

The Korean Society of Clean Technology

2016

한국청정기술학회 춘계 학술발표회 초록집



2016. 3. 23(수) - 25(금)

장소
그라벨호텔제주

주최
한국청정기술학회

후원
부경대학교 청정생산기술연구소
Non-CO₂ 온실가스저감기술개발사업단
국기청정생산지원센터

2016년 한국청정기술학회 춘계 학술발표회 초록집 2016.3.23-25

한국청정기술학회

(사)한국청정기술학회

www.cleantech.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



새로운
해조류 바이오매스 시대를
열립니다.

해양수산부

해조류바이오매스연구단

Aquatic Biomass Research Center

- 바이오매스용 해조류 대량생산 기술개발
- 해조류 기반 바이오에너지 생산기술 개발
- 친환경 바이오복합 소재 원천기술 확보
- 통합공정 설계 및 경제성 평가

부경대학교 청정생산기술연구소

부산광역시 남구 용당동 산 100 부경대학교 용당캠퍼스 4공학관 204호 청정생산기술연구소

Tel. 051.629.6436 / Fax. 051.629.6429 <http://myweb.pknu.ac.kr/cleantech>

해조류바이오매스연구단 홈페이지 : <http://www.abrc.re.kr>



Non-CO₂ 온실가스저감기술개발사업단
R&D Center for Reduction of Non-CO₂ Greenhouse gases

사업기간

- 총 사업기간 : 2013년 9월 ~ 2021년 4월(7.5년)
- Phase I : 2013년 11월 ~ 2017년 4월(3.5년)
- Phase II : 2017년 5월 ~ 2021년 4월(4년)

사업분야

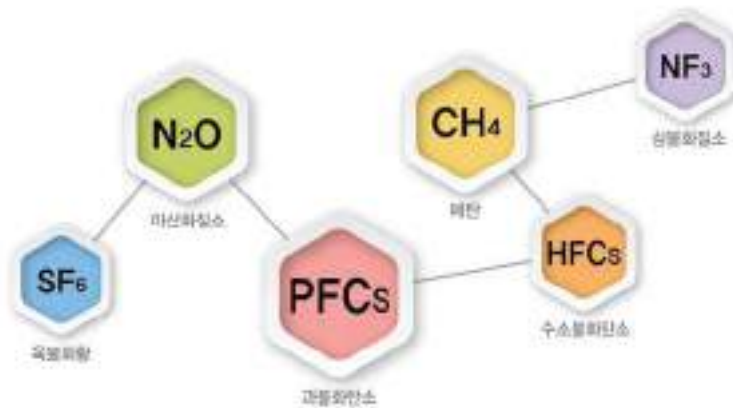
- Non-CO₂ 온실가스 통합관리 기술
- 메탄 포집 및 활용 저감기술 개발
- N₂O 저감 기술
- 불화가스류(HFCs, PFCs, SF₆, NF₃) 저감기술

사업목적

- 전략적 집중투자를 통한 세계 최고 수준의 Non-CO₂ 온실가스 저감기술 개발
- 개발기술의 조기 상용화 및 수출사업화
- 주력분야 세계일류 환경기업 배출

사업목표

- Non-CO₂ 온실가스 2,000만톤 CO₂-eq. 상용 신규 감축 기술 개발
- Non-CO₂ 온실가스 저감처리장비 국산화 50% 달성
- Non-CO₂ 온실가스 저감분야 최고기술보유국과 기술격차 3년 이하 단축



- Non-CO₂ 온실가스 측정·모니터링 기법 개발
- 최적기술 적용에 따른 Non-CO₂ 온실가스 예상 감축량 연구



- 고/저농도 N₂O 저감 촉매 및 통합 처리 공정 개발
- 운송수단(자동차분야 제외) 발생 N₂O 저감기술 개발



- 축산분뇨 발생 폐탄가스 포집/회수 및 동시 N₂O 처리 실증화 기술 개발
- 음식물 쓰레기 처리장 내 폐탄가스 경제 실증화 개발 및 효율적 이송시스템화 기술 개발
- 건식 개질기술을 이용한 발생권 메탄 직접 전환기술



- 전자산업 배출 불화가스 분리/정제/회수 및 재활용 통합시스템 개발
- 폐HFCs의 열처리 및 무해화 기술 개발
- 조과연질피연소와 적정농축기술을 이용한 PFCs 및 NF₃ 고성능 분해 처리 통합시스템 개발
- Reaction Enhanced RCS를 통한 고효율 PFCs 처리 기술 개발
- 친환경 자연냉매의 개발 및 소형 냉방 시스템 적용

대한민국 지속가능산업발전의 촉매
한국생산기술연구원 국가청정생산지원센터

KNCP

Korea National Cleaner Production Center

짧은 시간에 기적의 경제 성장을 이룬 대한민국이
경제 성장과 환경 보호라는 2가지 요소를 중심으로 청조경제 실현의 기쁨을 마련하고자 합니다.
KNCP는 대한민국의 지속가능한 산업발전을 위해 최선의 노력을 다하고 있습니다.



KNCP의 주요 활동

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



2016년 한국청정기술학회 춘계 학술발표회 초록집



일 시 : 2016년 3월 23일(수) - 25일(금)
장 소 : 그라벨호텔제주
주 최 : 한국청정기술학회
후 원 : 부경대학교 청정생산기술연구소,
Non-CO₂ 온실가스저감기술개발사업단,
국가청정생산지원센터

한국청정기술학회
The Korea Society of Clean Technology

국가의 미래를 위해 나아갈 길, 청정기술

(사)한국청정기술학회

문서번호 청정기술 2016-03 (2016.02.05)

수신각 기관장

제목 한국청정기술학회 회원출장 의뢰

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

- 아 래 -

기간: 2016년 3월 23일(수) ~ 25일(금)

장소: 그라벨호텔제주

등록비: 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: 3월 15일(화)까지. 끝.

(사)한국청정기술학회





회장 김 상 용

한국청정기술학회 회원 여러분께,

2016년 청정기술학회는 어느덧 설립된 지 21년째를 맞이하게 되었습니다. 그동안 역대 13분의 회장님과 임원진의 부단한 노고와 헌신에 힘입어 학술지의 한국연구재단 등재 이후 온라인 논문투고심사, 지속적인 인용지수 향상, 년 2회의 충실한 정기학술대회 등을 통해 산학연 관련 분야의 전문가와 학생 대상으로 국제적 수준의 학회 운영과 관심기술에 대한 교류 주체의 기능을 확고히 수행하며 발전을 이어가고 있습니다.

설립 당시까지 한국의 경제 발전은 개도국으로 특히 산업 분야에서 괄목할만한 양적, 질적 성장을 통해 이루어졌으나 선진국으로 진입하기까지 지속적인 성장의 방안으로 경제성과 생태환경성을 동시에 만족하기 위해 청정생산이란 새로운 산업생산 패러다임을 국가 차원에서 채택하였습니다. 초기에는 산업 현장에서 환경 규제 대응 중심의 오염 저감 및 에너지 효율 향상의 실천이 주요 이슈였다면 이후 점차적으로 자원 순환 관점의 사전 예방적인 청정생산으로 발전하기 위한 전주기적 청정기술(BAT)의 개발과 본격적인 산업에의 적용이 요구되었습니다.

이런 국가적 과제의 성공적인 정착을 위해 새로운 개념의 정리부터 핵심 원리의 이해와 실천을 위한 과학기술 발전을 선도하고자 청정기술학회가 출범하여 글로벌 산업경제 환경 변화에 대처하기 위한 청정생산기술의 학술적 발전과 산업화 연계에서 핵심적 역할을 수행해오고 있습니다. 근간이 되는 청정생산공정기술, 청정소재제품기술, 재이용자원화기술에 바이오연료 및 재생가능 소재기술, 청정석탄기술, 산업세정과 같이 새롭게 도약이 요구되는 분야를 반영하였으며 최근에는 청정융합기술, 희소금속회수기술, 온실가스저감기술 등이 새롭게 고려되며 저탄소녹색성장 및 바이오경제 등의 미래 글로벌 주제와 관련된 신산업 원천기술을 반영하고자 노력중입니다.

이러한 청정기술학회의 창조적 변화는 금년 춘계학술대회의 주요 주제를 통해서도 엿볼 수 있어 바이오연료 및 신소재에 관련된 산학연의 활발한 연구 및 시장 예측에 대한 다수의 세션이 구성되어 국외 연사를 포함한 각계의 전문가 간 주제 발표 및 네트워킹이 기대됩니다. 또한 청정융합 세션, 산학연 협력 심포지엄, 온실가스저감 청정기술, 희소금속과 같은 최근의 지구온난화방지, 자원순환 및 융합기술 관점의 이슈도 같이 다뤄짐으로서 국내 청정기술 기반의 지속가능한 산업발전과 미래 산업경제 대응에 주요한 지식과 경험의 공유 기회가 마련됩니다.

올해에는 특히 부문위원회의 활성화를 지속적으로 확대하여 정기 학술대회에서 산업심포지엄과 특별심포지엄을 통한 융합기반의 신 에너지생산, 재생가능자원 이용, 저탄소 제품화 기술 등을 소개하며 동시에 산업계의 유망 청정기술 수요에 대응하는 정보 제공과 R&BD 네트워킹에서 촉매 역할을 위해 노력하겠습니다.

성공적인 학회 발전과 사회적 역할 차원의 전제로서 회원 대상의 관심과 참여 확대를 위한 구성원 간의 열정과 소통을 창의적인 전문성, 커뮤니티 간 화합과 묶어 청정기술의 산업적 구현의 선도적 역할을 수행하고자 임원진의 사명감에 호응하는 회원 여러분의 적극적인 참여와 협조를 진심으로 부탁드립니다.

감사합니다.

2016. 3. 4.
제 14대 한국청정기술학회 회장
김 상 용 올림

봄 총회 및 학술발표회 일정표

3월 23일 (수)	홀A	홀B1	홀B2
13:00 - 14:30	등록	포스터 게시	
14:30 - 15:30	초청 강연 서강대학교 이진원 교수 (C1 가스 리파이너리 사업단장)	포스터세션 I¹⁾ Organizer: 김주형	
15:30 - 17:30	편집위원 워크숍		
18:00 - 20:00	이사회	포스터 철수	

(1) 포스터세션 I (14:00 게시 ~ 17:30 철수)

3월 24일 (목)	홀A	홀B1	홀B2	홀B 복도 및 홀C ²⁾
08:30 - 09:30	등록			포스터 게시
09:30 - 12:00	일반세션 바이오연료 및 소재 Organizer: 임한권	특별세션 대용량 온실가스 저감 청정 기술 Organizer: 양원	특별세션 희소금속 청정기술 Organizer: 김택수	포스터세션 II Organizer: 김주형
12:00 - 13:30	점심			포스터 철수
13:30 - 15:15	특별세션 IEA-AMF/바이오 연료포럼 공동 심포지엄 Organizer: 김재곤	특별세션 바이오/폐기물 청정 에너지화 기술 (산학연 협력 심포지엄) Organizer: 김수현	일반세션 청정융합 Organizer: 전병훈	일반세션 오염저감 Organizer: 조용준
15:15 - 17:00				일반세션 청정신소재 Organizer: 홍성제
17:00 - 17:30	총회 ³⁾ 및 경품추첨, 시상식 ⁴⁾			

(2) 포스터 세션 II (홀B 복도), 일반 세션 (홀C)

(3) 총회는 홀A에서 진행

(4) 우수 포스터발표(학생) 시상

3월 25일 (금)	홀A	홀B1	홀B2
08:30 - 09:30	등록		
09:30 - 12:00	산학연 간담회 미래 지속가능 산업 창출을 위한 청정기술의 역할 Organizer: 이은도		

학회장 안내

1F



B1



호텔그라벨제주 오시는 길



차량으로 호텔그라벨제주 이동

제주국제공항에서 '중문, 한림, 신제주' 방면으로 공항로, 도령로, 일주서로를 따라서 19분 이동



대중교통으로 호텔그라벨제주 이동

제주국제공항에서 좌석버스 36번(월평.외도부영), 37번(제주대.번대), 38번(함덕.하귀초교) 승차 후 '일우 한란 아파트 정류장' 까지 이동(버스정류장 21개~23개, 약 37~40분) 이후 도보로 그라벨호텔 제주까지 3분 이동

초청강연

- 일시 2016년 3월 23일(수), 14:30 ~ 15:30
- 장소 그라벨호텔제주 홀A
- Organizer 김상용 (한국생산기술연구원)
- 프로그램

진행: 이도훈 (한국생산기술연구원)

14:30 (10') **개회사**
김상용 회장 (한국생산기술연구원)

14:40 (50') **'C1 가스 리파이너리 사업단' 소개**
이진원 교수 (서강대학교)

■ 연사소개



2015.09~현재 **'C1 가스 리파이너리 사업' 사업단장**
 2012.01~2015.08 **'C1 가스 리파이너리 사업' 기획단장**
 2005.03~현재 **서강대학교 화공생명공학과 교수**
 1994.03~2005.02 광운대학교 화공공학과 교수
 1993.03~1994.02 University of Virginia 연구원

기타 경력 한국산업기술평가관리원 지식경제
 기술혁신 평가위원
 기초기술연구회 제6기 기획평가위원
 KOREA 바이오경제포럼 산업
 바이오분과 위원회 운영위원
 한국산업기술평가관리원 중소기업
 기술개발 지원사업 평가위원
 기초연구본부 공학단 전문위원
 한국생물공학회 대사공학 및 합성
 생물공학부분 위원장
 미래창조과학부 융합기술개발사업
 추진위원
 전략물자관리원 전략물자판정자문위원
 한국생물공학회지, NICE, JMB,
 Biotechnology and Bioprocess
 Engineering (BBE), Enzyme and
 Microbial Technology (EMT) 저널
 투고 국외논문 심사 및 평가, 편집
 위원
 해외학회 YABEC 2003, 2007 개최
 Metabolic Engineering for Green
 Growth 관련 학회 주최
 China-Japan-Korea Metabolic

	Engineering session 주최 Metabolic Engineering and Synthetic Biotechnology session 주최
상훈	2012 한국미생물생명공학회 덕산학술상 2012 교육과학기술부장관 표창 2008 한국생물공학회 담연학술상 2008 한국화학공학회 공로상 2001 한국생물공학회 신진연구자상
1989~1993	Carnegie Mellon University 화학공 학 박사
1983~1989	서울대학교 화학공학 학사/석사

일반세션 바이오연료 및 소재

- 일시 2016년 3월 24일(목), 09:10 ~ 12:00
- 장소 그라벨호텔제주 홀A
- Organizer 임한권 교수 (대구가톨릭대학교)
- 프로그램

좌장: 임한권 교수 (대구가톨릭대학교)

09:10 (20') **(CT-01) 해조류 혐기성 소화와 메탄 전환경로를 통한 지속가능한 전기생산**
Keynote 유준 (부경대학교)

09:30 (15') **(CT-02) Catalytic depolymerization of lignin to small-molecule aromatic hydrocarbons by hydrogenolysis**
학생 김민선^{1,2}, 하정명^{1,3}, 최재욱¹, 서동진^{1,3} (¹한국과학기술연구원, ²고려대학교, ³과학기술연합대학원대학교)

09:45 (15') **(CT-03) 팜 부산물의 급속 열분해 공정을 이용한 페놀이 풍부한 바이오 오일의 생산: 활성탄의 영향**
학생 정재용, 양창원, 김범종¹, 문지홍¹, 이은도¹, 장원석², 정수화¹ (과학기술연합대학원대학교, ¹한국생산기술연구원, ²한국지역난방공사)

10:00 (20') **(CT-04) 프룩토스로부터 2,5-디메틸퓨란 제조를 위한 청정 통합 공정 개발**
Pravin P. Upare¹, 항동원^{1,2}, 항영규^{1,2}, 이우황^{1,2}, 홍도영^{1,2}, 장종산¹ (¹한국화학연구원, ²과학기술연합대학원대학교)

10:20 (10') Coffee Break

좌장: 김재곤 박사 (한국석유관리원)

10:30 (20') **(CT-05) 섬유질계 바이오매스유래 리그닌 특성 및 산업동향**
Keynote 차영록, 문윤호, 서선일, 유경단, 이지은, 안기홍, 송연상, 이경보 (농촌진흥청)

10:50 (15') **(CT-06) 기포 유동층 반응기 내에서의 왕겨의 유동, 혼합 및 가스화 특성**
학생 김보화^{1,2}, 국진우¹, 라호원¹, 윤상준¹, 문태영¹, 김용구¹, 김재호¹, 이재구¹, 이영우², 서명원¹ (¹한국에너지기술연구원, ²충남대학교)

11:05 (20') **(CT-07) 1MW급 연소로에서 미분탄/바이오매스 혼소 및 재연소 특성 연구**
채태영, 이재욱, 강별, 이영재, 양원 (한국생산기술연구원)

11:25 (15') **(CT-08) 실험실규모 미분기를 활용한 바이오매스의 분쇄특성 연구**
학생 강별, 이용운, 류창국¹, 양원 (한국생산기술연구원, ¹성균관대학교)

11:40 (20') **(CT-09) 새로운 바이오연료 도입에 따른 연료검증에 관한 연구**
박천균, 김재곤, 민경일, 하종한 (한국석유관리원)

