다는 것을 확인하였고, D_d의 지름이 작아질수록 일정 유량 값 또한 작아짐을 알 수 있었다. Apex의 지름이 커질수록 Underflow되는 탄산칼슘의 입자양은 늘어났으며, 여과시킨 입자를 통해 분리 효율을 계산하면 지름이 커질수록 효율이 증가하는 경향을 보였다. 또한, 유량이 작아질수록 하부배출 되는 탄산칼슘의 입자 양이 감소하는 경향을 보였으며, 분리 효율 또한 감소하는 것으로 나타났다. 추후 연구를 통해 새로운 조건으로 설계반영된 고액분리장치를 제작하여 탄산염 광물을 얻기 위한 고-액 분리 기술 최적화 연구를 수행하고자 한다.

감사

본 연구는 산업통상자원부 에너지기술개발사업의 연구비 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다. (과제번호: 20155020200720)

참고문헌

1. M. M. Abrams, W. M. Jarrell, Soil phosphorus as a potential nonpoint source for elevated stream phosphorus levels. J. Environ. Qual. 24, 132-138 (1995).
2. J. H. Al-Rifai, H. Khabbaz, A. I. Sch€afer, Removal of pharmaceuticals and endocrine disrupting compounds in a water recycling process using reverse osmosis systems. Sep. Purif. Technol. 77, 60-67 (2011).
3. APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association), WEF (Water Environment Federation), Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20th ed. American Water Works Association, Washington, DC. (1998).

PB-09

AA 공법을 적용한 경화체 제조기술 최적화에 관한 연구

박병현[1,*], 신재란[1], 김재강[1], 김해기[1], 이주열[1], 최진식[1,2]
[1]㈜애니텍 기술연구소, [2]경희대학교 환경응용과학과

Study on optimization of mixing method for AA Technology

Byung Hyun Park[1,*], Hae Gi Kim[1], Ju Yeol Lee[1,2], Jin Sic Choi[1,2]
[1]Technology Insitute, ANYTECH Co., Ltd.
[2]Dept. of Applied Environmental Science, Kyung Hee University

본 연구에서는 해수담수화 부산물인 농축수를 전기분해하여 나온 알칼리 수용액을 고로슬래그의 자극제로 적용가능성을 검토하고자 모의로 수용액을 제조하여 경화체를 제작하기 위한 기초실험을 진행하였으며, 추가적으로 알칼리 활성화제를 투입하였을 때와 비용절감을 위하여 잔골재를 투입하였을 때 고로슬래그 경화체의 압축강도를 비교하였다. 주로는 해수담수화 과정에서 발생하는 부산물인 농축수를 전기분해를 통하여 알칼리 수용액을 공급받아 산업부산물인 고로슬래그의 자극제로 사용하여 빔몰드 40*40*160mm의 경화체를 제작하기 위한 기초실험을 진행하였으며, 이 때 얻어지는 알칼리 수용액에는 주로 NaOH 3%, 부산물로 NaOCl 1%, 그리고 전기분해시 미분해되어 잔존하는 NaCl 1.5%의 함량에 추가적으로 알칼리 활성화제를 투입하였을 경우와 잔골재를 투입하여 압축강도의 영향을 미치는지에 대한 영향을 확인하였다.

감사

본 연구는 국토교통부 플랜트연구개발사업의 “해수담수화 플랜트 부산물 활용 경화체 연속 생산 시스템” 연구비 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다. (과제번호 15IFIP-B065893-03)

참고문헌

1. S. S. Park, S. G. Choi, A Study on Sannd Cementation and its Early-Strength Using Blast Furnace Slag and Alkaline Activators, J. Korean Geotechnical Soc. 29(4) 45-56 (2013).
2. J. W. We, An Experimental Study on Light-weight Aggregate Concrete by Alkali-Activated Reaction., Master’s Thesis, Konkuk University (2010).
3. G. H. Yang, J. G. Song, The Properties and Applications of Alkali-Activated Concrete with No Cement, Magazine of the Korea Concrete Institute, March (2007).

PB-10

디스플레이 폐기물로부터 고순도 Sn제조 및 SnO_2합성을 위한 재활용 기술 개발

김태진, 황수현, 서재건[1], 정인경[1]
㈜탑머티리얼즈
[2]한국산업단지공단 경북EIP사업단

Recycling technique for making high purity Sn(≥99.99%) and SnO_2 from display waste

Taejin Kim, Suhyun Hwang, Jaegun Seo[1], Ingyung Jung[1]
TOPMATERIALS co. ltd
[1]Korea Industrial Complex Corp. Kyungbuk Regional EIP Division

Ⅰ. 서론

디스플레이용 투명전극에 사용되는 ITO 타겟은 In_2O_3 와 SnO_2가 9:1의 비율로 사용이 되며, 스퍼터링 공정특성상 ITO 타겟의 30%만이 사용이 되며 70%는 폐 타겟 순환경로를 통해 재사용되고 있다. 특히, In과 같은 고가의 희유금속의 경우 재활용 시스템이 잘 구축이 되어 있는 반면, Sn의 경우 대부분 폐기물 처리업체에 의해 위탁처리 되고 있는 실정이고, 국내 ITO 타겟 제조업체에서 사용되는 SnO_2는 전량 수입에 의존하고 있다.

Ⅱ. 본론

본 연구에서는 디스플레이용 타겟에서 발생하는 Sn waste를 99.99%이상으로 고순도화 시킨 뒤 SnO_2를 합성하는 total recycling 기술개발에 관한 연구를 진행하였다. ITO 타겟에서 발생되는 Sn waste를 원료로 하여 조주석의 제조를 위한 주조, 고순도화를 위한 전해정련공정에서 인가전류, 반응온도, 전해액 조성 등을 변화시켜 연구를 진행하였고, 또한, 침출제의 종류, pH, aging 조건등을 변화시키면서 SnO_2의 합성에 관한 연구를 진행하였다. 제조된 Sn 및 SnO_2는 ICP, XRD, SEM등을 이용하여 특성을 분석하였다.

Ⅲ. 결론

ITO타겟에서 In을 회수하고 난 뒤 발생되는 Sn waste의 순도는 60~90%로 확인 되었고, 조주석을 제조하기 위한 주조 공정 후에는 97~98%의 조주석을 회수할 수 있었다. 이후 고순도 Sn을 제조하기 위한 전해정련의 조건에서 전류밀도가 높아질수록 회수율은 높아지지만, Pb과 같이 표준환원전위가 비슷한 원소들은 제거하기가 어려운 것으로 확인 되었다. 따라서, 최적조건인 60A/m^2, 반응온도 50℃, 전해액 조성 2M H_2SO_4+0.3M HCl의 조건에서 99.99%이상의 순도를 확인 하였고, 증기압이 높은 Pb의 완전한 제거를 위해 진공 정제 공정을 실시한 결과 Pb의 함량이 0.1~0.3ppm으로 확인 되었다. 또한, 제조되어진 Sn 메탈을 활용하여 제조되어진 SnO_2의 경우 침출제로써 HCl을 사용할 경우 pH가 7로 증가됨에 따라 입자의 균일성이 떨어지는 것으로 확인 되어, HCl 보다 HNO_3를 사용하였을 경우 입자의 균일성이 좋은 것으로 확인 되었다. HNO_3를 침출제로 사용하였을 경우 최적의 pH는 6으로 확인 되었고, 이때 제조되어진 입자크기는 70~80nm, 순도는 99.9%이상, 비표면적은 5.6m^2/g으로 확인 되었다. 이는 ITO 타겟 제조공정에서 사용되는 In_2O_3의 입자크기와 유사한 특성을 나타냄으로써, 좀 더 치밀화 된 ITO 타겟을 제조 할 수 있을 것으로 판단되며, 특히, Sn waste를 원료로 사용함으로써 Sn/ SnO_2의 수입 대체 및 자원재활용에 기여 할 수 있을 것으로 기대되어진다.

감사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업단지공단의 생태산업단지구축사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

PB-11

질소, 산소 혼합 조건에 따른 분류층 석탄슬러리 가스화 특성

윤상준*, 라호원, 윤성민, 문태영, 서명원, 이재구[1], 오건웅[2]
한국에너지기술연구원 청정연료연구실, [1]과학기술연합대학원대학교 신에너지 및 시스템 기술

Gasification of coal water mixture with nitrogen and oxygen in an entrained-flow gasifier

Sang Jun Yoon*, Ho Won Ra, Sung Min Yoon, Tae Young Moon, Myung Won Seo, Jae Goo Lee, Gunung Oh[1]
Clean Fuel Research Laboratory, Korea Institute of Energy Research, Gajeong-lo 152, 305-343 Daejeon, Korea
[1]Future Energy Plant Convergence Research Center, Korea Institute of Energy Research, Daejeon, 305-343, Republic of Korea
[2]Advanced Energy and Technology, Korea University of Science and Technology, Gajeong-lo 217, 305-350 Daejeon, Korea

습식 분류층 가스화는 석탄 슬러리가 버너를 통해 고온의 반응기로 공급되어 짧은 시간 내에 반응이 이루어진다. 따라서 버너에서의 슬러리 미립화는 가스화 효율에 매우 중요한 영향을 준다. 버너에서 슬러리 미립화의 효과는 주입되는 가스화제의 유량에 영향을 받으며, 가스화제 유량의 변화는 과잉공기량(equivalence ratio)과 가스화기 온도를 변화시키므로, 가스화에서의 미립화 효과만을 확인하기 어렵다. 본 연구에서는 과잉공기량의 변화에 따른 석탄 슬러리의 가스화 특성을 확인하고, 주입되는 유량이 미치는 영향에 대한 연구를 수행하였다. 1ton/day 규모의 습식 분류층 가스화기를 사용하였고, 가스화제로 산소를 주입하였다. 산소와 함께 질소를 다양한 비율로 혼합 주입하여, 유량의 효과에 대한 연구를 수행하였다. 가스화기에서 생성된 합성가스는 정제설비를 거쳐, 적외선 가스분석기와 가스 크로마토그래피로 정량, 정성 분석하였다. 가스화 온도(1000-1250℃)가 증가함에 따라 냉가스효율과 탄소전환율이 증가하였고, 생성된 합성가스 내 H_2, CO가 증가하였다. 탄소전환율은 과잉공기량과 함께 지속 증가하였으나, 냉가스효율은 과잉공기량 0.43에서 최대값을 보였다. 고정된 과잉공기량에서 질소를 산소와 혼합 주입하여 주입 유량에 따른 가스화 특성을 확인하였다. 과잉공기량 0.31과 0.44에서 총 공급 유량이 각각 28, 34 Nm^3/h가 최적 유량으로 확인되었으며, 이때 냉가스효율은 각각 47.7%, 65.1%로 나타났다.

PB-12

탄소 배출이 없는 청정 암모니아 합성 기술 개발

윤형철*, 김종남, 유충열, 한상섭, 정은영, 정찬희
한국에너지기술연구원

수소의 저장체(17.6 wt% H_2)이며, 무탄소 에너지 담체인 (액화 암모니아: 11.5 MJ/liter, 액화 수소: 8.49 MJ/liter) 암모니아는 수소와 비교하여 저장 (8.5기압 상온:액체) 및 이송이 용이하다. 세계적으로 연간 2 억 톤의 암모니아가 생산·소비하고 있어 암모니아 이송의 기반을 이미 갖추고 있다. 현재 암모니아는 천연가스 또는 석탄과 질소를 원료로 하버-보슈(Haber-Bosch) 공정을 통하여 합성한다. 하버-보슈 공정은 고온 고압 반응 (150-250 bar, 300-550oC)으로 많은 에너지를 소모하고 (30GJ/ton NH3 이상), 천연가스 또는 석탄의 개질을 통한 수소 제조로 다량의 온실가스인 CO_2 배출하며 (2.16 kg CO_2/kg NH_3), 많은 기술 개발에도 불구하고 아직까지 낮은 암모니아 전환율 (10-15%)을 보이고 있다.

이와 같은 하버-보슈 공정의 단점을 해결할 수 있는 기술로, 물과 질소로부터 전기화학적으로 암모니아를 합성하는 방법이 연구하고 있다. 물과 질소를 원료로 전기화학적으로 암모니아를 합성하는 방법은 탄소 배출이 없고 상압 저온에서 저에너지 저비용으로 암모니아 합성이 가능하다는 장점이 있다. 무한정 공급 가능한 물과 질소를 원료로 하며, 신재생에너지에서 생산된 전기를 사용하여 암모니아를 합성 시 신재생에너지의 단속성 및 지역적 편재생 문제를 해결할 수 있어 신재생에너지 케리어/저장 역할도 수행할 수 있다. 또한, 암모니아는 기존 에너지 시스템인 자동차, 연료 전지, 가스 터빈 등에 바로 적용 가능하다. 본 발표에서는 기존 하버-보슈 공정을 대체하기 위한 탄소 배출이 없는 암모니아 합성 기술의 최근 연구 동향과 주요 해결 이슈에 대해서 소개하고자 한다.

PB-13

PB-14

PB-15

Preliminary techno-economic analysis of a multi-bed series reactor as a simultaneous CF_4 abatement and utilization process

Boreum Lee, Sunggeun Lee, Ho Young Jung[1], Shin-Kun Ryi[2,*], Hankwon Lim[*]
Department of Advanced Materials and Chemical Engineering, Catholic University of Daegu,
13-13 Hayang-ro, Hayang-eup, Gyeongsan, Gyeongbuk 38430, Republic of Korea
[1]Department of Environment and Energy Engineering, Chonnam National University,
77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 61186, Republic of Korea
[2]Korea Institute of Energy Research,
102 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34129, Republic of Korea

With significantly increased interests in perfluorinated compounds (PFCs) due to their high global warming potential (GWP), various methods like recovery/recycle, abatement, process optimization, and replacement with new agents have been reported. Among them, abatement technology via catalytic decomposition has been considered as a practical and efficient process, however, the treatment for corrosive HF produced during the abatement results in requirement of a scrubber leading to additional capital and operating costs incurred. Therefore, a new abatement technology to simultaneously eliminate the use of a scrubber for HF removal and produce CaF_2, a useful chemical product is proposed in this study as a new method of catalytic decomposition. Based on experimental data for CF_4 hydrolysis, a process simulation model using Aspen HYSYS® was developed and preliminary techno-economic analysis results for multi-bed series reactor compared to a single-bed reactor in terms of operating temperature, NG required in a burner, and annual operating costs are presented in this study.

Acknowledgements
This project is supported by the "R&D Center for reduction of Non-CO_2 Greenhouse gases(RE2015001690003)" funded by Korea Ministry of Environment(MOE) as "Global Top Environment R&D Program".