특별세션
대용량 온실가스 저감 청정 기술

- 일시 2016년 3월 24일(목), 9:30 ~ 12:05
- 장소 그라벨호텔제주 홀B1
- Organizer 양 원 박사 (한국생산기술연구원)
- 프로그램

좌장: 양 원 박사 (한국생산기술연구원)

- 9:30 (20') **(CT-10) 세션 소개 및 석탄화력발전에서의 대용량 온실가스 저감 기술**
 Keynote 양 원 (한국생산기술연구원)
- 9:50 (25') **(CT-11) CFBC를 이용한 온실가스 저감형 발전기술- FEP융합연구단 현황 소개**
 이재구 (한국에너지기술연구원, FEP 융합연구단장)
- 10:15 (25') **(CT-12) 신 기후체제 대응 국내 미활용 에너지자원을 이용한 연료대체**
 이시훈 (한국에너지기술연구원)
- 10:40 (10') Coffee Break

좌장: 양 원 박사 (한국생산기술연구원)

- 10:50 (25') **(CT-13) 신기후체제의 도래 및 이산화탄소 전환기술 개발 동향**
 최지나 (한국화학연구원)
- 11:15 (25') **(CT-14) CO₂ 원천분리를 위한 케미컬루핑 연소기술 개발**
 류호정 (한국에너지기술연구원)
- 11:40 (25') **(CT-15) 국내외 CO₂ 포집 실증 기술개발 현황**
 심재구 (한전전력연구원)

특별세션 희소금속 청정기술

- 일시 2016년 3월 24일(목), 9:30 ~ 12:00
- 장소 그라벨호텔제주 홀B2
- Organizer 김택수 박사 (한국생산기술연구원)
- 프로그램

좌장: 한재길 (인천테크노파크)

9:30 (20') **(CT-16) 유로퓸이 첨가된 양자점의 이원 발광 특성**
Keynote 김범성, 박지영, 정다운, 최원정, 김택수, 좌용호¹ (한국생산기술연구원, ¹한양대학교)

9:50 (20') **(CT-17) 화학기상반응을 이용한 일메나이트로부터 TiO₂ 제조 기술 개발**
이찬기, 박경수, 윤진호, 박재량 (고등기술연구원)

10:10 (20') **(CT-18) 한국에서의 Pb 사용과 재생연**
김정곤, 양수원 (인천대학교)

10:30 (20') **(CT-19) 연소합성법을 활용한 청정 고속 티타늄 분말 제조기술**
박경태, 최상훈, 서석준, Basit Ali, 김소연, 심재진, 이상현 (한국생산기술연구원)

10:50 (10') Coffee Break

좌장: 박경태 (한국생산기술연구원)

11:00 (20') **(CT-20) 저응점 희소금속 고순도화 기술 및 glow discharge mass spectrometry를 활용한 분석 기술 개발**
윤재식, 양재열, 류홍열 (한국기초과학지원연구원)

11:20 (20') **(CT-21) 공기청정기용 Li-TiO₂ 복합분말 합성과 광촉매 활성평가**
한재길, 강인철 (인천테크노파크)

11:40 (20') **(CT-22) 용액공정 기반 In-Free 금속 산화물 반도체 박막 트랜지스터 개발**
서석준, 허성규, 박경태, 임경묵, 김범성, 김택수 (한국생산기술연구원)

특별세션
IEA-AMF/바이오연료포럼 공동 심포지엄

- 일시 2016년 3월 24일(목), 13:30 ~ 17:00
- 장소 그라벨호텔제주 홀A
- Organizer 김재곤 박사 (한국석유관리원)
- 프로그램

좌장: 김재곤 박사 (한국석유관리원)

- 13:30 (20') **(CT-23) 한국형 GREET 모델 구축결과 및 정책화 전략**
이춘범, 원장혁, 오광철 (자동차부품연구원)
- 13:50 (20') **(CT-24) 국내 바이오연료의 전과정평가 방법**
방유영, 손권빈, 임성린 (강원대학교)
- 14:10 (20') **(CT-25) 국내 수송용 연료의 전과정 평가**
장재준, 최원재, 유은지, 설은수, 김명수, 송한호 (서울대학교)
- 14:30 (20') **(CT-26) 바이오연료 사용에 관한 온실가스 감축 산정방법론 개선 방안 연구**
유정령 (에코네트워크(주))
- 14:50 (20') **(CT-27) 전과정평가기법을 이용한 농산물 잔류물 기반 바이오연료 개발의 경제성과 환경성 평가**
서교 (서울대학교)
- 15:10 (10') Coffee Break

좌장: 이춘범 박사 (자동차부품연구원)

- 15:20 (20') **(CT-28) Development status and prospectives on biofuels sustainability criteria**
김재곤, 박천규, 하종한 (한국석유관리원)
- 15:40 (20') **(CT-29) IEA 관점에서 본 바이오연료 기술 개발 이슈 및 전망**
이진석 (한국에너지기술연구원)
- 16:00 (20') **(CT-30) 그린카 기술 및 R&D 정책 현황**
손영욱 (한국산업기술평가관리원)
- 16:20 (20') **(CT-31) 파리협정 이후의 국내외 온실가스 감축방향 및 전망**
이상엽 (한국환경정책평가연구원)
- 16:40 (20') **(CT-32) 온실가스 감축 대응 바이오연료 개발 및 정책화 방안**
상병인 (한국에너지기술평가원/한양대학교)

좌장: 송한호 교수 (서울대학교)

- 17:00 (20') 종합토론

특별세션
바이오/폐기물 청정 에너지화 기술
 (산학연 협력 심포지엄)

- 일시 2016년 3월 24일(목), 13:30 ~ 16:40
- 장소 그라벨 호텔 제주 홀B1
- Organizer 김수현 박사 (고등기술연구원)/김재곤 박사 (석유관리원)
- 프로그램

좌장: 구재희 박사 (고등기술연구원)

13:40 (30') **(CT-33) 국내외 폐기물관리 정책 동향**
 Keynote 오길종 (국립환경과학원)

14:10 (25') **(CT-34) 사업장 가연성 폐자원 고형연료화 시설 동향**
오종혁 (삼호환경기술)

14:35 (25') **(CT-35) 아민흡수법을 이용한 바이오가스 고질화 기술 및 적용사례**
성현재 (한솔이엠이)

15:00 (10') Coffee Break

좌장: 하정명 박사 (한국과학기술연구원)

15:10 (25') **(CT-36) SK케미칼의 바이오연료 생산기술 현황 및 전망**
조현준 (SK케미칼(주))

15:35 (25') **(CT-37) 창해에탄올의 바이오에탄올 생산기술 현황 및 전망**
정준성 (창해에탄올(주))

16:00 (25') **(CT-38) EFB 급속열분해를 통한 열분해 오일 생산 및 시장동향**
오창호 (대경에스코(주))

16:25 (15') 질의 및 정리

일반세션 청정융합

- 일시 2016년 3월 24일(목), 13:30 ~ 16:30
- 장소 그라벨호텔제주 홀B2
- Organizer 전병훈 교수 (한양대학교)
- 프로그램

좌장: Dr. Rahul Kumar (한양대학교)

13:30 (20') **(CT-39) Metal organic frameworks (MOFs) for the removal of emerging
Keynote contaminants in aquatic media**

Sarita Dhaka, Jeong-A Choi¹, Rahul Kumar, Byong-Hun Jeon (한양대학교, ¹POSTECH)

13:50 (15') **(CT-40) 사업장 유해화학물질 관리를 위한 화학물질관리시스템 개발**

김성훈, 박백수, 정엠마, 조서원, 이한웅, 이귀호 (한국생산기술연구원)

14:05 (15') **(CT-41) 플라티늄이 도포된 티타늄과 스테인리스스틸 전극을 이용한 국내 하수처리의
전기분해적 특성**

Umesh Ghimire, 오상은 (강원대학교)

14:20 (10') **(CT-42) 우리나라 주요 수출 품목 경쟁력 확보를 위한 국제환경규제 선제대응 기술
분석**

안재현, 배하나, 이한웅, 이귀호 (한국생산기술연구원)

14:30 (15') **(CT-43) 용융탄산염 보조전원유닛용 디젤 처리장치의 경제성분석과 최적화**

Agnesia Permatasari, 유준 (부경대학교)

14:45 (10') Coffee Break

좌장: Dr. Sarita Dhaka (한양대학교)

14:55 (15') **(CT-44) Oxidative transformation of organic substrates and scope of the method
for environmental application**

Rahul Kumar, Sarita Dhaka, Byong-Hun Jeon (한양대학교)

15:10 (15') **(CT-45) Development of customized power management system for high voltage
generation and energy efficiency of microbial fuel cell**

Young Eun Song, Byung-Hun Jeon¹, Jung Rae Kim (부산대학교, ¹한양대학교)

15:25 (15') **(CT-46) Long-term production of bioethanol in repeated-batch fermentation of
microalgal biomass using immobilized *Saccharomyces cerevisiae***

Marwa M. Eldalatony, Sung-Eun Chang, Byong-Hun Jeon (한양대학교)

- 15:40 (15') **(CT-47) 가스발생량 측정을 위한 미생물호흡측정장치**
강우창, 신범수, 오상은 (강원대학교)
- 15:55 (15') **(CT-48) Ciprofloxacin toxicity and its co-metabolic degradation by a freshwater microalgae *Chlamydomonas mexicana***
Jiuqiang Xiong, Minsun Lee, Byong-Hun Jeon (한양대학교)
- 16:10 (10') **(CT-49) Bioelectricity generation from glycerol by co-culture MFC using *Klebsiella pneumoniae* J2B and *Shewanella oneidensis* MR-1**
Changman Kim, Cho Rong Lee, Soo Jin Jeong, Ju Hyun Baek, Byong-Hun Jeon¹, Jung Rae Kim (부산대학교, ¹한양대학교)
- 16:20 (10') **(CT-50) 자가발열 고온 호기성 소화공정을 이용한 축산 분뇨의 처리특성**
의세영, 고성윤, 오상은 (강원대학교)

일반세션 오염저감

- 일시 2016년 3월 24일(목), 13:30 ~ 15:15
- 장소 그라벨호텔제주 홀C
- Organizer 조용준 교수 (신안산대학교)
- 프로그램

좌장: 조용준 교수 (신안산대학교)

- | | |
|-------------|---|
| 13:30 (20') | (CT-51) 생물학적 복합공법을 이용한 대규모 원위치 유류 토양오염 저감
Keynote <u>이태호</u> (한양대학교) |
| 13:50 (20') | (CT-52) 오일필터를 활용한 복합형 백연저감장치의 설치 및 효율검증
<u>오은석</u> , 이주경, 양연식 (안산녹색환경지원센터) |
| 14:10 (15') | (CT-53) Photocatalytic degradation of dyes using Ag/ZnFe₂O₄/rGO nanocomposites
학생
Amr Hussein Mady Hussein, <u>Marjorie Baynosa</u> , Jae-Jin Shim (영남대학교) |
| 14:25 (15') | (CT-54) 공기 다단연소 기술을 적용한 석탄 등급에 따른 질소산화물과 미연탄소분 배출 특성에 관한 연구
학생
<u>조홍민</u> , 김정우, 임호, 전충환 (부산대학교) |
| 14:40 (15') | (CT-55) 산소부화 환경에서 초청정석탄의 연소특성
학생
<u>박영범</u> , 김종필, 전충환 (부산대학교) |
| 14:55 (15') | (CT-56) 자살예방용 착화탄 제조 및 CO가스 저감효과 분석
학생
<u>김종호</u> , 김승희, 이준석, 전충환 (부산대학교) |

일반세션 청정신소재

- 일시 2016년 3월 24일(목), 15:15 ~ 17:00
- 장소 그라벨호텔제주 홀C
- Organizer 홍성제 박사 (전자부품연구원)
- 프로그램

좌장: 홍성제 박사 (전자부품연구원)

- | | |
|-------------------|--|
| 15:15 (20')
학생 | <p>(CT-57) 하이브리드 도핑된 SiC 페이스트로 제작한 strip형태 히터의 제조 및 발열 특성
 <u>김승현</u>, 한상진, 김용성 (서울과학기술대학교)</p> |
| 15:35 (20') | <p>(CT-58) 전도성 섬유를 이용한 직물형 저항변화 메모리
 조안재, 서영대, 고무석, 김채원, <u>이미정</u> (국민대학교)</p> |
| 15:55 (20') | <p>(CT-59) Enhanced hole extraction of organic solar cells by combining multiple hole transport materials
 윤상철, 김혜빈, <u>황인찬</u> (광운대학교)</p> |
| 16:15 (20') | <p>(CT-60) Ultra thin metal film-based transparent conducting electrodes for flexible solar cells
 <u>윤정흠</u>, 이성훈, 남옥희, 이건환 (재료연구소)</p> |
| 16:35 (20') | <p>(CT-61) 자동차엔진룸 언더커버의 유니소재화 적용 및 전과정평가
 <u>윤혜리</u>, 유미진, 배하나, 이한웅 (한국생산기술연구원)</p> |

포스터세션 I (1)

- 일시 2016년 3월 23일(수), 14:00 ~ 17:30
 ※오후 2시까지 포스터 게시, 오후 5시30분 이후 포스터 제거
- 장소 그라벨호텔제주 홀B
- Organizer 김주형 교수 (부경대학교)
- 프로그램 포스터 일반 (PA) 및 학생 (PB)

- PA-01** **알루미늄포스페이트계 제올라이트의 합성 및 수분 흡·탈착 특성 분석**
김상걸, 조강희¹, 이은경², 이영우, 김종남¹ (충남대학교, ¹한국에너지기술연구원, ²서강대학교)
- PA-02** **철강산업 부생가스를 이용한 수소 제조 공정을 위한 반응 조건의 최적화**
김우형, 김성중, 김준우, 고동준 (포항산업과학연구원)
- PA-03**
- PA-04** **The absorption breakthrough characteristics of hydrogen chloride gas mixture on potassium-based solid sorbent at high temperature and high pressure**
Jae-Young Kim, Young Cheol Park, Sung-Ho Jo, Ho-Jung Ryu, Jong-Ho Moon (Korea Institute of Energy Research)
- PA-05** **매체순환연소를 위한 산소전달입자의 고속유동층 전이유속에 미치는 압력의 영향**
김정환^{1,2}, 이동호¹, 류호정¹, 박영성² (¹한국에너지기술연구원, ²대전대학교)
- PA-06** **열중량 분석기에서 CH₄에 의한 산소전달입자들의 환원반응특성**
김하나, 이동호, 조성호, 류호정 (한국에너지기술연구원)
- PA-07** **흡착식 냉방시스템을 위한 금속-유기 구조체 기반의 수분흡착제 개발**
김현욱, 조강희, 문종호, 김종남 (한국에너지기술연구원)
- PA-08** **혼합아민수용액에서의 이산화탄소 흡수 평형 모형 개발**
문종호, 이종섭, 박영철, 민병무 (한국에너지기술연구원)
- PA-09** **입자를 이용한 미세조류 회수 및 스팀 가스화 연구**
전수지¹, 문지홍^{2,3}, 황정호³, 이은도^{2,4} (¹(사)한국선급, ²한국생산기술연구원, ³연세대학교, ⁴과학기술연합대학원대학교)

포스터세션 I (2)

- PA-10** 용매추출법을 이용한 히토류 폐수내의 금속별 추출 거동
박경수, 이지은, 임병용, 안낙균, Basudev Swain, 이찬기 (고등기술연구원)
- PA-11** 산업부산물을 이용한 알칼리 활성화 기술 적용 혼합방식 최적화에 관한 연구
박병현¹, 김해기¹, 이주열^{1,2}, 최진식^{1,2} (¹(주)에니텍, ²경희대학교)
- PA-12** 국내 석탄 표준 화력 연계 초임계 CO₂ 발전 사이클의 경제성 분석
박성호, 임동렬, 염충섭, 신중욱, 차재민, 이춘식 (고등기술연구원)
- PA-13** PEI-Silica 고체흡수제 흡수-재생 반응 특성 분석
박영철, 경대현, 김재영, 문종호, 김현욱, 조성호, 이승용, 이창근, Colin E. Snape¹
(한국에너지기술연구원, ¹University of Nottingham)
- PA-14** 카메라모듈 제조공정에서의 플렉스 제거용 세정제 개발
배수정, 이호열, 오규화 ((주)에이케이캡텍)
- PA-15** Characterization of ashless biomass produced by solvent extraction
Sukma Hidayat, Seongha Jeong, Donghyuk Chun, Jiho Yoo, Sangdo Kim,
Jeonghwan Lim, Youngjoon Rhim, Sihyun Lee, Hokyung Choi (Korea
Institute of Energy Research)
- PA-16** Biosynthesis of *cis,cis*-muconic acid using metabolic engineering in
Corynebacterium glutamicum
Woo-Shik Shin, Dohoon Lee, Eunjung Lee, Jaehoon Cho, Gie-Taek Chun¹,
Eung-Soo Kim², Sangjoung Lee³, Sangyong Kim (Korea Institute of Industrial
Technology, ¹Kangwon National University, ²Inha University, ³STR biotech
Co., Ltd.)
- PA-17** 디메틸카보네이트 합성을 위한 Ceria 제조 및 합성 반응
윤지인¹, 우제민^{1,2}, 문종호¹ (¹한국에너지기술연구원, ²대전대학교)
- PA-18** 자동차 외장부품 도장 대체용 TPU Film의 특성 및 가속수명시험 연구
윤정환, 박준영, 윤주호 (자동차부품연구원)
- PA-19** 고온-고압 조건에서 산소전달입자의 환원반응 특성
윤주영, 이동호, 진경태, 류호정 (한국에너지기술연구원)
- PA-20** 탄소 배출이 없는 전기화학적 암모니아 합성 기술 개발
윤형철, 김종남, 유충열, 한상섭 (한국에너지기술연구원)