참고문헌

1. Tsai, W. T., Chen, H. P., Hsien, W. Y., “A review of uses, environmental hazards and recovery/recycle technologies of perfluorocarbons(PFCs) emissions from the semiconductor manufacturing processes”, J. Loss Prev. Process Ind. 15, 65-75 (2002).

PB-16

3 m^3/min 배가스 내 NO 처리를 위한 건식산화제 제조 촉매공정 운전 특성

장정희, 최희영, 한기보*
고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터

Operation characteristics of catalytic process of dry oxidizing agent production for NO treatment in 3 m^3/min exhaust gas

Jung Hee Jang, Hee-Young Choi, Gi Bo Han*
Plant Engineering Center, Institute for Advanced Engineering

기존 연구에서 건식산화제를 이용하여 모사 및 실 배가스 내 NO에 대한 전환실험을 수행하였으며, 그 결과 NO가 전환됨을 확인하였다[1]. 선박 배가스는 선박의 엔진종류, 크기, 형식 그리고 운전조건 등에 따라 변화되며, NO 뿐만 아니라 CO, SOx와 같은 가스상 오염물질 및 미연탄소와 같은 입자상오염물질이 복합적으로 혼합되어 있다. 본 연구에서는 3 m^3/min 규모 배가스 내 NO 처리를 위한 건식산화제 제조공정의 운전특성을 조사하고자 한다. 기존 실험실 및 1 m^3/min 규모 실험결과 건식산화제의 주입량, 배가스 온도, NO 농도 등에 따라 NO 전환율이 변화 되었다. 이러한 결과를 바탕으로 선박엔진에 적용 가능한 3 m^3/min 규모의 건식산화제 제조 공정을 구축하였다. 배가스 내 오염물질을 조절하기 위하여 엔진에 가해지는 부하 및 엔진 회전수를 조절하였으며, 다양한 운전조건에 따른 NO 전환율을 조사하였다.

참고문헌

1. J. H. Jang, H. Y. Choi, G. B. Han “Production of Dry Oxidant through Catalytic H_2O_2 Decomposition over Mn-based Catalysts for NO Oxidation.”Clean Technology. 2015. Jun, 21(2): 130-139

PB-17

마이크로웨이브 하수 슬러지 가스화 특성

정벼리, 윤수혁, 전영남*
조선대학교 공과대학 환경공학과

Microwave gasification characteristics of carbon dioxide for sewage sludge

BYEORI JEONG, SOOHYUK YOON, YOUNG NAM CHUN*
Department of Environmental Engineering, Chosun University

현재 폐수처리시설에서 발생되는 하수슬러지는 꾸준히 증가하고 있으며 매립과 소각처리 그리고 건조 후 석탄 화력발전소, 시멘트 공장 등과 같은 처리과정에서 발생되는 오염물과 높은 열풍건조비용이 요구되는 실정이다. 하수슬러지는 휘발성물질을 다량 포함하고 있어 적절한 처리를 한다면 유용한 자원이 될 수 있으며, 이러한 기술 중의 하나가 유기성 슬러지 폐기물의 에너지 자원화를 위한 열·화학적 처리(Thermo-Chemical Treatment)인 가스화 방법이다. 가스화는 기존의 방법보다 낮은 농도의 NOx과 SOx를 배출하며 독성 유기성물질이 거의 발생하지 않는다는 장점이 있으나, 하수슬러지 자체의 낮은 열 전도성은 많은 가열시간을 필요로 한다. 이를 보완하기 위해 최근 슬러지 내부 물질분자를 진동시켜 가열하는 마이크로웨이브 기술이 새로운 기술로 인식되고 있다. 본 연구에서는 슬러지 폐기물을 바이오매스-CCS(Carbon Capture Storage)기술 적용을 위한 새로운 형태의 마이크로웨이브 열적처리 기술을 개발하고자 마이크로웨이브 유전체가열 특성을 활용하여 하수 슬러지를 건조-가스화를 일체형으로 진행하는 에너지 전환 특성을 파악하고, 가스화 실험의 경우는 연소 전 포집 기술의 이산화탄소 분리공정에서 포집된 것이 활용하는 측면에서 이산화탄소 가스화에 대한 실험을 수행하였다.
가스화 시 가스(60%), 슬러지 촤(38%), 타르(2%) 순이었으며, 생성가스로 H_2(33%), CO(40%)가 생성되었다. 중량타르는 슬러지 중에 함유된 유기성분이 휘발한 중질 탄화수소의 집합체인 총 타르로 414 g/m^3 발생되었으며. 벤젠, 나프탈렌, 안트라센, 피렌의 벤젠고리별 경질그룹 타르의 농도는 각각 27.14, 13.93, 2.53, 5.63 g/m^{3}를 보였다. 슬러지 촤는 타르 흡착능이 우수한 중간세공 범위인 평균 기공직경(mean pore size)이 50.85 Å이고, 기존의 흡착제보다 우수한 흡착량인 228.71 cm^3/g 으로 나타내었다. 이 상의 실험결과로 볼 때 함수 하수 슬러지의 마이크로웨이브 가스화에 의해 생성된 가스는 연료로 이용이 가능하며 이용하기 전 흡착능이 우수한 슬러지 촤를 가스 정화공정에서 타르저감 흡착제로 사용한 후 고체연료로 활용될 수 있다.

감사
이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. No. 2015R1A2A2A03003044).

참고문헌
1. Chun Y. N., “Carbonization-Activation of Sewage Sludge for Producing High Quality Gas and Sludge Char.” Doctoral Dissertation, Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology (2012)
2. J.A. Menendez, A. Domı´nguez,, M. Inguanzo, J.J. Pis, “Microwave-induced drying, pyrolysis and gasification (MWDPG) of sewage sludge: Vitrification of the solid residue”, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 74(1), 406-412, (2005)

PB-18

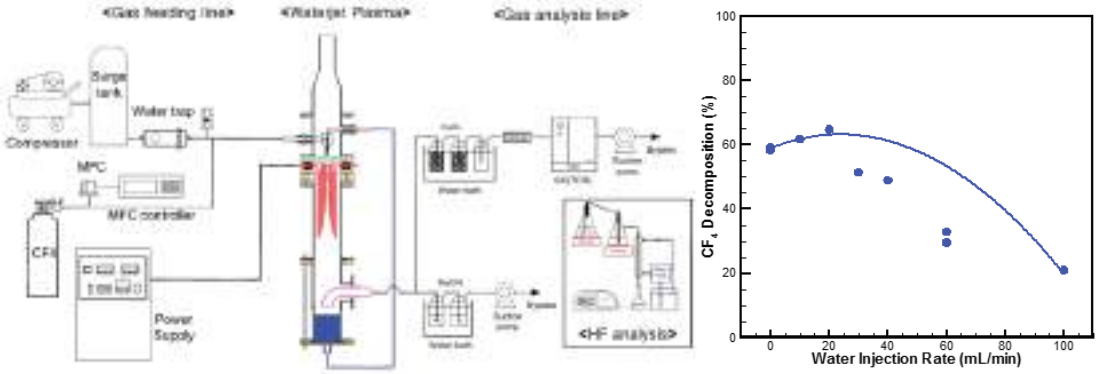
PFC저감을 위한 워터젯 플라즈마 스크러버 개발

김은혁, 임문섭, 정종국[1], 이기용[1], 이은미[1], 전영남*
조선대학교 환경공학과, [1]글로벌스탠다드테크놀로지 기술연구소

Deveopment of waterjet plasma scrubber for PFC reduction

Eun Hyeok, Kim, Mun Sup Lim, Young Nam Chun*
Jong Koon Jeong[1], Ki Yong Lee[1], Eun Mi Lee[1]
Department of Environmental Engineering, Chosun University, [1]GST R&D Center

반도체 및 LCD 디스플레이 제조공정으로부터의 배출되는 가스 중 식각(etching) 및 증착 공정에 사용되는 불소함유 화합물인 PFCs(Perfluorocompounds)가 차지하는 비중이 크며, 높은 안정성 및 지구온난화 지수로 인하여 환경적 문제가 되고 있다. PFCs 가스는 다수의 불소가 포함된 가스로 CF_4, C_3F_8, C_2F_6와 같이 탄소를 포함한 경우와 NF_3, SF_6와 같은 무기성 가스로 구분할 수 있다.
본 연구에서는 글라이딩 아크 플라즈마에 워터젯을 적용하여 새로이 WPS(Waterjet Plasma Scrubber)를 고안·제작하였다. WPS는 난분해성 물질인 PFCs 분해를 위한 플라즈마 방전의 안정성과 이류체 역학과 전기·화학적 특성이 고려된 화학종 활성물의 생성, 전자의 가속 및 전기장 형성이 최적화 되도록 하였다. PFCs 중 분해가 어려운 CF_4를 대표물질로 하여 WPS 분해성능 실험을 수행하였다.
우선 CF_4의 분해율에 기여하는 OH 래디컬의 생성을 확인하기 위해 워터젯 플라즈마에 질소와 일산화탄소를 주입하였다. 이때 반응 후 생성된 이산화탄소로부터 OH 래디컬 생성범위를 확인하는 방법[1)]으로 OH 래디컬의 최적 생성조건을 구하였다. 그리고, 저비용 고효율의 최적화를 위한 워터젯 주입유량, 처리가스 유량, 주입 전력, 주입 농도에 따른 변수별 실험을 진행하였으며, 워터젯을 주입하지 않은 경우를 실험하여 그 결과를 비교하였다.
별수별 성능실험은 워터젯 유량 변화, 공급 가스량 변화, 소비전력 변화 등에 대해 수행하였다. 워터젯의 양이 증가 할수록 CF_4의 분해율이 증가한 후 다시 감소하였다. 건식 플라즈마와 워터젯의 결합은 CF_4를 분해하기 위한 효과적인 방법이며 최적의 조건이 있는 것을 알 수 있었다.
워터젯 공급량을 WPS 최적인 조건인 20mL/min로 하고 CF_4의 농도는 780ppm, 소비전력 4.81kW, 처리가스량을 200 L/min으로 하였을 경우 CF_4의 분해율은 62%로 높게 나타났다.



감사
이 논문은 2015년도 정부(환경부)의 재원으로 한국환경기술연구원(씨앗기술 성장지원 기술개발사업)의 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌
1. Z.-Z. Su., K. Ito., and K. Takashimaetal., “OH radical generation by atmospheric pressure pulsed discharge plasma and its quantitative analysis by monitoring CO oxidation,” Journal of Physics D:Applied Physics., 35(24), 3192~3198(2002).

PB-19

고산도 원유 내에 포함되어 있는 유기산 제거 관련 연구

조동우, 조강희, B. S. Rana, 김종남*
한국에너지기술연구원 기후변화연구본부 석유가스연구실

A study of organic acid removal in high-acidic crude oil

Dong-Woo Cho, Kanghee Cho, B. S. Rana, Jong-Nam Kim*
Petroleum and Gas Laboratory, Division of Climate Changing Resarch, Korea Institute of Energy Research

최근 경질유 (Light Crude Oil, API 25° 이상) 생산량의 증가폭이 둔화됨에 따라서, 황, 칼슘, 중금속 (Ni, V 등), 아스팔텐, 유기산 등의 불순물의 함량이 높은 중질유 (Heavy Crude Oil, API 25° 이하)에 대한 관심이 커지고 있다. 특히, 나프텐산으로 대표되는 유기산 함량이 높은 고산도 원유 (TAN 1.0 mg KOH/g 이상)의 경우, 서부 아프리카 (Kuito, Doba) 뿐만 아니라, 유럽 북해 (Heidrun, Captain 등), 브라질 (Roncador), 베네수엘라 (Venezuelan Blend)를 비롯한 중남미, 그리고 중국 (Bohai Bay)에 이르기까지, 세계 각지에서 하루 평균 9,200 million Barrel (2010년 기준) 생산된 것으로 되며, 생산량 또한 꾸준히 증가하는 것으로 알려져 있다[1]. 이러한 고산도 원유는 최저 180℃ 이상의 온도 조건에서 부식을 시작하는 것으로 알려져 있으며, 특히 정유 공정의 증류탑에 심각한 부식 문제를 야기시키는 것으로 알려져 있다. 일반 경질유 대비 5 ~ 25%의 저렴한 가격으로 거래되고 있는 고산도 원유는 정제 마진의 개선을 원하는 많은 정유사들이 도입 및 처리를 시도하였으나 다양한 화학적 구조로 야기된 처리의 어려움으로 인하여, 일반 경질유에 희석하여 TAN 값을 조절하는 방식으로 처리하고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 고산도 원유에 함유된 유기산의 성분 및 물성을 분석하였으며, 이를 바탕으로 유기산의 대표적인 작용기인 카르복실산을 제거할 수 있는 다양한 방법을 통하여 유기산을 제거하는 공정을 연구하였다.

참고문헌

1. Anne Shafizadeh et al, “High Acid crudes”, New Orleans Meeting of Crude Oil Quality Group (2013)

PB-20

철강 부생가스를 이용한 고순도 수소 제조 공정을 위한 반응조건의 최적화

최한슬[1], 김준우[1], 김성중[1], 고동준*
[1]포항산업과학연구원

Reaction conditions optimization for ultra high purity hydrogen production by steel by-products

Hanseul Choi[1], Joonwoo Kim[1], Sungjoong Kim[1], Dongjun Koh*
[1]Research Institute of Industrial Science and Technology

철강 산업의 제철 공정은 다양한 부생가스를 부산물로 생성하는데 현재까지는 이러한 부생가스를 회수해 발전용 에너지 열원으로 재사용하고 있다. 부생가스 중 전로가스나 고로가스는 CO 의 함량이 높아 수성가스 전환반응을 통한 촉매 반응으로 쉽게 수소를 생성하여 재활용 할 수 있다. 본 연구에서는 상용촉매의 전로가스와 고로가스의 수성가스 전환반응을 통한 수소 제조 공정의 최적화를 위한 장기 성능 평가를 실시하였다. 각 대상가스에 대해 HTS와 LTS 각각에 대해 250 시간씩 장기 평가를 한 결과 99%의 수소 수득률의 우수한 성능을 보였다. 또한, 전로가스를 이용해 최적의 스팀 공급 조건 토출을 위해 다양한 S/C 비율에서 장기 성능 평가시 3.0에서 우수한 결과를 보였다.