포스터세션 I (3)

- PA-21** **모노함량이 높은 alkyl phosphate ester의 합성에 관한 연구**
이동기, 지흥진¹, 배재흠² (한국화학융합시험연구원, ¹SJ Chem, ²넥스코아)
- PA-22** **석탄가스화 합성가스의 탈황공정에서 SO₂ 발생하는 이유:**
1. 탈황반응기와 재생반응기 사이의 가스 누설 영향에 대한 확인
이동호^{1,2}, 선도원¹, 배달희¹, 류호정¹, 박승빈² (¹한국에너지기술연구원, ²한국과학기술원)
- PA-23** **Reaction enhanced RCS를 통한 고효율 PFCs 처리기술에 관한 연구**
이신근, 임한권¹, 정호영², 최상현³, 한재윤, 김창현, 나채진 (한국에너지기술연구원, 대구가톨릭대학교¹, 전남대학교², (주)에코프로³)
- PA-24** **가축분뇨에서 질소회수 및 질소화합물 제조를 통한 자원회수 기술연구**
이은실, 양승규, 김호 (고등기술연구원)
- PA-25**
- PA-26** **연속식 가열로의 내부 온도분포 예측**
임동렬, 이춘식, 김수현, 신중욱 (고등기술연구원)
- PA-27** **Process simulation and economic analysis of reactor systems for perfluorinated compounds (PFCS) abatement**
 Boreum Lee, Sunggeun Lee, Ho Young Jung¹, Shin-Kun Ryi², Hankwon Lim
 (Catholic University of Daegu, ¹Chonnam National University, ²Korea Institute of Energy Research)
- PA-28** **고체순환 모사 장치를 이용한 매체순환연소를 위한 산소전달입자의 반응특성 해석**
장명수, 이동호, 이승용, 류호정 (한국에너지기술연구원)
- PA-29** **1 m³/min 배가스 내 NO 처리를 위한 건식산화제 제조 촉매공정에 대한 운전특성**
장정희, 한기보 (고등기술연구원)
- PA-30** **Sherwood biomass의 습식 반탄화 특성 연구**
정성하, 김상도, 최호경, 이시훈, 유지호, 전동혁, 임영준, 임정환, 이종배
 (한국에너지기술연구원)
- PA-31** **악취 저감시설 유지관리를 위한 악취센서의 활용**
정의석, 손찬웅, 김진완, 임문혁, 신철호¹ ((주)엔버스, ¹(재)서해환경과학연구소)

포스터세션 I (4)

- PA-32** 산성가스 제거용 고기능성 침착활성탄 개발 및 성능 평가
김도훈, 김상웅, 이창익, 안희아, 김대훈, 고정욱, 정희석 ((주)리드제넥스)
- PA-33** 반도체 공정에서 사용되는 금속 부식방지제 개발
최규용, 이호열, 오규화 (에이케이캠텍(주))
- PA-34** **Construction of *Corynebacterium* cell factory for muconic acid biosynthesis via metabolic pathway reconstitution**
Sisun Choi, Sun ok Park¹, Sang jounng Lee¹, Gie-Taek Chun², Sang yong Kim³, Eung-Soo Kim (Inha University, ¹STR Biotech Co., Ltd., ²Kangwon National University, ³Korea Insititue of Industrial Technology)
- PA-35** 에너지화 통합공정을 위한 생다시마의 파일럿 규모 전처리 연구
최재형, 우승한¹, 박용범, 이성찬, 우희철 (부경대학교, ¹한밭대학교)
- PA-36** 활성탄 흡착탑 효율개선 및 폐자원 에너지화 방안 (활성탄 공동재생)
최재호, 박희재, 정구희, 최여진, 임문순, 길인섭 (시흥녹색환경지원센터)
- PA-37** 플라즈마 토치형상 변경에 따른 폭발성 및 DCS (dichlorosilane) 가스제거 효율향상
최희영, 홍범의, 최창식 (고등기술연구원)
- PA-38** 함침법과 가열 단일층 분산법에 의해 제조된 염화구리/알루미나 흡착제의 CO 및 CO₂ 흡착평형
한상섭, 정태성, 조강희, 범희태, 김정수, 김종남, 배운상¹ (한국에너지기술연구원, ¹연세대학교)
- PA-39** 산업부산물의 건설자재 활용을 위한 액상축진탄산화 반응에서 반응 탈리액의 재이용 연구
홍범의, 최창식, 정철진, 이민구¹, 박진원¹ (고등기술연구원, ¹연세대학교)
- PB-01** PVC-Free 열응착 수지 특성연구
김동욱, 한세미, 이영관¹, 김유철², 이용진², 이기용², 김백진 (한국생산기술연구원, ¹성균관대학교, ²유니코정밀화학)
- PB-02**
- PB-03** 종이기반 다공성 금을 이용한 비소(III) 검출
김지은, 염창주, 김영훈 (광운대학교)
- PB-04** 용액기반 인듐-주석 산화물 (ITO) 나노입자 완충층을 이용하여 제작한 IGZO TFTs의 특성과 접촉 저항에 대한 연구
김채원^{1,2}, 김영훈³ 이미정², 홍성제¹ (¹전자부품연구원, ²국민대학교, ³성균관대학교)

포스터세션 I (5)

- PB-05** Toluene의 수증기 개질 반응에서 희토류 금속(Ce, Nd, Sm, Gd)의 조촉매 효과
박서윤, 오건웅¹, 이재구², 라호원², 서명원², 문태영², 윤상준^{1,2} (충북대학교,
¹과학기술연합대학원대학교, ²한국에너지기술연구원)
- PB-06** In³⁺-doped SnS₂를 이용한 초기 흡착량이 6가 크롬 환원에 미치는 영향
박성묵, 김영훈 (광운대학교)
- PB-07** Synthesis of bio-based plasticizers in replacement for conventional phthalate esters
TanPhat Nguyen^{1,2}, Anh H. T. Vo^{1,2}, Nhan T. T. Huynh^{1,2}, Bora Kim², Seok Kyu Park², Hongsik Lee², JinKu Cho^{1,2} (¹Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²University of Science and Technology (UST))
- PB-08**
- PB-09** UV 경화 잉크를 이용한 투명전극 층의 내산 특성 향상
송수민, 홍성제, 황용진¹, 장승일¹ (전자부품연구원, ¹(주)엠엠테크)
- PB-10** VRFB용 탄화수소계 고분자 복합막의 제조 및 그 평가
신동석, 임민화, 박미정, 정호영 (전남대학교)
- PB-11** 고점도 지하수대역 설치에 따른 NAPL 제거공정의 효율 증대 연구
안다영, 최재경, 김헌기 (한림대학교)
- PB-12** IEA-CFBC 모델을 이용한 Oxy-fuel CFB 수치해석
양창원^{1,2,3}, 정수화^{1,3}, 이은도^{1,2,3}, 문태영³, 방병열^{1,3} (¹한국생산기술연구원,
²과학기술연합대학원대학교, ³한국에너지기술연구원)
- PB-13** 폴리아닐린을 이용한 다공성 금 전극 제조
염창주, 김지은, 김영훈 (광운대학교)
- PB-14** 산화탈황을 위한 헤테로폴리산과 금속산화물 담지 촉매의 제조 및 스크리닝 평가
오현우, 이성찬, 허광선¹, 우희철 (부경대학교, ¹경남정보대학교)
- PB-15** DMC 합성반응 시 촉매제조 중 함침법의 영향
우제민^{1,2}, 유지인¹, 문종호¹, 박영성² (¹한국에너지기술연구원, ²대전대학교)
- PB-16** 산처리된 알지네이트로부터 휘발성 유기산 생성 연구
이성찬, 김혜경, 권현주, 우희철 (부경대학교)

포스터세션 I (6)

- PB-17** 팔라듐 입자를 포함한 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-Pd-SiO}_2$ 입자의 합성과 촉매 활성
이혜진, 김영훈 (광운대학교)
- PB-18** HF 제거용 고흡착용을 위한 CaO/SiO_2 제조 및 성능평가
임민화, 신동석, 박미정, 정호영 (전남대학교)
- PB-19** 이산화탄소 활성화 방법들에 따른 참나무 활성탄 특성에 관한 연구
정재용, 이은도¹, 장원석², 정수화¹ (과학기술연합대학원대학교, ¹한국생산기술연구원, ²한국지역난방공사)
- PB-20** 친환경 고에너지 이온성 액체 분해용 촉매 연구
홍성훈, 허수정, 서성경, 조영민¹, 전종기 (공주대학교, ¹경희대학교)
- PB-21** 폐 LCD TV 해체·분리 시스템 구축에 관한 연구
김미소, 김예린, 상현정, 김용, 박헌수, 홍현선 (성신여자대학교)

포스터세션 II (1)

<ul style="list-style-type: none"> ■ 일시 ■ 장소 ■ Organizer ■ 프로그램 	<p>2016년 3월 24일(목), 9:30 ~ 12:00 ※오전 9시 30분까지 포스터 게시, 오후 12시 이후 포스터 제거</p> <p>그라벨호텔제주 홀B 복도</p> <p>김주형 교수 (부경대학교)</p> <p>포스터 일반 (PC) 및 학생 (PD)</p>
<p>PC-01</p>	<p>해수담수화 농축수를 이용한 AA 공법 적용 경화체 제조에 관한 연구 <u>박병현</u>¹, 김해기¹, 이주열^{1,2}, 최진식^{1,2} (1(주)애니텍, 2경희대학교)</p>
<p>PC-02</p>	<p>경주 지역 산업단지 내 자원순환네트워크 구축을 위한 잉여 에너지 활용방안 연구 서재건, 정인경, 고근환¹, 윤석재¹, 박상민¹ (한국산업단지공단, 1(사)에너지절약전문기업협회)</p>
<p>PC-03</p>	<p>질산암모늄 폐기물의 액상비료 제조 기술 개발 <u>서재건</u>, 정인경, 서태권¹, 김인¹ (한국산업단지공단, 1(주)성은)</p>
<p>PC-04</p>	<p>포항·경주 산업단지에서 발생하는 금속가공폐유의 재활용 네트워크 구축 <u>정인경</u>, 서재건, 진길근¹, 이동근¹ (한국산업단지공단, 1(주)동양에코)</p>
<p>PC-05</p>	<p>재생규사를 이용한 RCS (resin coated sand) 제조 기술 개발 정인경, 서재건, 신우승¹, 이재원¹ (한국산업단지공단, 1대화산업)</p>
<p>PC-06</p>	<p>음식물쓰레기 발효소멸 장치의 효율 향상을 위한 실시간 모니터링 및 제어 방법연구 <u>장은석</u>, 이은실, 김석희, 김호 (고등기술연구원)</p>
<p>PC-07</p>	<p>Mn계 불균일계 촉매에 대한 형상 및 열적 안정성 개선을 위한 결합제 및 기질/지지체 조성 최적화 <u>장정희</u>, 한기보 (고등기술연구원)</p>
<p>PC-08</p>	<p>실내 공기질 개선을 위한 환기시스템에서 효율적 산소공급을 위한 PSA 공정의 적용 <u>장정희</u>, 최창식, 한기보 (고등기술연구원)</p>
<p>PC-09</p>	<p>인도네시아산 역청으로부터 발전-리파이너리 오일 생산을 위한 열분해 특성 및 오일 성상 조사 <u>장정희</u>, 한기보 (고등기술연구원)</p>

포스터세션 II (2)

- PC-10** **Thermogravimetric characteristics and pyrolysis kinetics of water-washed *Saccharina japonica***
Jae Hyung Choi^{1,2}, Hee Chul Woo¹, Jinsoo Kim³ and Seung-Soo Kim²
 (¹Pukyong National University, ²Kangwon National University, ³Kyung Hee University)
- PC-11** **유증기 처리용 습식 집진 배가스 내 복합약취 저감을 위한 망간산화물 촉매 개발**
서민혜, 이민석, 이수영, 조성수, 엄성현 (고등기술연구원)
- PC-12** **폐목재 및 하수슬러지를 이용한 혼합 페바이오매스의 torrefaction 특성**
구재희, 임용택, 박수남, 남성방, 김동주, 민재홍, 김윤명¹, 박길주¹, 남상익¹
 (고등기술연구원, ¹(주)씨이에스)
- PD-01** **갈조류 급속 열분해 공정 모델링 및 시뮬레이션 : 바이오 오일 모델링**
Boris Brigljevic, 유준 (부경대학교)
- PD-02** **Production of either 2,5-furandicarboxylic acid or 2,5-diformylfuran from switchable base-free oxidation of 5-hydroxymethylfurfural**
Dinesh Kumar Mishra¹, Tram Huynh Nguyen^{1,2}, Kim Sang Yong¹, Yong Jin Kim^{1,2} (¹Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²University of Science and Technology (UST))
- PD-03** **Extraction and characterization of oil from atlantic salmon (*Salmo salar*) by-products using supercritical carbon dioxide**
Monjurul Haq, Yeon-jin Cho and Byung-soo Chun (Pukyong National University)
- PD-04** **Synthesis of 5-acetoxymethyl-2-furaldehyde (AMF) from D-fructose**
Nhan T. T. Huynh^{1,2}, Anh T. H. Vo^{1,2}, Tan Phat Nguyen^{1,2}, Bora Kim¹, Seok-kyu Park¹, HongShik Lee¹, Jinku Cho^{1,2} (¹Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²University of Science and Technology (UST))
- PD-05** **Pressurized solvent extraction of fuocidan from brown seaweed**
Saravana P.S., Hee-Chul Woo and Byung-soo Chun (Pukyong National University)
- PD-06** **Hydrolysis of alginate into uronic acids over glucose-derived sulfonated carbon catalyst**
Chunghyeon Ban, Wonjin Jeon, Hee Chul Woo¹, Do Heui Kim (Seoul National University, ¹Pukyong National University)
- PD-07** **이차전지용 고분자 전해질 막의 내화학적 특성에 관한 연구**
임민화, 신동석, 박미정, 정호영 (전남대학교)

포스터세션 II (3)

- PD-08 Ruthenium-catalyzed formate synthesis by CO₂ hydrogenation**
 Thanh Tung Nguyen^{1,2}, Anh Vy Tran^{1,2}, Sang Yong Kim^{1,2}, Yong Jin Kim^{1,2}
 (¹Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²University of Science and Technology (UST))
- PD-09 불균일계 zinc 촉매를 사용한 methyl-N-phenylcarbamate의 합성**
 김민수^{1,2}, 이해진^{1,2}, 안병성^{1,2}, 이현주^{1,2} (¹과학기술연합대학원대학교, ²한국과학기술연구원)
- PD-10 Transformation an acetone-butanol-ethanol(ABE) mixture to biogasoline by using one-pot alkylation and hydrodeoxygenation**
 Seungmi Yeo, Huyen Thanh Vo, Hyunjoo Lee, Sangdeuk Lee (Korea Institute of Science and Technology)
- PD-11 Synthesis of deicer from dolomite and bio-oil from the pyrolysis of corncob**
 Seung-Jin Oh, Gyung-Goo Choi, Won-Seok Chang¹, Joo-Sik Kim (University of Seoul, ¹Korea District Heating Corporation (KDHC))
- PD-12 Li₂O/LiCl 용융염에서 Nd₂O₃-NiO 혼합산화물로부터 전해환원을 이용한 전기화학적 금속회수 연구**
 이민우, 김은미, 정상문 (충북대학교)
- PD-13 Dehydrofluorination of 1,1,1,2,3-pentafluoropropane (HFC-245eb) to eco-friendly refrigerant 2,3,3,3-tetrafluoropropene (HFO-1234yf) using a chromium oxyfluoride catalyst**
 Seo Yeon Lim^{1,2}, Kwang Ho Song², Hong Gon Kim^{1,2,3}, Byoung Sung Ahn¹, Jeong Myeong Ha^{1,2,3} (¹Korea Institute of Science and Technology, ²Korea University, ³Korea University of Science and Technology)
- PD-14 Successful recovery and upgrading of prussian blue from petroleum oil-based sludges in a BTX absorption process**
 Il Hum Cho, Joung Ho Park, Moon Hyeon Kim (Daegu University)
- PD-15 Production of low sulfur containing pyrolysis oil from scrap tires using a newly developed two stage pyrolysis process**
 최경구, 오승진, 최영곤, 김주식 (서울시립대학교)
- PD-16 Steam/oxygen gasification of dried sewage sludge in a two-stage gasifier: effect ash of the activated carbon**
 Yong-Kon Choi, Ji-Ho Ko, Gyung-Goo Choi, Joo-Sik Kim (University of Seoul)
- PD-17 중소기업의 생산성 및 환경-안전 융합 컨설팅 플랫폼 개발**
 가정희, 정수현, 채인석, 성지연, 김재연, 이다은¹, 김익¹ (호서대학교, ¹(주)스마트에코)

포스터세션 II (4)

- PD-18** **포토레지스트 박리에 대한 박리액 유동의 영향**
심재명, 김준현, 주기태, 김용성 (서울과학기술대학교)
- PD-19** **포토레지스터 박리공정에 대한 친환경적인 딥핑 방법에 대한 고찰**
이준현, 김준현, 주기태, 김용성 (서울과학기술대학교)
- PD-20** **재활용 SiC 입자에 흑연 및 그래핀의 첨가에 따른 박막히터의 발열 특성 연구**
한상진, 김승현, 김용성 (서울과학기술대학교)

일반세션
바이오연료 및 소재

3월 24일(목) 09:10~12:00

그라벨호텔제주 홀A

CT-01 바이오연료 및 소재

해조류 혐기성 소화와 메탄 전환경로를 통한 지속가능한 전기생산

유준*
부경대학교 화학공학과

Sustainable electricity production from brown algae through anaerobic digestion and methane pathway

Jay Liu*
Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

This paper assesses the economics of the anaerobic digestion (AD) of brown algae *Laminaria japonica* for methane production, wherein the methane is subsequently used as fuel for steam and electricity production. This process was rigorously simulated in Aspen Plus v.8.6 at a plant scale of 400,000 tons/year of dry brown algae. The material and energy balance was used as a basis for energy assessments and the development of a techno-economic model. The breakeven electricity selling price (BESP) was found to be 18.81 ¢/kWh assuming 30 years of plant life and a 10% internal rate of return. The results show that the AD unit has the highest energy demand in the entire process and consumes approximately 14% of all electricity produced. In addition, the seaweed cost has the largest cost highest contribution of 11.95 ¢/kWh to the calculated BESP, which means that a reduction in the cost of seaweed cultivation can significantly decrease the electricity production cost, thereby confirming the importance of enhancing the mass cultivation of seaweed. A sensitivity analysis was also performed on the economic and process parameters in order to assess the impact of possible variations in these parameters, and to foresee possible uncertainties in the process.