PB-21

아스팔트에 적용 가능한 역청성 오일 포함 인도네시아 원료에 대한 물리화학적 성상 조사

한기보*, 장정희
고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터

Investigation of physico-chemical properties of indonesian bitumen-like oil-contained resources for using as a commercial asphalt

Gi Bo Han*, Jung Hee Jang
Plant Engineering Center, Institute for Advanced Engineering

본 연구에서는 인도네시아에서 수급된 역청성 오일이 포함된 원료로부터 역청 천연의 성상을 유지하면서 이를 아스팔트로 활용될 수 있는 적용 가능성을 확인하고자 하였다. 인도네시아산 원료에 대하여 상온에서 구현 가능한 용매추출공정을 통해 역청성 오일을 추출하여 자체적으로 지니고 있는 다양한 물성 분석을 통해 아스팔트의 물성으로 개질할 수 있는 방안이 강구되었다. 국내 아스팔트의 대표적 제품 모델인 AP-5에 대한 물리화학적 성상을 확보하였으며, 이에 근거하여 본 연구에서 용매추출공정에 의해 인도네시아산 원료로부터 추출 및 회수된 역청성 오일의 물성을 조사함으로써 상용 아스팔트에 적용하기 위한 다양한 물성을 구현하고자 하였다. 그 결과, 용매추출공정에 의해 인도네시아산 원료로부터 추출 및 회수된 역청성 오일의 경우, 분자량 분포가 넓어 서로 다른 성상을 지니는 고분자성 오일들이 다양하게 분포하는 반면, 상용 제품으로 적용되는 AP-5는 비교적 균일화된 분자량 분포를 지님으로써 일정한 온도범위에서 일정한 물성을 지니는 특성을 지님을 확인하였다. 이러한 추출 및 회수된 역청성 오일의 물리화학적 성상이 상용 제품인 AP-5의 물성에 근접하도록 물리화학적 개질 공정이 제안되었다.

PB-22

도금공정에서 친환경 근적외선 건조공정에 관한 연구

허광선*, 우희철[1]
경남정보대학교 신소재화공계열, [1]부경대학교 화학공학과

A study on the near infrared environmentally friendly drying process in the plating process

Kwang-Sun Huh*, Hee-Chul Woo[1]
Department of Advanced Materials and Applied Chemistry, Kyungnam College of Information and Technology,
[1]Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

최근 선진국에서는 건조 신기술로서 적외선 파장 중에서 가시광선 파장과 가장 가까운 근적외선을 이용한 건조 장치를 개발하여 이용함으로서 에너지 절감, 생산성 향상, 제품의 품질 고급화, 설치 공간 절약, 작업환경 개선 등 획기적인 성과를 이루고 있다. 근적외선(Near Infared Ray, NIR) 건조방식은 직접 건조물에 복사된 에너지에 의해서 가열하는 방식으로 기존의 간접 가열의 열풍방식과 차이가 있다. 에너지공급 방식을 전기에너지로 사용할 수 있어 제어가 용이하고 구조가 간단하게 제작할 수 있어 보일러 같은 부가적 설비가 불필요한 특징이 있다. 근적외선의 열은 열복사 방식으로 전달되고, 열전달의 전파 속도는 진공일 때 3×10^8 m/s속도로 나타난다.

도금공정, 스크린 인쇄공정 및 특수코팅 공정에서 건조공정은 건조시간 단축, 건조설비의 최소화, 피건조물의 취급이 용이, 최종 제품의 품질을 향상, 건조장치 설치비 최소화, 에너지비용 절감, 환경오염물질 미배출등 기술적, 경제적으로 우수한 친환경 건조 장치를 요구하고 있다.

본 연구에서는 도금공정에서 근적외선 건조 장치로 건조 특성을 고찰한 결과를 표1에 나타내었다. 표1에서 보면 건조 장치내의 정상에 도달한 시간은 가동 후 10분 이내에 거의 안정적인 120±3℃의 정상점에 도달하였으며, 이는 10분 이내에 건조작업이 가능하다고 보여 지며, 건조시간도 열풍건조 방식이 15분 이상 걸리는 것보다 7분으로 작업시간도 1/2로 절약되었음을 확인하였다.

또한 근적외선 건조 장치를 이용할 경우 피건조물의 취급이 용이하고, 최종 제품의 품질이 향상되고, 에너지비용을 기존 시설보다 30% 절감시킬 수 있고, 환경오염 물질을 배출하지 않는 환경 친화적이고 에너지 절감형 인간중심의 건조장치이다.

Table 1. Experimental results for Near infrared drying in the plating process

Item	Conventional drying method	Near-infrared drying system	Remarks
Heating source	LPG	Electric(NIR)	
Heating system	Convection	Radiation	
Warm-up time(120℃)	30 min	10 min	20 min shorten
Drying efficiency	Low	High	
Temperature deviation in dryer	120±10℃	120±3℃	
Dry condition	Incomplete drying	Complete drying (6min)	
Operation time	15 min	7 min	1/2 reduction

참고문헌

1. Frank P. Incropepa. Fundamentals of heat transfer, John Wiley & Sons. pp629-672
2. Motohashi, K; General-Purpose Far Infrared Ray Dryer, JOURNAL-JAPANESE SOCIETY OF AGRICULTURAL MACHINERY, 2001, 63(5).
3. Chang, Y. S. A, Journal of Korean Energy Society, Study on the Drying Characteristics of NIR Dry, Vol. 24, pp. 21-27, 2004.

PB-23

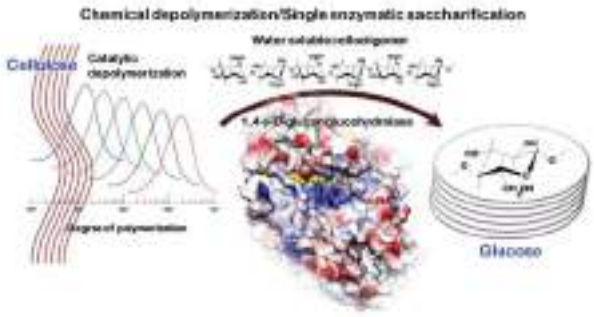
단일효소를 이용하는 셀룰로오스 당화기술

임희경, 김달례, 이기인, 황동원, 황영규, 황인택*
한국화학연구원 탄소자원화연구소 그린탄소전환촉매연구그룹

Single-enzymatic saccharification combining with chemical depolymerization of cellulose

Hee Kyung Lim, Dal Rye Kim, Kee In Lee, Dong Won Hwang, In Taek Hwang*
Green Carbon Catalysis Group, Carbon Resources Institute, Korea Research Institute of Chemical Technology, Yuseong P.O. Box 107, Daejeon, 305-600, Republic of Korea

A new method for total hydrolysis of cellulose using a chemo-enzymatic system to combine chemical depolymerization and enzymatic hydrolysis, is described in this paper. The approach described herein involves the dissolution of cellulose in an ionic liquid, depolymerization by acidic solid-catalyst, and use of an antisolvent to obtain the resulting cello-oligomers. These were subjected to chemical depolymerization, after which virtually all the soluble cello-oligomers were hydrolyzed to glucose by b-1,4-Dglucan glucohydrolase. This glucohydrolase is newly identified from a species of Paenibacillus (HPL-001), and is different from commercial b-1,4-D-glucosidase. Continuous recycling (99%) of ionic acid and organic solvent completely broke down the cellulose into cello-oligomers (soluble sugars) shorter than six anhydrous glucose units. The cello-oligomers of soluble sugars were easily connected to a new singleenzyme system for complete hydrolysis to glucose. The efficiency of this technology could solve the dissolution and selective deconstruction problem retarding the major production of glucose from cellulose, and could provide a crucial advance in the production of un-degraded glucose as final product. This approach provides an alternative techno-economic process to traditional, expensive, three-enzyme hydrolysis of cellulose.