CT-02 바이오연료 및 소재

Catalytic depolymerization of lignin to small-molecule aromatic hydrocarbons by hydrogenolysis

Min-sun Kim^{1,2}, Jeong-Myeong Ha^{1,3*}, Jae-Wook Choi¹, Dong-Jin Suh^{1,3}

¹Clean Energy Research Center, Korea Institute of Science and Technology, Seoul 02792, Republic of Korea

²Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea

³Department of Clean Energy and Chemical Engineering, Korea University of Science and Technology, Daejeon 34113, Republic of Korea

Lignin composes 15-30% by weight and 40% by energy of the lignocellulosic biomass and it is the only sustainable natural resource composed of aromatic units. However, lignin is currently used as a low-value fuel for the combustion to supply the heat in the pulp industries. Because of this unique structure, lignin is regarded as a potential renewable resource for producing both aromatic fuels and chemicals. Therefore, it is necessary to develop efficient route to convert lignin into aromatic monomer compounds. The depolymerization of lignin using supported Ru catalysts was performed to produce lignin fragments. The aromatic small-molecule hydrocarbon products were identified and quantified using GC/MS and GC-FID, which demonstrated that upto 32.01% of aromatic monomers were obtained on the supported Ru catalyst. The amount of small-molecule hydrocarbons was dependent on the amount of solid lignin residue indicating that the more active depolymerization process produced the more hydrocarbon fuels. The polymerization activity was assessed by weighing the polymeric products of lignin residue and observing their GPC results, which helped understand the catalytic depolymerization behavior. The polymeric lignin residue was further observed with ¹H, ¹³C, ³¹P-NMR and ¹H-¹³C correlation HSQC-NMR.

CT-03 바이오연료 및 소재

팜 부산물의 급속 열분해 공정을 이용한 페놀이 풍부한 바이오 오일의 생산: 활성탄의 영향

정재용, 양창원, 김범중¹, 문지홍¹, 이은도¹, 장원석², 정수화^{1*}
과학기술연합대학원대학교, ¹한국생산기술연구원, ²한국지역난방공사

열분해를 통해 생산된 바이오 오일은 다양한 화학물질을 포함하고 있다. 팜 부산물은 다른 바이오매스에 비해 리그닌의 수율이 높다. 리그닌은 페닐프로판 구조로 이루어져 있어 열분해를 통해 생산된 바이오 오일은 페놀의 수율이 높다. 따라서 본 연구에서는 팜부산물을 급속 열분해하여 페놀과 페놀류가 많이 포함되어 있는 바이오 오일을 생산하기 위한 연구를 수행하였다. 실험은 bench-scale 유동층 반응기를 이용하였으며 반응 온도는 500-600°C에서 진행하였으며 바이오 오일 내의 페놀 및 페놀류의 수율을 높이기 위해 촉매제로 석탄계 활성탄을 사용하였다. 촉매로 사용된 석탄계 활성탄의 비표면적은 약 1,100m²/g이며 다양한 비율로 팜 부산물과 섞어서 투입하였다. 생성된 바이오 오일은 수분이 많은 aqueous phase와 수분이 적은 viscous phase로 나뉘었으며 GC-MS를 통해 바이오 오일을 구성하고 있는 주요 화학물질들을 확인하였다. 바이오 오일 내의 페놀은 HPLC로 정량 분석하였다. 2개의 상으로 나뉜 바이오 오일 중 페놀의 수율은 viscous phase에서 높게 나왔다. 반응온도 약 600°C에서 팜 부산물과 활성탄의 비율을 1:0.5로 하였을 때 생산된 바이오 오일 중 viscous phase에서 약 19 wt.%로 페놀의 함량이 가장 높은 것을 확인하였다.

감사

본 연구는 한국지역난방공사의 에너지 연구개발 과제인 “바이오매스 이용 열분해 바이오오일 생산 최적화 기술개발 및 활용방안 연구”(과제번호 : 1003542015S015)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사의 뜻을 전합니다.

CT-04 바이오연료 및 소재

프룩토스로부터 2,5-디메틸퓨란 제조를 위한 청정 통합 공정 개발

Pravin P. Upare¹, 황동원^{1,2*}, 황영규^{1,2}, 이우황^{1,2}, 홍도영^{1,2}, 장종산¹

¹한국화학연구원, 그린탄소전환촉매연구그룹, ²과학기술연합대학원대학교, 청정화학 및 생물학과

A green, integrated process for the production of 2,5-dimethylfuran from fructose

Pravin P. Upare¹, Dong Won Hwang*^{1,2}, Young Kyu Hwang^{1,2}, U-Hwang Lee^{1,2}, Do-Young Hong^{1,2}, Jong-San Chang¹

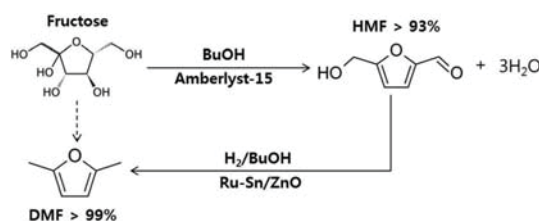
¹Green Carbon Catalysis Research Group, Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT),

²Department of Green Chemistry & Biotechnology, University of Science and Technology (UST)

Renewable biofuels have recently attracted much interest due to the depletion of non-renewable fossil fuels.¹ Among the various renewable biofuels, 2,5-dimethylfuran(DMF) is particularly promising because its properties compare favorably to those of gasoline, including its boiling point, high energy density, high research octane number, and immiscibility with water.² DMF is generally produced by the dehydration of fructose to form 5-hydroxymethylfurfural(HMF) and the subsequent conversion of HMF by hydrogenolysis of the two outlying C-O bonds.³

Unfortunately, a cost-effective method for selectively producing HMF from fructose in high yields is not straightforward, although there are some start-up companies that produce HMF on an industrial scale. Aqueous reactions tend not to proceed well due to the rehydration of HMF to form levulinic acid and formic acid, as well as the condensation of HMF and/or fructose to form insoluble humin polymers.⁴ Research has therefore focused on the use of organic solvents such as dimethylsulfoxide(DMSO) and ionic liquids;⁵ however, these solvents are not easily separable from the desired HMF product, thereby complicating product recovery.

Herein, we propose a green, integrated process for the high-yield production of DMF from fructose, which is based on a two-step heterogeneous catalysis. In this process, fructose is first dehydrated to HMF over Amberlyst-15 in BuOH, which is a sustainable solvent that can be produced from a variety of waste biomass sources.⁶ The HMF in the resulting mixture is then converted to DMF by vapor-phase hydrogenolysis over Ru-Sn/ZnO.



참고문헌

1. G. W. Huber, S. Iborra and A. Corma, *Chem. Rev.* 2006, 106, 4044.
2. T. Thananattathanachon and T. B. Rauchfuss, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2010, 49, 6616.
3. Y. Roma'n-Leshkov, C. J. Barrett, Z. Y. Liu and J. A. Dumesic, *Nature* 2007, 447, 982.
4. H. E. Van Dam, A. P. G. Kieboom and H. Van Bekkum, *Starch*, 1986, 38, 95.
5. A. A. Rosatell, S. P. Simeonov, R. F. M. Frade and C. A. M. Afonso, *Green Chem.*, 2011, 13, 754.
6. P. P. Upare, D. W. Hwang, Y. K. Hwang, U-H. Lee, D.-Y. Hong, and J.-S. Chang, *Green Chem.*, 2015, 17, 3310.

CT-05 바이오연료 및 소재

섬유질계 바이오매스유래 리그닌 특성 및 산업동향

차영록*, 문윤호, 서선일, 유경단, 이지은, 안기홍, 송연상, 이경보
농촌진흥청 국립식량과학원 바이오에너지작물연구소

Characteristics of lignin derived from lignocellulosic biomass and industrial aspects

Young-Lok Cha*, Youn-Ho Moon, Sun-il Seo, Gyeong-Dan Yu, Ji-Eun Lee, Gi Hong An, Yeon-Sang Song and Kyeong-Bo Lee

Bioenergy Crop Research Institute, National Institute of Crop Science, RDA, Jeonnam Korea

정부는 국제사회의 기후변화대응노력에 발맞추어 2015년 파리협정에서 2030년까지 온실가스를 배출전망치 대비 37% 감축하기로 결정하였다. 현재 우리나라에서는 효과적인 온실가스 감축과 화석연료 기반 산업과의 시장 경쟁력 격차해소를 위해 국가차원의 기술개발 연구가 진행 중이다. 특히 신재생에너지 공급비중을 2030년까지 국가 전체 에너지 공급의 11%로 확대할 계획이며, 이중 바이오에너지 분야가 약 31.4%에 해당된다. 바이오에너지의 주요 원료인 바이오매스의 구성 성분 중 리그닌은 약 30%로서 매우 많은 양이며, 이를 효율적으로 이용하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 리그닌은 폴리페놀화합물로서 매우 복잡한 구조를 가지고 있지만 효율적인 추출 및 정제기술을 개발하면 다양한 산업소재로 활용이 가능한 잠재력을 가지고 있다. 섬유질계 바이오매스 기반의 바이오연료 생산시 부가적으로 발생하는 리그닌의 회수 및 활용에 관한 특허동향 및 산업동향을 분석한 결과, 2005년 이후 바이오화학제품개발 및 리그닌 회수관련 특허출원이 급격히 증가하는 추세였으며, 산업적으로 리그닌술포산염이 2008년 기준 130만톤이 생산되고 있으며 분산제 및 바인더용으로 활용되고 있었다. 바이오매스 활용제고를 위해 본 연구에서는 파일럿규모(바이오매스 처리량 100~120kg/day)의 바이오에탄올 생산 공정에서 발생하는 알칼리 흑액으로부터 리그닌을 추출하였다. 흑액 발생량은 0.9~1.0ton/day 규모이었으며 리그닌 함유량은 15~20kg 이었다.

참고문헌

1. Payam, M., and William, O. S. D., "Chemical and thermal properties of fractionated bagasse soda lignin", *Ind. Crops and Products*, **31**(1), 52-58 (2010).
2. William, O. S. D., Payam, M., and Christopher, M. F., " Value-adding to cellulosic bioethanol : Lignin polymers", *Ind. Crops and Products*, **33**(1), 259-276 (2011).
3. Catana, F., Cacalaglio, G., Nicolini, A., Gelsia, M., Coccia, V., Petrazzi, A., and Brinchi, L., "Lignin as co-product of second generation bioethanol production from ligno-cellulosic biomass", *Energy Producia*, **45**, 52-60, (2014).

CT-06 바이오연료 및 소재

기포 유동층 반응기 내에서의 왕겨의 유동, 혼합 및 가스화 특성

김보화^{1,2}, 국진우¹, 라호원¹, 윤상준¹, 문태영¹, 김용구¹, 김재호¹, 이재구¹, 이영우^{2,*}, 서명원^{1,*}
¹한국에너지기술연구원 기후변화연구본부, ²충남대학교 에너지과학기술대학원

Fluidization, Mixing, Gasification Characteristics of Rice Husk in a Bubbling Fluidized Bed Reactor

Bo Hwa Kim^{1,2}, Myung Won Seo^{1,*}, Jin Woo Kook¹, Ho Won Ra¹, Sang Joon Yoon¹, Tae Young Mun¹,
Yong Ku Kim¹, Jae Ho Kim¹, Jae Goo Lee¹, Young Woo Rhee²

¹Clean Fuel Laboratory, Korea Institute of Energy Research,

²Graduate School of Energy Science and Technology, Chungnam National University

우리나라의 벼 연간 수확량은 550만 톤에 이른다. 지역에 따라 다르지만 벼의 무게비로 10-20%가 부산물인 왕겨로 발생한다. 왕겨를 에너지화 하는 방법에는 여러 가지 방법이 있는데 열화학적 전환 방법으로는 열분해, 가스화, 연소 등이 있다. 이중, 가스화는 합성가스를 얻고 다양한 화합물을 생산하기 위한 단계로 각광을 받고 있다. 다양한 가스화기 중 기포유동층 가스화 반응기는 연료 선택 유연성의 장점이 있으며 고체와 기체의 접촉을 향상시키고 효과적인 열전달과 향상된 고체혼합과 물질을 전달하는 특성이 있다.

왕겨의 가스화 및 타르제거 특성을 알아보기에 앞서 먼저 최적 조업조건을 결정하기 위해 유동/혼합 실험을 진행하였다. Lab-scale 기포유동층 반응기(D=0.1m, H=1.5m)에서 왕겨/유동사(모래)를 5:95, 10:90, 20:80, 30:70의 부피비, 유속 범위 (0 - 0.63m/s)조건으로 진행하였으며 왕겨 회재는 왕겨를 기준으로 부피비 6%로 결정하였다. 부피비의 증가에 따라 최소유동화속도는 증가하였지만 30%일 때는 분리현상이 나타나 최소유동화속도가 측정 되지 않았다. 각 조건 별로 mixing index값을 도출한 결과 왕겨/유동사의 혼합은 0.8-1, 왕겨/유동사/왕겨 회재의 혼합은 0.9-1 사이임을 확인하였다.

앞선 왕겨/유동사/왕겨회재의 혼합 특성 및 최적조건 도출을 바탕으로 5kg/h 급 lab-scale 기포유동층 반응기(D=0.067m, H=1.55m)에서 온도 (600-900°C)와 당량비 (ER, 0.15-0.3), 그리고 왕겨의 가스화 특성에 촉매의 첨가에 따른 실험을 진행하였다. 반응 온도와 ER의 증가는 CO, CO₂ 농도, 타르 함량등을 감소시켰다. 온도의 증가에 따라 CH₄와 H₂ 농도는 소폭 상승하였다. 전 온도 범위에서 ER의 증가는 합성가스 고위 발열량과 냉가스 효율을 감소시켰다. Bed 물질에서 소성된 백운석과 감람석을 추가함으로써 타르의 양을 감소시켰다. 이러한 결과를 통하여 바이오매스 열화학에너지 전환의 기초 데이터를 확보할 수 있다.