참고문헌

1. Rinaldi R et al., *Depolymerization of Cellulose Using Solid Catalysts in Ionic Liquids. Angew Chem. Int. Ed.* 2008, 47, 8047-8050.
2. Päivi MA et al., *Synthesis of Sugars by Hydrolysis of Hemicelluloses- A Review. ChemRev.* 2011, 111, 5638-5666.
3. Huang Y-B and Fu Y: *Hydrolysis of cellulose to glucose by solid acid catalysts. Green Chem.* 2013, 15, 1095-1111.
4. Morales-delaRosa S et al., *Complete Chemical Hydrolysis of Cellulose into Fermentable Sugars through Ionic Liquids and Antisolvent Pretreatments. ChemSusChem* 2014, 7, 3467-3475.
5. Lozano P et al., *A cyclic process for full enzymatic saccharification of pretreated cellulose with full recovery and reuse of the ionic liquid 1-butyl-3-methylimidazolium chloride. Green Chem.* 2012, 14, 2631-2637.
6. Allardyce BJ and Linton SM: *The last piece in the cellulase puzzle: the characterisation of β-glucosidase from the herbivorous gecarcinid land crab Gecarcoidea natalis. J of Exp Biol.* 2010, 213, 2950-2957.

PB-24

The development of high performance mat products using recycled filament waste and clipping of rubber waste

Si ho Nam, Young su Kim[1], Seung jin Kim[2,*]
Nam myung inc., [1]Korea Textile Development Institute, [2]Yeungnam University

전 세계가 지구 온난화 및 환경문제, 그리고 고유가 시대에서 석유화학제품의 재활용에 대해서 관심이 고조되고 있다. 특히 자동차 부품에 적용되는 고무제품은 가교가 되어 있어 일반 플라스틱에 비해 재활용이 상대적으로 어려워 대부분인 소각연료나 매립 처분되고 있으며, 생산현장에서 발생하는 EPDM 고무스크랩의 처리문제로 제조업자의 부담으로 작용된다. 2011년 기준으로 전국 폐 EPDM 스크랩 발생량은 8,448ton이 발생하며, 대구 경북의 EPDM 부품업체는 정확히 조사된 바 없으나 대략 20군데 내외로 파악되며, 스크랩 및 불량 등의 폐기물은 년간 약 2,950ton 정도로 파악된다. 이러한 폐기물이 전량 폐기되거나 소각되는 실정으로 시급히 재활용 기술이 요구되고 있는 실정이다.
그리고 섬유공정은 단일공정이 아닌 여러 공정흐름을 통해 제품 및 원단이 생산된다. 공정에 따라 나오는 부산물 및 폐기물 형태도 다양하며, 원료의 성분도 다양하게 나타나 재활용이 다소 까다로운 것이 현실이다. 국내 섬유업체는 2015년 3월 기준으로 7,826개에 이르며, 여기에서 발생되는 폐섬유 발생은 총 69,000톤/ 으로 많은 폐기물이 발생하는 것으로 나타난다. 최근 재활용 대한 인식이 높아지면서 폐섬유의 재활용 비율이 60% 정도로 나타나고 있으나, 생활용 섬유의 경우는 재활용 비율이 낮게 나타나고 있으며, 특히 염색된 원사 또는 직물상에서 발생되는 부산물 및 폐기물은 전량 폐기하거나 소각하는 것으로 조사되었다.
본 기술개발의 배경은 EPDM 고무 스크랩의 파쇄 및 분쇄 기술을 통해 30~40mesh급 재생 고무분말을 제조하고, 섬유 폐기물은 입자 사이즈 10mm이내의 파이버(Fiber)형태로 제조를 위한 고성능 분쇄 및 개섬(opening)기술을 개발하여 재생 고무분말과 재생 파이버 복합을 통해 고성능 매트제품을 개발하는 것이다.
대상기술로써는 경량 재생 단섬유와 폐고무 분말의 복합을 통한 수분 감속형 식생매트 제품을 개발하여 옥상 및 정원에 식생재배를 할 수 있는 제품으로 전개하는 것과 놀이터, 인도블록에 적용할 수 있는 고성능 블록이 첫 번째 개발 목표제품이다. 폐고무 분말을 이용한 기존의 재생매트의 경우 표면이 거칠고, 색채 및 디자인 감이 떨어져 현대인들의 미적 취향과는 큰 차이가 있다. 따라서 재활용이 어려운 다양한 색감을 가지는 폐섬유 Fiber를 이용하여 재생 고무 매트 위에 플록킹(식모, Flocking)기술을 통하여 다양한 이미지 구현과 불규칙한 색감을 가지는 디자인을 나타내어 독창적이면서 현대인의 미적 취향에 부합하는 심미성이 확보된 복합 매트가 두 번째 개발 목표 제품이다.

참고문헌

1. Jin Kuk Kim, Sung Hyuk Hwang, John Hee Hong, Tae Uook Yoo “Recycling of Waste Rubber by De-link System, 2001.
2. W,O Murtland, Elastomerice, 113, 13, 1981.

사사

This work (Grants No. 20150700005) was supported by business for Cooperative R&D between Industry, Academy, and Research Institute funded Daegu Eco-Industrial Park Development Division in 2015.

PB-25

Effect of natural fiber size in PP matrix on crystallization kinetics of PP and its soundproofing properties

윤세진[1], 신하영[1], 한세미[1], 이기웅[2], 주덕기[2], 김백진[1,*]
[1]Korea Institute of Industrials Technology (KITECH)
[2]한양소재

Natural fibers play an important role of alternatives of glass fibers that have been additional components of polymer composites due to environmental issue, reinforcement, weight lightening. In our study we try to investigate the crystallization kinetics and soundproofing properties of polypropylene composite containing Bamboo Powder (BP). In order to improve the poor interfacial adhesion between the natural fibers and the matrix PP, maleic anhydride grafted PP (MAHPP) was used as a compatibilizer. The degree of coupling between PP and MAHPP was confirmed by FT-IR and the dispersibility of BP within the PP matrix was analyzed by SEM. Also, it was found that the crystallization kinetics was fast with adding amount of bamboo and up to 33wt%. Also we observed that bamboo powder with the range of 250~300 ㎛ size and amount of 25wt% more have a good transmission loss 15dB more at 600~1,000 Hz.

Keywords: natural fiber, MAH polypropylene, crystallization kinetics, soundproofing

PB-26

A study on the adhesion strength of PVC-free hotmelt film

한세미[1], 이용진[2], 김유철[2], 김백진[1,*]
[1]Korea Institute of Industrials Technology (KITECH)
[2]유니코 정밀화학

색을 내기 쉽고, 잘 마모되지 않으며, 내화학성, 자기소화성을 갖는 Polyvinyl chloride(PVC)는 인조가죽, 레코드, 포장재, 파이프, 바닥재 등 다양한 산업에 사용되고 있다. 하지만 PVC 자체의 염소에서 기인하는 연소생성물질과 프탈레이트 계통의 환경규제 물질을 사용해야하는 이유로 인해 새로운 소재개발이 지속적으로 요구되어져 왔다. 본 연구에서는 사슬간 인력을 상승시키는 Styrene 구조를 포함하는 SEBS, SBS, SIS 등을 주재료로 사용하여 재료별 Styrene 함량과 접착강도를 향상에 기여할 수 있는 다양한 첨가제를 도입하여 이에 따른 기계적 물성과 DMA(Dynamic Mechanical Analysis)를 활용한 열적 거동 확인하였다. Erichsen 테스트를 진행한 결과 강판과 PET 필름 사이에서 SEBS를 주재료로 사용한 열융착 필름의 접착력이 가장 우수한 것으로 확인되었다.