CT-07 바이오연료 및 소재

1MW급 연소로에서 미분탄/바이오매스 혼소 및 재연소 특성 연구

채태영, 이재욱, 강별, 이영재, 양원*
한국생산기술연구원 고온에너지시스템그룹

Co-firing and Reburning Characteristics of Biomass in 1MW Coal combustion system

Chae Taeyoung, Lee Jaewook, kang byul, Lee youngjae, Yang Won*
Thermochemical Energy System Group, Korea Institute of Industrial Technology

전세계적으로 석탄화력의 전력 생산량은 약 40% 정도이고 국내의 경우, 전체 전력 생산량의 39.3%(2014년 기준)를 석탄화력으로 사용하고 있다. 또한, '제7차 전력수급기본계획을 통해 신규석탄 화력발전소를 20기 건설 예정으로 지속적으로 전력생산량의 약 40%를 유지할 계획이다. 그러나, 석탄 화력 발전 산업에서 NO_x, CO₂, CO, soot 등 유해 물질 배출 문제는 지속적인 해결 과제이다. 대표적인 유해 물질인 NO_x의 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 CO₂의 경우, 신재생에너지 의무 할당제(RPS; Renewable portfolio standard)에 기반을 둔 감축 정책이 2012년부터 시행되어 바이오매스와 같은 신재생 연료 사용의 연료다변화 발전을 통한 실질적인 CO₂ 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 또는 폐기물에너지 등 다양한 연료로 전환하여 혼합 연소하는 기술에 관한 내용이다. 이와 함께, 재연소 기술을 활용하여 로 내에서 NO_x 농도를 저감함과 동시에, 혼소 기술의 최적화를 통해 기존 설비의 연소효율 감소 및 발생 가능한 보일러 운전 장애를 개선하고 발전효율 penalty를 최소화하여 연료비 절감 또는 신재생 에너지 활용 증대를 도모하는 기술이다. 본 연구에 사용된 실험 장치는 1 MW_{th}급 multi burner furnace 로서 각 실험 장치에서 혼소 및 재연소 실험을 진행 하였다. 실험 결과 석탄/신재생연료 연소 시 혼소 및 재연소율이 증가 할수록 NO_x 생성율은 감소하는 것을 볼 수 있었다. 또한, 바이오매스 투입량이 증가 할수록 NO_x 감소량이 증가하는 것을 볼 수 있다. 단순 혼소의 경우 바이오매스 내 포함된 N의 감소에 의한 NO_x 감소효과와 바이오매스의 빠른 탈휘발에 의해 N과 O₂의 반응을 방해하는 효과에 의한 NO_x 감소 효과만 작용하기 때문에 NO_x감소에 한계 있다. 그러나 재연소의 경우 단순 혼소 시 발생하는 NO_x 감소 효과에 더하여 초기 연료 감소에 의한 NO_x 감소 효과와 연소 후 생성된 NO_x를 재연소 구간에서 환원 시키는 효과가 추가로 발생하기 때문에 NO_x 감소에 더 효과인 것을 확인 할 수 있었다.



CT-08 바이오연료 및 소재

실험실규모 미분기를 활용한 바이오매스의 분쇄특성 연구

강 별, 이 용운, 류 창국¹, 양 원*
한국생산기술연구원 고온에너지시스템그룹
¹성균관대학교 기계공학부

A study on grindability characteristic of various biomass using lab-scale pulverizer

Kang Byeol, Lee YongWoon, Changkuk Ryu¹, Yang Won*
Thermochemical Energy System Group, Korea Institute of Industrial Technology
¹School of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University

신재생에너지 의무 할당제(RPS:Renewable Portfolio Standard) 대응을 위해 국내 많은 석탄화력발전소들이 바이오매스를 기존 석탄과 섞어 연소시키고 있다. 그러나 바이오매스의 낮은 미분성으로 인해 혼소율을 높일 수 없는 한계가 있다. 따라서 석탄화력발전에서 바이오매스 분쇄도는 혼소율을 결정할 수 있는 중요한 요소이다. HGI(Hardgrove Grindability Index)분석과 같이 표준 방법이 확립되어 있는 석탄과 달리 바이오매스의 분쇄도를 측정하는 기준 명확하게 확립되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 바이오매스의 분쇄특성을 정량화하고자 아역청탄인 Adaro와 비교하여 바이오매스 5종(Wood Pellet, Empty Fruit Bunch, Palm Kernel Shell, Walnut Shell, Torrefied Biomass Chip)을 Ball mill과 Sieve shaker를 활용하여 75 μ m 크기의 입자 분포와 소모전력을 측정하는 실험을 진행하였다. 실험결과 1분 400RPM 실험조건에서 Ball mill의 소모전력이 6.6~7.47Wh일 때 75 μ m 크기의 입자 분포가 아역청탄인 Adaro는 74%, WP 7%, EFB 17%, PKS 4%, WS은 4%, TBC은 44%였다. 이 결과는 바이오매스의 분쇄특성을 정량화함에 있어 중요한 기초자료로 활용할 수 있다.

CT-09 바이오연료 및 소재

새로운 바이오연료 도입에 따른 연료검증에 관한 연구

박천규*, 김재곤, 민경일, 하종한
한국석유관리원 석유기술연구소

Study on the Fuel Inspection System of New Biofuels Introduction

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

최근 온실가스저감 및 에너지 안보를 위해 새로운 대체연료가 다수 출현하고 있다. 하지만 이러한 연료를 체계적으로 도입할 수 있는 절차 및 방법 시스템이 없어 각종 민원 및 국내 잠재력 있는 원료/연료의 신속한 발굴이 어려운 상황이다. 이에 본 연구에서 신연료의 검증을 위한 체계적 시스템과 시스템의 도입을 위한 법령(안) 등을 마련하는 연구를 수행하였다. 본 연구를 통해 효율적 검증을 위해 잠재 연료의 선별을 위한 기초검토, 국내 적용성 검증을 위한 실증평가 및 상용보급 이전 최종검증을 위한 시범의 3단계 시스템을 제안하였고, 본 시스템의 효율적 운영을 위해 검증기관 및 운영위원회 등을 두어 결과의 신뢰성을 도모하며, 본 제도의 도입을 위한 법령 및 고시 등의 개정(안)을 제시하였다.

감사

This research was supported by the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE) under the works of power information and policy support program(2015~2016), study on promotion policy for transport biofuels (No.2015PPS20S04).

참고문헌

1. Cruz, H.B., Souza, G.M., Cortez, L.A.B., "Biofuels for Transport", Future Energy, 2, 215 (2014)
2. Kim, J-K., Yim, E.S., Jung, C-S., "Study on Comparison of Global Biofuels Mandates Policy in Transport Sector", New & Renewable Energy, 7, 18 (2011)".
3. Lee, J-S., Lee, J-P., Park, J-Y., Lee, J-H., Park, S-C., "Status and Perspectives on Bioenergy in Korea", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 4884 (2011).

특별세션

대용량 온실가스 저감 청정 기술

3월 24일(목) 9:30~12:05

그라벨호텔제주 홀B1

석탄화력발전에서의 대용량 온실가스 저감 기술

양 원
한국생산기술연구원

Technologies for Reducing Large-scale CO₂ Emission in Coal Power Plants

Won Yang*
Korea Institute of Industrial Technology

석탄화력발전은 의심할 여지가 없는 전세계적으로 가장 중요한 온실가스 점배출원으로서, 최근 들어 신 기후체제 출범과 더불어 대용량 온실가스 저감 기술을 적용해야 할 중요성이 계속하여 증대되고 있다. 본 발표에서는 석탄화력발전에서 적용 가능한 대용량의 온실 가스 저감 기술을 (1) 연료 스위칭 기술, (2) CCUS(Carbon capture, utilization and storage), (3) 효율 향상 기술 으로 구분하여 소개한다. 각 기술들의 현재 상황과 적용 가능성들에 대해 모색하고, 생산기술연구원에서 수행하고 있는 관련 연구 현황 및 주요 결과들도 함께 소개한다. 우선, 연료 스위칭 기술로서, 현재 수행하고 있는 바이오매스 혼소 기술 개발 결과에 대해 소개하며, CCUS 기술로는 전력연구원 및 남동발전 등과 함께 수행한 순산소 연소 기술에 대해 소개한다. 효율 향상 기술에 대해서도 최근 들어 중요한 이슈로 떠오르는 retrofit 기술 및 USC(Advanced- Ultrasupercritical) 기술 이슈에 대해 다룬다. 향후 이들 기술들이 나아가야 할 방향, 특히 석탄화력발전에서의 의미있는 온실가스 저감이 어떠한 방향으로 이루어져야 할지에 대해서도 소개한다.

CFBC를 이용한 온실가스 저감형 발전기술- FEP융합연구단 현황

이재구
한국에너지기술연구원

GHG Reduction Technology from Power Plant with CFBC System - Current R&D Status of FEP Convergence Research Center -

JaeGoo Lee

Korea Institute of Energy Research, 152, Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 34129, Korea

석탄화력에 의한 전력생산은 발전단가가 저렴하고 에너지 다변화 및 산업수요에 대한 안정적인 전력공급을 가능케 하지만, 온실가스를 많이 배출한다는 측면에서 딜레마이자 발전사의 고민이라고 할 수 있다. COP21 이후 화력발전소를 비롯한 에너지 다소비 산업에서는 자발적 온실가스 감축목표 달성을 위한 해결책 마련 과정에서 고통은 불가피할 것으로 보인다.

화력발전소에서 CCS를 적용하는 경우 대부분 발전효율 감소와 설비비 증가 문제를 동반하므로, 화력발전에서의 신기술 개발 방향은 발전효율을 향상시키면서 이산화탄소 배출은 최소로 유지할 수 있는 고효율 · 초청정(HELE; High Efficiency and Low Emission) 기술 개발에 주안점을 두고 있다. 순산소 연소기술은 이산화탄소를 원천 분리하는 CCS 기술로써 초기에는 미분탄 연소에 적용하는 연구로 시작되었으나, 점차 CFBC에 적용하는 연구로 확대되고 있다. CFBC에서는 다양한 연료의 사용, 로내 탈황에 의해 SOx 저감등이 가능하며, 여기에 순산소연소 기술을 적용하는 Oxy-fuel CFBC에서는 NOx 배출저감, 배기가스 순환량(FGR)을 줄일 수 있다는 장점을 지니고 있다.

연구단의 전체기술은 Oxy-fuel CFBC를 중심으로 발전효율을 향상시키는 초임계 발전, 배기가스의 경제적인 정제기술, 연소후 배출수분과 보일러 순환수 회수를 통하여 물 사용을 50% 이상 절감하는 기술 등이 서로 연계된 형태로 구성되어 있다. 본 발표에서는 향후 미래에너지플랜트(FEP) 융합연구단의 연구내용 및 추진방향에 소개하고자 한다.

참고문헌

1. 동아일보, "2016 동아 신에너지 이노베이션 콘퍼런스", 전경련회관, 서울 (2016)
2. Maria van der Hoeven, "Technology Roadmap, High-Efficiency, Low-Emissions Coal-Fired Power Generation", IEA Report (2012)
3. Toni Pikkarainen, Jaakko Saastamoinen, Heidi Saastamoinen, Timo Leino and Antti Tourunen, "Development of 2nd generation oxyfuel CFB technology - small scale combustion experiments and model development under high oxygen concentrations", Energy Procedia 63, pp.372 - 385 (2014)
4. Matthias Weng, Claas Gunther, Alfons Kather, "Flue Gas Concentrations and Efficiencies of Coal-fired Oxyfuel Power Plant with Circulating Fluidised Bed Combustion", Energy Procedia 37, pp.1480-1489 (2013).
5. Wei Li, Shiyuan Li, Qiangqiang Ren, Li Tan, Haoyu Li, Jingzhang Liu, "Oxy-fuel Combustion Experiments at High Oxygen Concentration on a 0.1MWth Circulating Fluidized Bed," Proceedings of the 11th International Conference on Fluidized Bed Technology, May 16, Beijing, China (2014)

신 기후체제 대응 국내 미활용 에너지자원을 이용한 연료대체

이시훈*, 김상도, 임정환, 유지호, 전동혁, 최호경, 임영준, 김수현
 한국에너지기술연구원 청정연료연구실

Fuel Switching Using Domestic Unused Energy Resources in Response to POST-2020

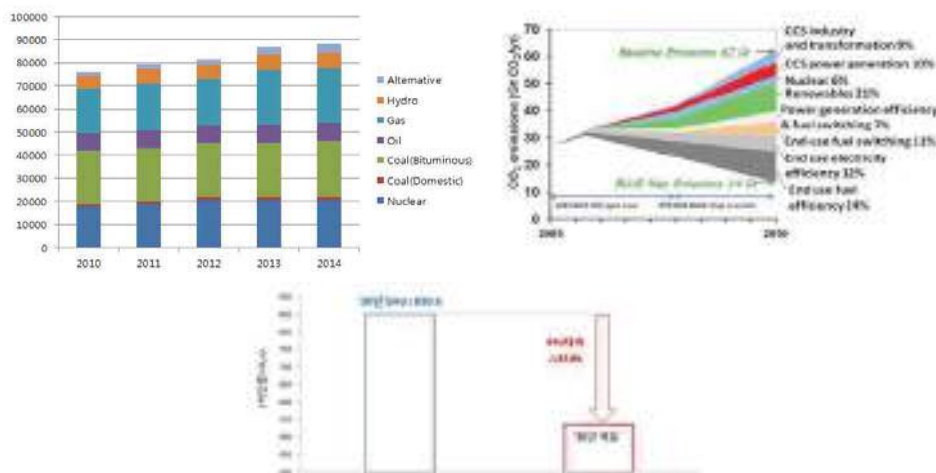
Sihyun LEE*, Sangdo KIM, Jeonghwan LIM, Jiho YOO, Donghyuk CHUN, Hokyung CHOI,
 Youngjoon RHIM, Soohyun KIM
 Clean Fuel Laboratory, Korea Institute of Energy Research

2015년 6월 파리에서 열린 COP21에서 우리나라가 제시한 온실가스 감축목표는 BAU 대비 37%(국가감축 25.3%)로 2030년까지 예상 발생량 8억5천만톤중 약 3억 2천만톤을 감축하여야 하는 상황이다. 따라서 국가 온실가스 배출의 약 40%를 차지하고 있는 발전부분에서의 온실가스 감축이 최대 이슈로 떠오르고 있다.

IEA 에서 제안하는 여러 가지 온실가스 감축 시나리오 중 발전부분에서 채택할 수 있는 현실적인 방안이 연료대체(fuel switching)이며 이는 석탄을 목질계 바이오매스 또는 폐바이오매스와 같은 미활용자원을 이용한 연료로 대체하는 것을 의미한다. 실제로 영국 DRAX 발전소의 경우 625MW 석탄발전소 6기중 2기를 최근 초분계 바이오매스로 대체하여 온실가스 발생을 70% 이상 획기적으로 저감하였으며 국내 석탄화력발전소에서도 RPS 대응을 위해 국내 또는 해외 수입 우드 칩이나 우드 펠릿을 이용하여 석탄과 혼소 하고 있다. 그러나 연료품질의 표준화가 되어 있지 않고 분쇄기 등 석탄과 공동으로 사용하기 어려운 부대시설 미비 등의 이유로 3% 이상을 사용하지 못하는 실정이다.

또한 이번 COP21에서 제안한 3가지 실행방안 중 하나가 에너지 프로슈머, 즉 에너지를 생산하는 곳에서 사용하는 분산형 발전 확대이며 이를 위해 미활용자원의 확대를 극대화할 필요가 있다.

본 발표에서는 국산 미활용자원인 산림자원(목질계 바이오매스), 농림 및 축산 자원, 해양폐기물, 음식물쓰레기, 하폐수 슬러지(2016부터 해양투기 금지) 등을 이용한 청정연료 생산을 통해 석탄화력발전소의 연료 대체와 분산발전용(열병합) 연료개발의 국내외 현황과 기술을 소개 한다(1).



[그림 11] 2014년 국내 에너지원별 전력용량(상좌), IEA 온실가스 감축시나리오 (상우), BAU 대비 37% 감축량 (하)

참고문헌

1. 이시훈, 전충환, 오재현, 홍성구, 김현주, 양원, “미활용자원의 청정에너지화 융합클러스터 워크샵”, 2016. 2, 대전

신기후체제의 도래 및 이산화탄소 전환기술 개발 동향

최지나*

한국화학연구원 탄소자원화연구소

Post-2020 New Climate Change Regime and CCU (Carbon Capture and Utilization) Technology

Jina Choi*

Carbon Resources Institute, Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT)

화석 연료 사용으로 인한 온실가스의 배출이 지속적으로 증가하고 있는 가운데 지구 온난화 문제는 전 세계적으로 주목받고 있는 이슈이다. 이에 2015년 12월 세계 각국은 온실가스 배출 감소를 위한 노력의 일환으로 신 기후체제의 도입을 협의하였다. 신기후체제란 2020년 이후 전세계적으로 적용될 새로운 기후변화에 대한 대응체제로, 선진국 및 개도국 모두가 온실가스 감축의무를 부담하는 기후변화 협약을 말한다. 2015년 기준 147개국이 각국의 온실가스 감축 목표를 제출하였으며, 우리나라 역시 2030년 배출전망치 (BAU) 대비 37% 온실가스 감축목표를 확정 발표한바 있다. 이는 총 당사국의 82%, 전세계 이산화탄소 배출량의 86%에 해당하는 국가가 온실가스 감축 목표 및 구체적인 저감 방안을 제시한 것으로써 향후 신기후체제의 도래에 따른 사회적, 경제적, 산업적 영향이 매우 클 것으로 예상된다. 본 발표에서는 신기후체제 및 우리나라의 온실가스 감축목표와 저감 방안 등에 대하여 살펴봄과 동시에 온실가스저감 기술 중의 하나인 이산화탄소 전환 기술 (Carbon Capture and Utilization, CCU)에 대하여 알아보하고자 한다. 다양한 이산화탄소 전환 기술의 개요, 최근 기술개발 동향 및 국내외 주요 온실가스 저감 (전환) 관련 대형 사업 분석 등을 통하여 이산화탄소 전환기술 분야의 향후 연구 방향 및 R&D 전략 등을 검토하고자 한다.