PB-27

인도네시아 원료 내 포함된 역청성 오일로부터 다단 열분해 공정을 통해 제조된 열분해 오일의 물성

한기보*, 장정희
고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터

Physico-chemical properties of thermal degradation oil produced through the multi-stage pyrolysis process from bitumen-like oil contained in indonesian resources

Gi Bo Han*, Jung Hee Jang
Plant Engineering Center, Institute for Advanced Engineering

본 연구에서는 인도네시아에서 수급된 원료 내에 포함된 역청성 오일을 열분해하여 얻은 오일에 대한 다양한 물리화학적 특성이 조사되었다. 열분해 공정은 비등온 및 등온 방식의 서로 다른 방식으로 구현되었으며, 방식에 따라 반응조건이 각각 다르게 적용되었다. 등온방식에서는 반응기 내부 온도를 원하는 온도까지 설정하여 일정하게 유지시킨 후 원료를 공급하는 열분해 과정으로 진행되었다. 반면, 비등온 방식에서는 원료를 반응기 내 충진시킨 후 서로 다른 원하는 시작 및 종료온도까지 원하는 승온속도로 제어함으로써 열분해 과정이 진행되었다. 이러한 열분해 방식 및 반응조건에 따라 얻어진 다양한 성상의 오일의 물리화학적 성상에 대하여 GC-MS, EGA-MS, 열무게 감량분석, 분자량분포 분석, 발열량 측정, 원소분석 등의 다양한 분석 기법이 적용되었다.

Author Index

Aldricho Alpha Pollardo	PA-01
Anh H. T. Vo	PA-04
Anh H. T. Vo	PA-08
Anh Vy Tran	PA-06
B. S. Rana	PB-19
Booki Min	CT-05
Booki Min	CT-07
Bora Kim	PA-03
Bora Kim	PA-04
Bora Kim	PA-08
Boreum Lee	PB-15
Boris Brigljevic	CT-25
Byong-Hun Jeon	CT-02
Byong-Hun Jeon	CT-03
Byong-Hun Jeon	CT-06
Byong-Hun Jeon	CT-09
Ch.Ramakrishna	CT-52
Changman Kim	CT-03
Changman Kim	CT-08
Chilakala Ramakrishna	CT-54
Cong Chien Truong	CT-17
Cong Chien Truong	PA-02
Dae Yeon Kim	PA-10
Dinesh Kumar Mishra	CT-17
Dinesh Kumar Mishra	PB-01
Do Heui Kim	PA-26
Dohoon Lee	PA-01
Duy Son Nguyen	CT-17
Hai T.H. Nguyen	CT-07
Hankwon Lim	PB-15
Heesoo Lee	PA-26
Ho Lim	CT-36
Ho Young Jung	PB-15
Hong Shik Lee	PA-03
Hong-shik Lee	PA-01
Hong-shik Lee	PA-04
Hong-shik Lee	PA-08
Hoo Kim	CT-02
Hye Jin Lee	PA-02
Hyeong Cheol Park	CT-19
Ivannie V. Effendi	CT-58
Jaeheum Bae	CT-36
Jaehoon Kim	PA-01
Jeong-Yun Jang	CT-06
Ji Whan Ahn	CT-52
Ji Whan Ahn	CT-54
Ji-Ho Ko	PA-29
Jin ku Cho	PA-03
Jin Ku Cho	PA-04
Jin Ku Cho	PA-08
Jinwoo Lee	CT-08
Jiuqiang Xiong	CT-09
Joo-SikKim	PA-29
Joung Ho Park	PA-10
Jung Rae Kim	CT-03
Jung Rae Kim	CT-08
Mi Yeon Kim	CT-03
Min Jang	CT-01
Moon Hyeon Kim	PA-10
Mun Gyu Lee	CT-05
Nhan T. T. Huynh	PA-03
Nhan T. T. Huynh	PA-08
Nhan T.T. Huynh	PA-04
Rahul Kumar	CT-06
Ramesh Kakarla	CT-07
Ramesh Kakarla1	CT-05
Sang-Eun Oh	CT-04
Sangyong Kim	PA-01
Sangyong Kim	PA-08
Seok-kyu Park	PA-03
Seok-KyuPark	PA-04
Seung jin Kim	PB-24
Seunghyun Lee	CT-08
Seung-Jin Oh	PA-29
Seungmo Yang	CT-36
Se-Young Lee	CT-04
Shin-Kun Ryi	PB-15
Shouvik Saha	CT-02
Si ho Nam	PB-24
Sunggeun Lee	PB-15
TanPhat Nguyen	PA-04
TanPhat Nguyen	PA-08
Thanh Tung Nguyen	PA-05
Thanh Tung Nguyen	PA-06
Thenepalli Thriveni	CT-52
Thenepalli Thriveni	CT-54
Tram Huynh Nguyen	PA-06
Thenepalli Thriveni	CT-52
Thenepalli Thriveni	CT-54
Tram Huynh Nguyen	PA-06
Tram Thuy Huynh Nguyen	PA-07
Umesh Ghimire	CT-04
Vy Anh Tran	PA-07
Yong Jin Kim	CT-17
Yong Jin Kim	PA-02
Yong Jin Kim	PA-05
Yong Jin Kim	PA-06
Yong Jin Kim	PA-07
Yong Jin Kim	PB-01
Young Eun Song	CT-08
Young su Kim	PB-24
Young-Kon Choi	PA-29
강미숙	PB-07
강별	CT-11
강별	CT-27
강태성	PA-25
고동준	PB-20
고아라	PB-03
고은서	CT-29
곽민호	CT-43
곽상수	CT-20
곽유라	CT-12
곽유라	CT-15
곽인섭	CT-12
구윤장	PA-09
권기은	CT-45
권순덕	PB-02
권순덕	PB-04
권순덕	PB-05
길인섭	CT-45
길인섭	CT-46
길인섭	CT-47
김경호	PB-04
김경호	PB-05
김낙균	CT-27
김남경	PA-09
김달례	PB-23
김대겸	CT-60
김대겸	CT-61
김대희	CT-57
김덕현	CT-47
김도향	CT-60
김도희	CT-39
김득현	PB-03
김민호	CT-47
김백진	CT-23

김백진 PB-25
김백진 PB-26
김범성 CT-60
김상용 CT-23
김성남 CT-36
김성배 PB-06
김성중 PB-20
김수현 CT-13
김수현 PA-12
김수현 PA-24
김승수 CT-30
김승현 PA-14
김승현 PA-30
김영균 CT-29
김영민 CT-41
김영숙 CT-29
김영훈 PA-21
김영훈 PA-22
김예빈 CT-12
김용구 CT-16
김용성 CT-48
김용성 PA-14
김용성 PA-25
김용성 PA-30
김용진 CT-23
김용택 CT-14
김유철 PB-26
김은혁 PB-18
김재강 PB-08
김재강 PB-09
김재곤 CT-37
김재호 CT-16
김재훈 CT-39
김종남 PB-12
김종남 PB-19
김종락 CT-41

김준우 PB-20
김준현 PA-14
김준현 PA-25
김지완 CT-44
김진만 PA-27
김진수 CT-30
김진아 PB-02
김진아 PB-04
김진아 PB-05
김진완 CT-45
김창준 CT-28
김창준 PB-06
김창현 PA-32
김채원 CT-48
김태진 PB-10
김택수 CT-50
김택수 CT-60
김택수 CT-61
김필 PA-18
김필 PA-19
김학민 CT-47