CO₂ 원천분리를 위한 케미컬루핑 연소기술 개발

류호정*, 이동호, 박영철, 이창근
한국에너지기술연구원

Development of Chemical Looping Combustion Technology for Inherent CO₂ Separation

Ho-Jung Ryu*, Dong-Ho Lee, Young Cheol Park, Chang-Keun Yi
Korea Institute of Energy Research

매체순환 연소기술(Cheical Looping Combustion Technology)은 두 개의 반응기(공기반응기, 연료반응기) 사이를 순환하며 산소를 주고받는 금속매체를 이용하여, 공기에 의한 금속매체의 산화반응과 연료에 의한 금속산화물의 환원반응이 별개의 반응기에서 일어나게 하여 공기반응기에서는 NO_x의 발생이 없고 연료반응기에서는 CO₂와 H₂O만을 발생시킴으로써 별도의 CO₂ 분리설비 없이 배출가스 중의 H₂O 응축만으로 고농도의 CO₂를 분리회수 할 수 있는 연소 중 CO₂ 포집기술의 하나이다[1-2]. 매체순환 연소기술의 개발을 위해서는 고성능, 저비용의 산소전달입자 개발과 함께 두 반응기 사이의 고체순환이 가능하고 기체의 혼합을 최소화할 수 있는 유동층 공정의 개발이 필수적이다[3-5]. 매체순환식 연소기술의 개발 초기에는 연료로 주로 천연가스가 고려되었으나, 최근에는 저가 탄화수소(석탄, 중질잔사유, 코크스, 바이오매스)의 가스화에 의한 합성가스나 고체연료인 석탄을 직접 이용하는 기술도 개발되고 있다. 본 발표에서는 전 세계적인 매체순환 연소기술의 기술개발 수준을 비교하고 우리나라의 기술개발 동향 및 향후 계획을 소개하고자 하며 최근에 개발된 산소전달입자를 이용한 실험결과도 함께 소개하고자 한다.

참고문헌

1. Ishida, M. and Jin, H., "CO₂ Recovery in a Power Plant With Chemical Looping Combustion," *Energy Convers. Mgmt.*, 38, S187(1996).
2. Ishida, M., Jin, H. and Okamoto, T., "Kinetic Behavior of Solid Particle in Chemical-Looping Combustion: Suppressing Carbon Deposition in Reduction," *Energy & Fuels*, 12, 223(1998).
3. Ryu, H. J., Park, S. S., Moon, J. H., Choi, W. K. and Rhee, Y. W., "Effects of Temperature, Pressure, and Gas Residence Time on Methane Combustion Characteristics of Oxygen Carrier Particle in a Pressurized Fluidized bed Reactor", *Trans. of the Korean Society of Hydrogen Energy*, 23(2), 173-182(2012).
4. Ryu, H. J. and Jin, G. T., "Criteria for Selection of Metal Component in Oxygen Carrier Particles for Chemical-looping Combustor", *Korean Chem. Eng. Res.*, 42(5), 588-597(2004).
5. Ryu, H. J., Kim, K. S., Lee, S. Y., Park, Y. S. and Park, M. H., "Reduction Characteristics of Mass Produced Particle for Chemical Looping Combustor with Different Fuels", *Trans. of the Korean Society of Hydrogen Energy*, 19(4), 348-358(2008).

국내외 CO₂ 포집기술의 실증 현황

심재구
한국전력공사 전력연구원

Current Status of CO₂ Capture Demonstration Projects

Jae-Goo Shim
Korea Electric Power Corporation Research Institute

온실가스 배출저감에 합의한 파리협정(COP21)에 따라 전 세계적으로 에너지믹스에 대한 고민이 더욱 커지게 되었다. CCS(CO₂ 포집저장)는 다양한 CO₂ 저감 옵션 중 가장 직접적인 CO₂ 저감방법으로 인식되고 있어 전 세계적으로 실증연구가 진행 중이다. 따라서, 우리나라는 한국전력공사와 한국중부발전, 한국남부발전이 산업부 한국에너지기술평가원 지원으로 보령화력발전소(습식아민)와 하동화력발전소(건식)에서 국내 최대규모(10MW)의 실증연구를 진행 중이다. 이에 기술선진국의 실증현황과 함께 국내 CO₂ 포집실증 현황 및 최근 연구결과를 발표하고자 한다. 우리나라의 대표적인 CO₂ 포집기술인 습식아민 CO₂ 포집기술은 10MW급 설비에서 90% 이상의 CO₂ 제거율, 99.9% 이상의 CO₂ 순도를 나타내며 1,000 시간 연속운전에 성공하였다. 최근 예비실험에서는 10MW 파일럿설비, 발전소 현장 실 배가스 조건에서 에너지사용량 2.5 GJ/t-CO₂를 달성하는 등 세계 최고수준의 성능을 나타내었고, 공정개선 등을 통해 효율을 더욱 향상시키고자 한다.

특별세션

희소금속 청정기술

3월 24일(목) 09:30~12:00

그라벨호텔제주 홀B2

CT-16 희소금속 청정기술

유로륨이 첨가된 양자점의 이원 발광 특성

박지영^{1,2}, 정다운¹, 최원정¹, 김택수^{1,3}, 좌용호², 김범성^{1,3,*}
¹한국생산기술연구원 한국희소금속산업기술센터, ²한양대학교 융합화학공학과,
³과학기술연합대학원대학교 희소소재 및 반도체 패키징 공학

Dual Photo-luminescent Properties of Eu Doped Quantum Dots

Ji Young Park^{1,2}, Da-Woon Jeong¹, Won Jung Choi¹, Taek Soo Kim^{1,3}, Yong Ho Choa², Bum Sung Kim^{1,3,*}

¹Department of Korea Institute for Rare Metals, Korea Institute of Industrial Technology, Incheon, South Korea

²Department of Fusion Chemical Engineering, Hanyang University Ansan, South Korea

³Department of Critical Materials and Semiconductor Packaging Engineering, University of Science and Technology, Daejeon, South Korea

가시광선 영역에서 단파장 영역 발광 효율이 높은 ZnSe 양자점은 넓은 밴드갭 에너지(2.7eV)를 가진 비 카드뮴계 형광체로 많은 연구가 진행 되어 왔다. 그 중에서도 단일 ZnSe 양자점으로 파장을 구현하는 연구는 활발히 진행되었지만, Eu(유로륨)이 첨가된 양자점의 연구개발은 미미한 실정이다. Eu은 희토류의 복잡한 에너지 밴드갭 에너지 특성으로 Eu 이온이 ZnSe 양자점으로 에너지 천이 기구를 거쳐 단일 양자점과는 상이한 독특한 광물리적 특성을 가진다.

본 연구에서는 가시광선 영역에서 단파장 영역에서 발광하는 ZnSe 양자점에 장파장 영역에서 발광하는 Eu을 복합화하여 녹색과 적색의 이원 발광 특성을 갖는 양자점 형광체를 합성하였다. 실험에서는 반응 용기법을 이용하여 260°C에서 Zn, Se, Eu의 각각의 전구체의 몰비와 반응시간을 변수로 합성하였다. 합성된 복합 양자점의 이원 발광 특성에 미치는 영향을 자외선 가시광선 분광 광도계 (UV-vis)와 광 루미네센스 (Photoluminescence)를 통해 확인하였다.

이원광의 조합에 의해 백색광에 근접하는 최적 공정조건은 Zn:Se:Eu 전구체의 몰비가 1:6:1인 변수 조건으로 해석되었다. 최적조건에서는 420 nm 파장의 ZnSe와 각각 594, 618, 653 및 702 nm 파장을 갖는 Eu의 이원 발광특성을 지시하였다. 또한, ZnSe은 Eu의 복합조성 양자점에 의해 밴드갭 에너지 천이기구에 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다. 이상의 연구를 통해 양자점와 Eu의 밴드갭 에너지 천이기구를 제어하여 복합조성 양자점을 백색광에 적용할 수 있음을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. B. H. Kwon, H. S. Jang, and D. Y. Jeon, "Journal of Materials Chemistry" 12812-12818, 21, (2011).
2. P. Dorenbos, E. Van der Kolk, "Applied Physics Letters" 89, 061122 (2006)
3. P. Mukherijee, C.M Shade and S. Petoud, "The Journal of Physical Chemistry" 4031-4041, 115, (2011)

CT-17 희소금속 청정기술

화학기상반응을 이용한 일메나이트로부터 TiO₂ 제조 기술

이찬기*, 박경수, 윤진호, 박재량
고등기술연구원 신소재공정센터

Study on TiO₂ Synthesis by Chemical Vapor Reaction from Ilmenite Ore

Chan Gi LEE*, Kyung-Soo Park, Jin-Ho Yoon, Jae Ryang Park
Institute for advanced Engineering(IAE), Advanced Materials & Processing Center

산업 전반에서 광범위하게 사용되는 필수 소재인 TiO₂는 그 사용량이 지속적으로 증가하고 있다. TiO₂는 높은 굴절율 및 정확한 입도와 분산성을 특징으로 우수한 은폐력 및 착색력을 가지며, 화학적 물리적 안전성으로 안료용뿐만 아니라 고무, 도료, 제지, 수진, 용접봉, 화학섬유의 광택제, 내마모성 향상제, 전자재료, 유리 등으로 적용분야가 광범위하다. 타이타늄 원광석(Ilmenite)은 고순도의 금속소재(Ti) 또는 세라믹소재(TiO₂)를 제조하는데 이용되고 있다. 현재 DuPont, Cristal, Tronox, Kronos, Huntsman 등의 기업들은 TiO₂ 분말을 생산하기 위해 널리 알려진 황산법 또는 염소법을 이용하고 있다. 이러한 공정들은 복잡한 공정 단계 및 황산, 염소가스 사용으로 인한 환경오염 우려 등의 문제점을 가지고 있다. 본 연구는 화학기상합성법(Chemical Vapor Synthesis, CVS)을 이용하여 일메나이트(FeTiO₃)로부터 합성된 전구체(Ammonium Hexafluoro Titanate, AHFT)에서 TiO₂를 합성하는 연구를 수행하였다. 화학기상합성법은 화염 또는 반응로 속으로 초기 원료인 금속유기물 전구체를 통과시켜 전구체를 열분해하고 열분해에 의해 활성화된 금속원자를 다른 반응가스(산소, 질소, 탄화수소)와 만나게 하여 산화물, 질화물, 탄화물 등의 나노 분말이 형성되게 하는 방법이다. 화학기상합성법의 장점은 완전히 균일(homogeneous) 상태에서 분자나 원자로부터 생성물을 얻을 수 있다는 것이다. 또한, 반응구역에서의 온도, 압력, 유량의 정확한 제어가 가능하고 재현성이 높다. 더불어 가스와 유동이 경제적이고 측정가능하다. 이 방법으로 금속의 경우 Si, Ge, 산화물의 경우 SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Y₂O₃, 질화물의 경우 Si₃N₄, 탄화물의 경우 WC, SiC 등의 나노분말을 직경 약 100 nm의 크기로 제조 할 수 있다.

본 연구에서는 AHFT를 통한 TiO₂ 합성뿐만 아니라 고부가가치의 NH₄F의 회수를 위하여 NH₃ gas를 이용해 반응 수율을 높이고 부산물로 NH₄F를 합성하여 회수하는 것을 목적으로 하였다. TiO₂ 기상 합성반응은 NH₃ gas와 air 두가지 carrier gas를 이용하여 수행하였다. AHFT 원료는 기화기를 통해 반응기 내부에 장입하였다. AHFT를 기화기에 장입한 후 기화기를 550℃로 승온하였다. 기화된 AHFT는 carrier gas에 의해 화학기상합성장치로 이동되고, 합성장치 하부에서 공급된 NH₃ gas와 air를 만나 기상반응에 의해 TiO₂로 합성되었다. 합성된 TiO₂ 분말은 합성장치 후단에 설치된 사이클론에서 포집하였다. 본 연구에서는 기상 반응온도, AHFT의 체류 시간에 따른 TiO₂ 특성을 관찰하였다. 합성된 분말은 X선 회절분석법(X-ray Diffraction, XRD)를 이용하여 결정상을 분석하고, 주사형 전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)을 이용하여 분말 형상을 관찰하였다. AHFT의 기상반응을 이용하여 100 nm 이하의 anatase TiO₂를 합성하였다.

CT-18 희소금속 청정기술

한국에서의 Pb 사용과 재생연

김정곤*, 양수원, 정광필
인천대학교 신소재공학과

Material Flow & Recycle of Lead in Korea

Jeong-gon Kim, Su-won Yang¹, Kwangpil Jeong²
Incheon National University, Advanced Material Science & Engineering^{1,2}

납은 세계적으로 많이 사용되는 금속이다. 사용처로는 축전지, 화학공업용 관, 판재, 피복 케이블, 합금, 땀납, 무기약품제조, 방사선 물질 차폐체 등이 있다. 유해물질로 지정되어 있어 창연과 인듐 등으로 대체 사용되고 있지만 아직도 그 사용량은 연간 20만톤이 넘는다. 이 논문에서는 국내에서 발생하는 납의 물질흐름을 원료, 1차 가공, 중간제품, 최종제품, 사용 및 축적, 수집, 재자원화, 폐기 단계로 구분하여 분석하였다.

Lead is a metal frequently used in the world. It used at storage battery, pipe for chemical, plate, lead covered cable, alloy, solder, inorganic chemical manufacturing, radiation shield material, etc. It is designated as a hazardous material, such as indium and bismuth is used as a substitute, but its usage is still more than 20 million tons of years in korea. In this paper, Lead Material Flow Analysis in korea analysis by stage, separated by raw material, primary processed, intermediate product, final product, using & accumulation, collection, recycling, disposal stage.

CT-19 희소금속 청정기술

저융점 희소금속 고순도화 기술 및 glow discharge mass spectrometry를 활용한 분석 기술 개발

윤재식, 양재열, 류홍열
한국기초과학지원연구원

Purification for rare earth metal of low melting point and study of analysis method by glow discharge mass spectrometry

Jaesik Yoon, Jaeyeol Yang, Hongyeol Ryu
Korea Basic Science Institute

본 연구에서는 사용 후 Cu-Ga 타겟 및 폐스크랩을 활용하여 전해채취 및 용융염 전해방법을 이용하여 1차 갈륨금속을 회수하였으며, 이때 갈륨의 순도는 99.99%Ga으로 4N급 갈륨금속을 얻을 수 있었다. 이때 얻은 4N급 갈륨금속을 이용하여 Zone refining방법으로 6N급의 갈륨금속을 고순도화 하였다. 갈륨금속은 녹는점이 28.5°C로 매우 낮기 때문에 Zone refining 공정을 적용하기가 매우 어려웠다. 하지만 본연구에서는 Zone refining 장비 뿐만 아니라 공정을 개발하여 6N급 이상의 고순도 갈륨금속을 제조할 수 있었다. 또한 저융점 및 6N급 이상의 고순도 금속은 일반적으로 순도분석에 어려움이 있으며, 본 연구에서는 Slow Sputter Glow Discharge Mass Spectrometry(GD-MS)를 이용하여 분석틀 및 분석법을 개발하여 순도분석을 실시하였다. 출발물질인 4N급의 갈륨금속내 불순물의 함량은 17 ppm의 Al, 3.5 ppm의 Cr, 31 ppm의 Fe, 23 ppm의 S 등의 불순물이 함유되어 있음을 확인하였다. 이를 6N급 갈륨으로 정련하기 위하여, 자체개발한 zone refining system을 이용하였다. 실험 방법으로는 고순도 질소(6N)분위기에서 시료의 일부를 가열하면서 이동할 수 있는 열전대가 0.25 mm/min의 속도로 시료의 일부분 만을 용융시키면서 통과하도록 하였으며, 시료의 총 길이는 300 mm, zone의 넓이는 약 40 mm로 제작되었다. 이때 시료를 통과한 횟수는 최대 5회를 실시하였으며, 매 회 실험이 종료되면 시료를 채취하여 순도분석을 실시하였다. 시료의 채취방법은 zone refining system을 진행한 후 열전대가 출발시점에서부터 시료를 3등분하여 GD-MS를 이용하여 순도분석을 실시하였다. GD-MS분석결과 첫 번째 부분에서 6N급의 갈륨임을 확인 하였고, 주요 불순물로는 0.087 ppm의 S와 0.583 ppm의 Fe가 확인되었다. 공정방향의 마지막부분에서는 약 6 ppm의 S, 3.4 ppm의 Cr, 25 ppm의 Fe 등의 불순물들이 농축되었음을 확인하였다.

CT-20 희소금속 청정기술

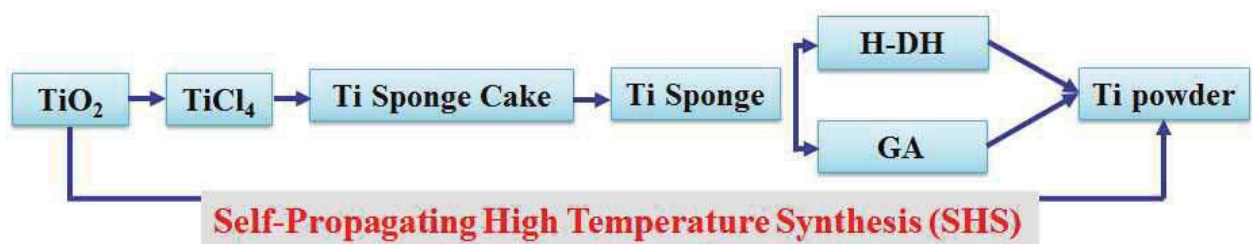
연소합성법을 활용한 청정 고속 티타늄 분말 제조기술

박경태*, 최상훈, 서석준, Basit Ali, 김소연, 심재진, 이상현
한국생산기술연구원 한국희소금속산업기술센터

연소합성법은 반응 초기에 필요한 에너지 이상의 에너지를 외부에서 가했을 때 반응이 시작되고 그 후에는 추가 열원의 공급 없이 반응을 일으킬 때 생성되는 연소과가 압분체의 예열대에 반응열의 일부를 전달하여 예열되고 연소반응이 진행되며, 동시에 이미 연소과가 지나간 부분은 잉여의 반응열이 소결작용을 하게 되어 압분체 전체를 원하는 화합물로 얻을 수 있는 반응이다.[1,2] 이는 지속적 에너지 공급이 필요하고 환경오염 물질을 사용하는 기존 공정과 달리 연소과를 활용함으로써 환경적 피해를 줄이면서 고속 합성이 가능하여 경제성을 극대화할 수 있는 금속, 세라믹 제조 기술이다.

티타늄 분말을 제조하는 기존 공정에서는 티타늄 광석 즉, 산화물로부터 염소화 과정을 거쳐 티타늄 스폰지를 제조한 뒤 분말 제조를 위하여 가스 분무법이나 수소화-탈수소화 등 다단의 공정을 거쳐 티타늄 분말을 생산해 낸다. 하지만 연소합성법의 경우 티타늄 산화물로부터 직접 환원이 가능하여 환경에 유해한 염소화 공정을 배제하고 티타늄 분말을 제조할 수 있는 이점을 지니고 있다.

본 연구에서는 연소합성법을 활용하여 티타늄 분말을 제조하였다. 원료물질로서 TiO_2 이 사용되었고, 환원제는 Mg를 활용하였다. 합성반응장치의 재료는 스테인레스강인 SUS316을 사용하였으며 반응기의 내부 부피는 5L이다. 또한 진공 또는 아르곤 분위기 하에서 실험을 행하고자 진공펌프를 부착하였다. 열역학계산 프로그램인 FactSage를 이용하여 단열계에서 Mg 몰 비($TiO_2 : Mg = 1 : 2\sim 4$)에 따른 단열연소온도를 계산한 결과 1815.53 °C, 1534.24 °C, 1264.8 °C를 각각 나타내었으며, 반응 생성물의 몰 농도 또한 계산하였다. 이를 바탕으로 연소합성장치에 C-type(25 % W-5 % Re) 열전대를 설치하여 반응 중 연소온도(T_c) 및 속도(U_c)를 측정하여 비교하였다. Mg 몰 비에 따라 각각 1709 °C, 1372.2 °C, 1164 °C의 연소온도가 측정 되었으며, 몰 비가 증가 할수록 연소속도는 점점 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 연소온도 변화에 따른 연소속도의 변화를 실험적으로 측정함으로써 TiO_2 -aMg 반응의 활성화 에너지를 Arrhenius plot으로부터 근사적으로 계산한 결과 SHS TiO_2 의 활성화 에너지 $E=20.5$ KJ/mol이었다. Mg를 환원제로 사용하므로 Mg 몰 비에 따라 SHS 반응의 부생물질인 MgO와 Mg 등 부산물을 제거하기 위하여 산세 조건을 확립하였다. FE-SEM을 이용하여 연소 합성된 티타늄 분말의 산세 전 후의 미세조직을 관찰하였고, 결정상을 조사하기 위하여 XRD 분석을 실시하였다. 또한 티타늄 분말의 산소 함량을 평가하기 위하여 N/O 분석을 실시하였으며, 분말의 입도 분포를 조사하기 위하여 입도 분석을 실시하였다.



참고문헌

1. Merzhanov, A. G., "Self-propagation High-temperature Synthesis of Refractory Compounds.", *Doke, Chem.*, 204(2), 661-667 (1972).
2. Crider, J. F., "Self-Propagating High Temperature Synthesis - A Soviet Method for Producing Ceramic Materials", *Ceram. Eng. Sci. Proc.*, 3, 9-10 (1982).

CT-21 희소금속 청정기술

용액공정 기반 In-Free 금속 산화물 반도체 박막 트랜지스터 개발

서석준*, 허성규, 박경태, 임경묵, 김범성, 김택수
한국생산기술연구원 희소금속산업기술센터

Solution Processed In-Free Metal Oxide Thin Film Transistor

Seok-Jun Seo*, Sunggwe Heo, Kyoung-Tae Park, Kyoung-Mook Lim, Bum Sung Kim, Taek Soo Kim
Department of Korea Institute for Rare Metals, Korea Institute of Industrial Technology, Incheon, South Korea

최근, OLED 및 초고해상도 LCD의 구동을 위하여 기존 디스플레이 분야에 적용되던 비정질 실리콘 대신 인듐 갈륨 아연 산화물 (indium gallium zinc oxide, IGZO)이 박막 트랜지스터의 반도체로 활용이 되고 있다. IGZO와 같은 금속 산화물 반도체는 비정질 실리콘에 비해 우수한 전자 이동도를 갖으며, 투명한 특성을 가져 고성능과 높은 개구율이 요구되는 디스플레이 분야에 적합한 재료이다. 하지만 인듐의 낮은 부존량과 고가격으로 인해 인듐이 포함되지 않은 금속 산화물 반도체 재료의 개발의 연구가 널리 진행되고 있다. 또한 대부분의 금속 산화물 반도체 박막 트랜지스터는 스퍼터링, CVD와 같은 진공 증착을 통해 형성이 되므로, 이를 대체하기 위한 저가 공정에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 용액공정 기반 In-Free 금속 산화물 반도체 박막 트랜지스터를 개발하여 전기적 특성 및 안정성을 개선하는 연구를 수행하였다. In-Free 아연 주석 산화물 (zinc tin oxide, ZTO)은 sol-gel 공정을 통해 용액 합성 후 스핀 코팅을 통해 박막을 형성하였다. ZTO 박막은 가시광 영역에서 90%이상의 높은 투과도를 보였다. 최종적으로 제작된 박막 트랜지스터는 $14.11 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 의 높은 이동도를 보여주었다. 추가적으로 제3원소 첨가 및 passivation 층 도입한 결과, 소자의 광전기 안정성이 개선됨을 확인할 수 있었다.

CT-22 희소금속 청정기술

공기청정기용 Li-TiO₂ 복합분말 합성과 광촉매 활성평가

한재길, 강인철
재단법인 인천테크노파크

Synthesis and photocatalytic activity of Li-TiO₂ composite powders

Jae-Kil Han, In-Cheol Kang
Incheon TechnoPark

3.2eV의 밴드갭을 갖는 TiO₂는 강한 산화력, 내화학적, 화학적/생물학적 안정성이 우수한 성질을 가지고 있어 가장 효과적인 대기질 및 수질 정화용 촉매로 알려져 있다[1-5]. 최근에 알칼리 화합물인 hydroxyapatite(Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂, HAP)를 첨가하여 TiO₂-HAP 복합분말을 합성하였고 이 분말은 유기 분자를 흡착하고 양이온을 잡아주는 효과로 높은 광 분해 효율을 보였다. TiO₂의 낮은 유기물 흡착능력을 개선하여 상대적으로 높은 광촉매 효율을 보인다[6]. TiO₂의 흡착-분해 반응을 증가시켜 광촉매 효율을 향상시키기 위해서 알칼리 금속을 첨가하여 알칼리-TiO₂ 복합분말 합성을 시도하였다. 본 연구에서는 티타늄 이소프로폭사이드와 탄산리튬(Li₂CO₃)를 전구체로 사용하여 졸-겔법으로 10wt%, 20wt% Li-TiO₂ 복합분말을 합성하였다. 합성된 10wt%, 20wt% Li-TiO₂ 복합분말의 하소 온도에 따른 상 변화와 미세조직은 XRD와 FE-SEM을 이용하여 수행하였고 10wt%, 20wt% Li-TiO₂ 복합분말의 광촉매 활성을 측정하기 위해서 수용액 상에서 메틸오렌지의 제거 효율을 측정하였다

참고문헌

1. S.H. Lee, H.C. Cha and Y.C. Nah, 'Fabrication of Photoelectrochromic Devices Composed of Anodized TiO₂ and WO₃ Nanostructure' J. Korean Powder Metall. Ins., 22, 326-330 (2015).
2. J.Y. Kim, J.M. Byum, J.W. Kim and Y.D. Kim, 'Synthesis of Pt@TiO₂ Nano-composite via Photochemical Reduction Method' J. Korean Powder Metall. Ins., 21, 119-123 (2014).
3. I.C. Kang and I.C. Yeo, 'Preparation of WO₃-TiO₂ Photocatalyst and Evaluation of Its Photo-activity in the Visible Light Range' J. Korean Powder Metall. Ins., 20, 474-478 (2013).
4. J. Ma, H. He and F. Liu, 'Effect of Fe on the photocatalytic removal of NO_x over visible light responsive Fe/TiO₂ catalysts' Appl. Catal. B-Environ., 179, 21-28 (2016).
5. Y. Liu, Z. Wang, W. Wang, X. An, S. Mi, J. Tang and W. Huang, 'Sandwich SrTiO₃/TiO₂/H-Titanate nanofiber composite photocatalysts for efficient photocatalytic hydrogen evolution' Appl. Surf. Sci., 315, 314-322 (2014).
6. J. Xie, X. Meng, Z. Zhou, P. Li, L. Yao, X. Gao and Y. Wei, 'Preparation of titania/hydroxyapatite (TiO₂/HAp) composite photocatalyst with mosaic structure for degradation of pentachlorophenol' Mat. Lett., 110, 57-60 (2013).

특별세션

IEA-AMF/바이오연료포럼 공동 심포지엄

3월 24일(목) 13:30~17:00

그라벨호텔제주 홀A

CT-23 IEA-AMF/바이오연료포럼 공동 심포지엄

한국형 GREET 모델 구축결과 및 정책화 전략 및 전망

이춘범*, 원장혁, 오광철
자동차부품연구원

Results for Korean GREET Models and Policy Strategy

Chun-Beom Lee*, Jang-Hyeok Won, Kwang-Chul Oh
KATECH(Korea Automotive Technology Institute)

GREET(Greenhouse Gases Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation Model)은 수송 분야에 특화된 LCA(Life Cycle Analysis) 기법으로 미국 에너지성의 후원으로 Argonne 국립연구소에서 개발한 수송 분야 환경 영향성 평가 모델이다. 자동차업계에 새로운 연료도입과 차세대 차량의 개발이 가속화 되면서 종래의 차량 시스템과의 친환경성 비교를 위해 LCA 기법을 바탕으로 개발되었으며, 본 연구에서는 국내 자동차 관련 파라미터 도입을 통해 우리나라 실정에 맞는 GREET 모델 구축을 진행하였다. 먼저 한국형 파라미터를 적용하기 위해 민감도 분석 등의 기법을 사용하여 기존 GREET 파라미터에 대한 분석을 진행하고 공신력 있는 국내 파라미터를 선정하여 대체하였다. 한국화 GREET 모델을 이용해 주로 사용되는 6가지의 연료와 xEV를 포함한 5가지 차종에 대한 환경 영향성 분석을 통해 대체 파라미터들의 유효성을 확인하였으며 국내 인증 제도인 탄소표지 성적서와의 비교를 통해 한국화 GREET 데이터베이스의 신뢰성을 검증하였다. 그리고 국내 자동차 분야에서 활발한 논의가 이루어지는 주제인 전기차와 내연기관차, 연료첨가제, 바이오연료 의무혼합제도, 경량화 등에 전과정상의 경제성, 환경성 그리고 에너지 소모 관점의 정량적 분석을 비교수행함으로써 새로이 구축한 한국형 GREET 모델의 활용 가능성을 확인하였다. 이러한 한국형 GREET 모델은 향후 자동차, 연료 및 온실가스관련 중장기정책의 효과 예측 등 효율적 정책수립에 유용하게 활용될 것으로 예상된다.

국내 바이오연료의 전과정평가 방법

방유영, 손권빈, 임성린*
강원대학교 환경공학과

Life Cycle Assessment Methods of Domestic Biofuels

Seong-Rin Lim

Department of Environmental Engineering, Kangwon National University

2015년 7월, 신재생연료의무혼합제도(Renewable Fuel Standard: RFS)가 도입됨에 따라 국내 바이오연료의 사용이 증가할 것으로 보인다. 바이오연료는 실제로 탄소중립이 아니기 때문에 바이오연료의 전과정(Life Cycle)에서 발생하는 온실가스 발생량의 평가가 필요하다. 이 때, 평가 대상 시스템에서 직·간접적으로 발생하는 온실가스를 함께 고려하여야 한다. 본 연구의 목적은 국내 바이오연료의 온실가스 배출량을 산정하기 위한 전과정평가 방법을 제시하는 것이다. 이를 위하여 인벤토리(LCI) 구축을 위한 대상 공정을 파악하고 국내 사정을 고려한 데이터의 수집 및 적용 방법을 제시하며, 바이오연료의 비교 대상인 화석연료의 온실가스 배출량 산정과 데이터 적용 방법도 함께 제시한다. 바이오연료의 전과정 온실가스 배출량 산정을 위해 자동차 연료의 전과정 온실가스 배출량 평가에 특화되어있는 GREET 2013 모델을 이용하거나 수정하여 사용하였다. 기능단위는 자동차 연료의 단위 에너지 양인 1MJ로 설정하였다. 바이오디젤의 원료로는 대두유, 팜유, Palm Fatty Acid Distillate (PFAD), 유채유(캐나다산과 국내산으로 구분), 자트로파, 폐식용유를 선정하였다. 시스템 경계는 바이오매스 생산에서 자동차에서의 바이오디젤 연소과정까지로 설정하였다. 바이오매스 기반 바이오디젤의 전과정 목록을 작성하기 위해 원료의 조달 방법을 기준으로 두 가지 시나리오(바이오오일 수입과 바이오매스 수입)를 설정하였다. 폐식용유 기반 바이오디젤은 모든 과정이 국내에서 진행되는 것으로 설정하였다. 이를 통해, 바이오매스 경작, 바이오매스 수송, 바이오오일 생산, 바이오오일 수송, 바이오디젤 생산, 바이오디젤 수송·유통, 바이오디젤 연소 과정에 대하여 데이터를 수집하고 적용하는 방법을 제시하였다. 바이오에탄올의 원료로는 옥수수, 사탕수수, 카사바, 셀룰로오스계(역새), 국내 보리를 선정하였다. 시스템 경계는 바이오매스 재배부터 자동차에서의 바이오에탄올 연소까지 설정하였고, 바이오에탄올 생산에 대한 시나리오는 세 가지로 나누어 설정하였다. 시나리오 1은 바이오에탄올 자체를 수입하는 것이고, 시나리오 2는 바이오매스는 수입하여 바이오에탄올을 국내에서 생산하는 것이다. 시나리오 3은 바이오매스와 바이오에탄올을 국내에서 모두 생산하는 것이다. 바이오매스 경작, 바이오매스 수송, 바이오에탄올 생산, 바이오에탄올 수송·유통, 바이오에탄올 연소 과정에 대하여 데이터를 수집하고 적용하는 방법을 제시하였다. 바이오연료의 온실가스 감축 효과를 정량화하기 위해서는 전과정평가의 적용이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 전과정평가에 포함되어야 할 공정과 국내 사정을 반영하기 위해 필요한 데이터를 선정하였다. 이는 바이오연료의 온실가스 배출량 평가를 위한 방법을 확립하여 저탄소 바이오연료의 기술과 RFS 정책의 개발에 기여할 수 있을 것이다.