김한솔 PA-27
김해기 PB-08
김해기 PB-09
김행수 PA-19
김현세 CT-31
김현욱 CT-41
나익환 CT-27
남기석 PA-18
남선우 CT-60
남선우 CT-61
노동훈 PA-13
노현진 PA-16
당현식 PA-14
당현식 PA-30
라호원 CT-16
라호원 CT-59
라호원 PA-23
라호원 PB-11
류시옥 PB-07
류현진 CT-38
류호정 PB-07
문광욱 PA-18
문기연 CT-55
문태영 CT-16
문태영 CT-59
문태영 PA-23
문태영 PB-11
민승의 CT-56
박경태 CT-61
박기상 PB-03
박노국 PB-07
박대원 PA-09
박명준 CT-42
박백수 CT-57
박병현 PB-08
박병현 PB-09
박서윤 CT-59
박석규 PA-15
박영권 PA-13
박용범 PA-16
박우용 CT-11
박우용 CT-27
박유리 PA-27
박주현 CT-42
박지윤 PA-17
박지윤 PA-20
박지혜 PA-28
박진후 PA-18
박창준 PB-07
박천규 CT-37
박효석 PA-18
박희재 CT-46
박희재 CT-47
배하나 CT-57
백점인 PB-07
백정훈 PA-28
백철승 CT-53
백철승 CT-55
서동진 CT-21
서동진 CT-26
서명원 CT-16
서명원 CT-59
서명원 PA-23
서명원 PB-11
서문혁 PA-09
서영웅 CT-42
서재건 PB-10
서준형 CT-53
성경환 CT-33
손연선 PA-18
손연선 PA-19
손은남 CT-13
손은남 PA-12
손은남 PA-24
손정민 CT-13
손정민 PA-12
손정민 PA-24
손준영 PA-27
손찬웅 CT-45
신명철 CT-44

신승한 CT-23
신용안 CT-40
신재란 PB-08
신재란 PB-09
신지훈 CT-15
신하영 PB-25
신혜리 CT-12
안승호 PA-17
안승호 PA-20
안지환 CT-51
안지환 CT-55

양원 CT-11
양원 CT-27
엄문호 CT-40
엄영순 CT-22
염창주 PA-21
염창주 PA-22
오건웅 CT-59
오건웅 PA-23
오건웅 PB-11
오경근 CT-38
오대준 PA-13

오은수 CT-40
오정민 CT-49
왕설 PB-06
우상일 CT-56
우희철 CT-30
우희철 PA-16
우희철 PB-22
유준 CT-25
유준 CT-58
유승열 PB-12
윤상준 CT-16
윤상준 CT-59
윤상준 PA-23
윤상준 PB-11
윤새민 CT-29
윤성민 CT-16
윤성민 PB-11
윤세진 PB-25
윤수혁 PB-17
윤지선 CT-42
윤형철 PB-12
이건호 CT-56
이경민 CT-22
이관영 PA-15
이관영 PA-33
이광복 PA-28
이귀호 CT-57
이기용 PB-18
이기웅 PB-25
이기인 PB-23
이도훈 CT-23
이동기 CT-34
이루세 CT-13
이루세 PA-12
이루세 PA-24
이미정 CT-48
이상민 PA-27
이상우 PB-03
이상현 CT-50
이성옥 CT-35
이시훈 CT-12
이시훈 CT-15
이신근 PA-34
이양래 CT-31
이연주 CT-29
이영우 PA-17
이영우 PA-20
이영주 CT-12
이용운 CT-11
이용운 CT-27
이용진 PB-26
이우헌 PB-05
이윤수 CT-26
이은미 PB-18
이인구 CT-39
이재구 CT-16
이재구 CT-59
이재구 PA-23
이재구 PB-11
이재영 CT-32
이재용 CT-48
이재욱 CT-11
이재욱 CT-27
이정익 CT-10
이제욱 CT-18

이주열 PB-08
이주열 PB-09
이준혁 PA-25
이진기 CT-44
이진우 PA-09
이창하 CT-26
이철호 PA-27
이태진 PB-07
이학로 CT-24
이한웅 CT-57
이형우 CT-56
이형원 PA-13
이홍식 CT-23
이홍식 PA-15
임광묵 CT-43
임대원 CT-44
임동원 CT-41
임동하 PA-09
임문섭 PB-18
임문순 CT-46
임문순 CT-47
임문혁 CT-45
임의수 CT-31
임재원 CT-49
임종구 CT-40
임한권 PA-16
임희경 PB-23
장성화 CT-33
장원석 PA-27
장정희 PB-16
장정희 PB-21
장정희 PB-27
장진영 PA-23
전상구 PA-28
전영남 PB-17
전영남 PB-18
전종기 PA-27
정관형 PA-27
정구회 CT-46
정구회 CT-47
정벼리 PB-17
정용식 PB-02
정용식 PB-04
정용식 PB-05
정유식 PA-17
정은영 PB-12
정의석 CT-45
정인경 PB-10
정재영 PA-18
정재영 PA-19

정정민 PA-28
정종국 PB-18
정찬희 PB-12
정해영 PA-09
제정호 CT-21
조강희 PB-19
조계홍 CT-53
조계홍 CT-55
조동우 PB-19
조윤현 PB-02
조윤현 PB-04
조윤현 PB-05
조진구 CT-23
조진구 PA-15
조진상 CT-53
조진상 CT-55
주기태 PA-14
주기태 PA-25
주기태 PA-30
주덕기 PB-25
진경태 PA-20
채병만 PB-03
채태영 CT-11
채태영 CT-27
채호정 CT-42
최문관 CT-53
최문관 CT-55
최문규 CT-43
최여진 CT-46
최여진 CT-47
최요한 CT-57
최용기 PA-09
최은지 CT-29
최재욱 CT-26
최재형 CT-30
최재호 CT-46
최재호 CT-47
최진식 PB-08
최진식 PB-09
최한슬 PB-20
최희영 PB-16
하정명 CT-21
하정명 CT-26
하종한 CT-37
한기보 PB-16
한기보 PB-21
한기보 PB-27
한상섭 PB-12
한상진 PA-14
한상진 PA-30
한세미 PB-25
한세미 PB-26
한재윤 PA-31
허광선 PB-22
홍성제 CT-48
황동원 CT-42
황동원 PB-23
황라현 PA-28
황성옥 PB-03
황수현 PB-10
황열순 CT-47
황영규 PB-23
황인택 PB-23
황종하 CT-13
황종하 PA-12
황종하 PA-24

http://www.kncpc.or.kr

대한민국 지속가능산업발전의 촉매

한국생산기술연구원 국가청정생산지원센터

KNCPC

Korea National Cleaner Production Center

짧은 시간에 기적의 경제 성장을 이뤄온 대한민국이
경제 성장과 환경 보호라는 2가지 요소를 중심으로 창조경제 실현의 기틀을 마련하고자 합니다.
KNCPC는 대한민국의 지속가능한 산업발전을 위해 최선의 노력을 다하고 있습니다.

KNCPC의 주요 활동

- 청정생산 등 산업환경 정책 개발
- 재제조, 도시광산 등 자원순환 산업 기반 구축
- 녹색경영 활성화 사업 추진
- 국내·외 환경규제 대응

KITECH 한국생산기술연구원

한국생산기술연구원 Korea National Cleaner Production Center 국가청정생산지원센터

135-918 서울특별시 강남구 테헤란로 322 한신인터밸리 24 동관 18층 Tel : 02-2183-1500 Fax : 02-2183-1549