국내 수송용 연료의 전과정 평가

장재준, 최원재, 유은지, 설은수, 김명수, 송한호*
서울대학교 기계항공공학부

Well-to-Wheel Analysis on Transportation Fuel in South Korea

Jae Jun Jang, Wonjae Choi, Eunji Yoo, Eun Soo Seol, Myeong Soo Kim, Han Ho Song*
Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Seoul National University

화석 연료의 사용이 지속적으로 증가하면서 온실가스 배출에 대한 관심이 급격하게 증가하고 있다. 이러한 에너지 자원을 활용함에 있어서 환경에 미치는 영향을 총체적이고 정량적으로 판단하기 위해서 최근 전과정 분석(life cycle assessment)이 주목을 받고 있다. 휘발유 연료를 예로 들면, 최종 사용처인 자동차에서 발생하는 온실가스 뿐만 아니라, 휘발유가 사용되기까지의 모든 과정, 즉 원유 채취, 원유 운송, 정유 과정, 휘발유 운송, 주유 등의 상위(upstream) 과정에서 발생하는 모든 온실가스 포함하여 분석함으로써 총괄적인 환경에의 영향을 판단하게 된다. 특히, 자동차 연료에 특화된 전과정 분석을 well-to-wheel (WTW) 분석 방법이라고 하고, WTW 과정은 원료 산지에서부터 주유소까지 연료 제품의 수송을 포함하는 well-to-pump (WTP) 과정과 실제로 자동차 운행 과정을 나타내는 pump-to-wheel (PTW) 과정으로 구성된다. 이번 발표에서는 지난 5년간 서울대학교 자동차LCA분석센터에서 수행해온 국내 주요 자동차 연료-휘발유, 경유, 천연가스, LPG-에 대한 WTW 분석 결과를 소개한다. 분석을 위해 석유협회 및 정유업계, 천연가스차량협회 및 천연가스공사, LPG협회 및 LPG업계 전문가들의 도움을 받아 국내에 특화된 데이터를 수집하고, 추가적으로 필요한 데이터는 국내 유관기관의 보고서나 웹검색 자료 등을 참고하였다. 산지 데이터와 같이 해외에서 발생한 과정들에 관련된 데이터는 미국 EIA 등의 해외 전문 기관들의 보고서 및 관련 저널 논문 등을 참고하였다. 그리고 이러한 데이터를 적용하여 계산을 수행하기 위해서 미국 아르곤국가연구소의 차량용 연료 WTW 전문 분석 프로그램인 GREET[1]을 활용하였다. 자세한 분석 방법론 및 결과에 대해서는 센터에서 최근에 발표한 논문 자료[2,3]를 참조할 수 있다. 결과를 요약하면, WTP 과정에서는 휘발유 및 경유가 타 연료에 비해서 가장 낮은 수준의 온실가스 배출량을 보이고, 반대로 천연가스는 산지에서 국내로 수송되어 오는 과정에서 액화, 저온 저장, 재기화 등의 에너지를 많이 사용하는 과정들을 포함하고 동시에 산지에서 누출(venting)되거나 연소(flaring)시키는 과정에서도 온실가스가 많이 발생하여 타연료에 비해 상대적으로 높은 수준의 WTP 온실가스 배출량이 계산되었다. 반대로 PTW 과정에서는 단위 에너지당 탄소함유량이 낮은 천연가스가 가장 적은 수준의 온실가스를 배출하였다. 따라서 WTW 전과정을 고려하면 단위 열에너지 생산에 있어서 휘발유, 경유, LPG, 천연가스 모두 비슷한 수준의 온실가스를 배출하는 것으로 나타났다. 최종적으로 자동차의 연비를 고려하여 단위 이동 거리당 온실가스 배출량을 계산하게 되는데, 이러한 계산에서는 연료별 자동차 엔진 기술에 크게 영향을 받게 된다. 국내에 출시된 모든 차량에 대해 동일 공차 중량을 기준으로 비교하였을 때, 단위 열에너지를 활용함에 있어서 엔진 효율 및 연비가 높은 경유 자동차가 단위 이동 거리당 온실가스 배출량이 가장 낮은 것으로 계산되었다.

참고문헌

1. ANL GREET1 (Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation), Argonne National Laboratory, <http://greet.es.anl.gov>, Accessed September 2013 (2013).
2. Jang, J. J., and Song, H. H., "Well-to-wheel analysis on greenhouse gas emission and energy use with petroleum-based fuels in Korea: gasoline and diesel," *Int. J. Life Cycle Assess.*, **20**, pp. 1102-1116 (2015).
3. Choi, W., and Song, H. H., "Well-to-wheel analysis on greenhouse gas emission and energy use with natural gas in Korea," *Int. J. Life Cycle Assess.*, **19**, pp. 850-860 (2014).

CT-26 IEA-AMF/바이오연료포럼 공동 심포지엄

바이오연료 사용에 관한 온실가스 감축 산정방법론 개선 방안 연구

류정령
에코네트웍(주)

A research on the improvement scheme of GHG reduction methodology in using the biofuel

Ryu, Jeong-Lyoung
ECONETWORK Co., Ltd.

온실가스 감축은 적용 기술도 중요하지만 적용된 기술로 인해 저감되는 온실가스 양을 합리적인 방법으로 정량화 할 수 있는 감축 산정 방법론도 매우 중요하다고 할 수 있다. 바이오연료 사용과 관련하여 UNFCCC의 CDM(Clean Development Mechanism, 청정개발체제)사업을 비롯하여 국내외 다수의 방법론이 개발되어 있으며, 최근 시행된 국내 배출권거래제의 외부사업은 2개의 바이오연료 사용 관련한 온실가스 감축 산정방법론을 발표하였다. 각 방법론들은 바이오연료의 원료 출처 제한, 사업 경계 및 모니터링 방법론까지 일부 상이점들을 보이고 있다. 바이오연료와 관련한 방법론은 대부분의 다른 감축 사업들과는 달리 감축량 산정식의 매개변수의 일부에 연료 생산 및 이동 등과 관련된 Upstream 개념을 도입하고 있다. 일례로 외부사업 중 하나인 『바이오 CNG 생산 및 자동차 연료 이용사업의 방법론』에서는 사업 경계를 바이오 CNG 생산 및 이용에 영향을 미치는 모든 시설(제조, 정제, 압축, 저장, 운송, 충전시설 등)을 포함하고 있으며, 이에 따라 사업 배출량의 범위를 1) 발전 계통에서 전력 생산에 따른 온실가스 배출 (계통전력사용량), 2)화석연료 사용에 따른 이산화탄소 배출, 3)바이오매스 및 바이오 CNG 운송에 따른 배출, 4)바이오 CNG 생산과정 중 메탄의 물리적 누출에 따른 배출로 정의하고 있다. 이로 인해 매개변수의 계수를 Default(고정값)로 제시하고 있는 것들도 있으나, 사업자가 직접 계측 및 개발을 해야 하는 변수들도 있어 실제 데이터 수집 및 데이터 베이스 활용에 관한 적용 용이성에 있어서 한계를 보이고 있다. 본 연구는 국내외 바이오 연료 관련 온실가스 감축사업 방법론들을 비교 분석하여, 정확성 및 실용성 측면에서의 감축량 산정 방법론을 구축하는 방안을 모색하고자 하였다.

참고문헌

1. UNFCCC, CDM 방법론 ; ACM0017.
2. UNFCCC, CDM 방법론 ; AMS-III.AQ / AMS-III.AK / AMS-III.H.
3. 온실가스 배출권거래제 상쇄제도 외부사업 방법론 ; 바이오 CNG 생산 및 자동차 연료 이용 사업의 방법론 07A-001-Ver01.
4. 온실가스 배출권거래제 상쇄제도 외부사업 방법론 ; 폐목재를 활용한 열에너지 생산 및 이용 사업의 방법론, 13A-001-Ver01.
5. 자발적 온실가스 감축사업 방법론 ; 014 화석 연료에서 목재펠릿 연료로 전환하는 사업에 대한 방법론 ver3.

CT-27 IEA-AMF/바이오연료포럼 공동 심포지엄

전과정평가기법을 이용한 농산물 잔류물 기반 바이오연료 개발의 경제성과 환경성 평가

서 교*

서울대학교 국제농업기술대학원, 서울대학교 그린바이오과학기술연구원

Environmental and Economic Implications of Bioethanol Production from Agricultural Residues for the Renewable Fuel Standard

Kyo Suh*

Graduated School of International Agricultural Technology, Seoul National University, Institute of Green Bio
Science & Technology, Seoul National University

Cellulosic ethanol based on agricultural residues is a potential alternative to fossil fuel. This new alternative is expected to reduce greenhouse gas emissions (GHGs) compared to the current fossil fuel used for transportation. Many countries have legislated a renewable fuel standard (RFS) with biofuel blending regulations for transportation fuel. The aim of this study is to estimate the potential quantity of rice straw and ethanol production with the associated cost and CO₂-equivalent GHGs. It also examines the environmental implications of the RFS considering all stages from cradle to gate, including rice straw collection and ethanol distribution. The available production of rice straw ethanol is about 1.2 billion L considering the current demand, which can achieve the 5% ethanol blended gasoline (E5) standard in South Korea. The optimum cost for ethanol from rice straw is expected to be 0.956 US\$ L⁻¹ with 6,000 Mg d⁻¹ by constructing two biorefineries in Dangjin and Gwangju. Domestic ethanol from rice straw can reduce CO₂-equivalent GHGs to 2,614 g L⁻¹ (90.6%), and imported ethanol from Brazil can reduce CO₂-equivalent GHGs to 1,907 g L⁻¹ (66.1%) compared to conventional gasoline (2,885 g of CO₂-equivalent GHGs L⁻¹). Considering the amount of expected displacement for current domestic gasoline, the potential GHG reduction can be 1.0 million Mg of CO₂-equivalent GHGs per year, and the blended fuel price (1.864 US\$ L⁻¹) would be similar to that of conventional gasoline (1.870 US\$ L⁻¹) with E5.

CT-28 IEA-AMF/바이오연료포럼 공동 심포지엄

바이오연료의 지속가능성 기준 현황 및 전망

김재곤*, 박친규, 하중환
한국석유관리원 석유기술연구소,

Development Status and Prospectives on Biofuels Sustainability Criteria

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

A large number of national and international initiative lately experienced rapid development in the view of the biofuels and bioenergy targets announced in the European Union, United States and other countries worldwide. The global biofuel targets are likely to have a strong impact on land use and agricultural markets. Although biofuels production provides new options for using agricultural crops, there are environmental, social and economic concerns associated with biofuels production. The diversity of feedstock, large number of biofuels pathway and their complexity lead to a high uncertainty over the greenhouse gas(GHG) performances of biofuels, in terms of GHG emission reductions compared to the fossil fuels, especially if land use change is involved. In this study, it studied on the latest development on the main initiative and approaches for the global sustainability criteria for biofuels and it also prospected introduction direction of sustainability criteria for RFS(renewable fuel standard) policy in Korea.

감사

This research was supported by the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE) under the works of power information and policy support program(2015~2016), study on promotion policy for transport biofuels (No.2015PPS20S04).

참고문헌

1. Kim, J.-K., Yim, E.S., Jung, C.-S., "Study on Review Sustainability Criteria and Key Approaches for Biofuel", *New & Renewable Energy*, **3**, 1 (2013).
2. Kim, J.-K., Yim, E.S., Jung, C.-S., "Study on Comparison of Global Biofuels Mandates Policy in Transport Sector", *New & Renewable Energy*, **7**, 18 (2011)".
3. Cruz, .H.B., Souza, G.M., Cortez, L.A.B., "Biofuels for Transport", *Future Energy*, **2**, 215 (2014).
4. Lee, J.-S., Lee, J.-P., Park, J.-Y., Lee, J.-H., Park, S.-C., "Status and Perspectives on Bioenergy in Korea", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **15**, 4884 (2011).

CT-29 IEA-AMF/바이오연료포럼 공동 심포지엄

IEA 관점에서 본 바이오연료 기술 개발 이슈 및 전망

이진석
한국에너지기술연구원

IEA Views on the Challenges and Prospects of Transport Biofuels' R&Ds

Jin-Suk Lee
Korea Institute of Energy Research

최근 IEA에서 발표한 기후변화 적극 대응 안(2 °C 시나리오, 2DS)에 따르면 수송용 바이오연료 보급 확대를 통해 총 CO₂ 감축 목표의 4%를 줄여야 할 것으로 분석되었다 (1). 이와 같은 CO₂ 감축 목표 달성을 위해 보급해야 할 수송용 바이오연료의 양은 전체 수송에너지의 약 27%로 현재보다 보급 비율이 약 9배 높아져야 할 것으로 나타났다. 이와 같이 높은 바이오연료 보급 목표를 실현하기 위해서는 해결해야 할 여러 기술적 이슈가 존재한다. 첫 번째 이슈는 원료의 수급 안정성 확보이다. 현재 곡물로부터 만들어지는 바이오연료는 생산량이 확대됨에 따라 식량 가격 폭등 등의 문제를 야기하고 있다. 따라서 목질계 및 조류 등 비식용 바이오매스의 원료 활용 기술개발이 중요하다. 두 번째 이슈는 보급 바이오연료 전주기 분석(LCA)에 의한 바이오연료의 CO₂ 감축 효율성이다. 일부 바이오연료는 LCA 기준에서 보면 석유계 연료에 비해 CO₂ 감축 효율이 높지 않은 것으로 나타났다. 따라서 수송 부문의 CO₂ 감축이라는 본래 목표를 달성하기 위해서는 감축효율이 높은 바이오연료 개발 및 보급이 필요하다. 또한 현재 보급중인 바이오연료는 산소 함량이 높아 5-10% 이하의 제한된 범위에서 혼합 사용되고 있다. 따라서 기후변화 대응 바이오연료 보급 목표 실현을 위해서는 고품량 또는 100% 적용 가능한 바이오연료 개발도 중요한 이슈이다. IEA에서는 기후변화 대응을 위한 바이오연료 보급 방안 도출을 위해 다방면의 검토가 이루어졌다. 본 발표에서는 위에 언급한 수송용 바이오연료 중요 이슈 관련 핵심 분과인 IEA TF39의 대응 전략을 소개하고자 한다.

참고문헌

1. IEA, World Energy Outlook, 2013.

그린카 기술 및 R&D 정책 현황

손영욱
한국산업기술평가관리원

Status of Green CAR Technology and R&D Policy

Son Young Wook
Korea Evaluation Institute of Industrial Technology

전 세계적으로 연비향상 및 온실가스 감축을 목표로 하는 환경규제 강화, 친환경으로의 수요자 선호변화 등 대내외 자동차 산업 패러다임이 변함에 따라 내연기관 중심으로 되어 있는 자동차 산업의 구조개편 필요성이 증대되고 있다. 유럽의 평균 온실가스 규제는 130 [g/km](~'19년) → 95 [g/km]('20년~'24년), 미국의 평균 연비 규제는 19.8 [km/L](~'20년) → 23.2 [km/L]('21년~'24년)로 강화되는 등 선진국을 중심으로 글로벌 기후변화 대응과 지속가능한 성장의 조화를 위해 연비 향상과 온실가스 감축을 목표로 환경 규제를 강화하고 있다. 현재 국내에 판매되고 있는 내연기관차 중 승용차종별 온실가스 평균 배출량은 경형, 소형, 중형, 대형, 다목적 각각 75, 80, 90, 110, 135 [g/km]이며, 내연기관차로 '25년 온실가스 규제 75 [g/km] 대응 시 경형차 판매만이 가능하여 현실적으로 친환경차 없이는 다양한 소비자 수요 반영이 불가능하다. 이를 해결하기 위하여 미국, 유럽, 일본 등 선진국을 중심으로 가솔린 엔진과 디젤 엔진의 효율을 각각 50%, 60% 까지 달성하기 위하여 국가적인 차원에서 기술개발 정책을 추진하고 있다. 미국은 전기차 관련 기술개발에 '15년까지 22,260백만유로를 투자하였으며, '15년 전기차 100만대 보급 및 120만대 생산, '30년 자동차 석유사용량 50%를 목표로 '12년 'EV Everywhere'를 발표하였다. 유럽은 H2ME(Hydrogen Mobility Europe) 계획 등을 통해 각국 실정에 맞는 친환경차 보급을 촉진하되 특히 수소차 보급에 적극 참여하고 있으며, 독일은 H2 Mobility 이니셔티브를 통해 60개('16), 400개('23년), 영국은 UK2Mobility 프로그램을 통해 '65개(20년)의 수소충전소 구축을 추진하고 있다. 특히 독일은 전기차 보급확대에 '17년까지 매년 3.6억유로 추가 투자를 계획하였으며, '13~'16년 수소연료전지·수소기술에 총 3,000만유로 투자를 진행하고 있다. 중국은 '자동차와 전기차 산업발전계획(2011~2020)'을 발표하여 10년 간 1,000억 원(18.5조)을 전기차 개발과 보급지원에 투입하고 있으며, '중국제조 2025' 계획에서 신에너지자동차(EV, PHEV, FCEV)를 핵심 육성산업으로 선정하고 '20년까지 200만대 보급을 목표로 설정하였다. 일본에서는 '차세대자동차전략 2010'을 통해 EV 등의 전력기반차에 사용되는 배터리 기술개발에 210억엔(2천9백억원, '09~'15년)을 지원하고 있으며, '20년 전기차 100만대, '20년 친환경 차량 비중 20%를 목표로 설정하였다. 국내에서도 현재까지 '제1차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획('06년~'10년)', '제2차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획('11년~'15년)'을 발표하여 환경친화적자동차 개발 및 보급에 주력해왔으며, 최근 '제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획('16년~'20년)'을 발표하여 '20년 친환경차 생산 90만대, 수출 60만대, 친환경차 보급 100만대 돌파와 친환경차 선진기술경쟁력 확보를 위해 기술개발 지원 정책을 수립하였다. 특히 기술개발에 있어서는 경쟁력 있는 친환경차 개발을 위해 차종별 기술개발 전략을 마련하였다. (플러그인)하이브리드자동차는 고효율·차량가격저감을 위해 7대 핵심부품을 선정하여 기술 및 가격 경쟁력 강화를 목표로 하였다. 저비용·고효율 인프라 구축 확대를 위해서는 전기차 충전시설 확대 및 충전형태 다양화, 중점 보급도시 중심의 수소충전소를 구축을 추진전략으로 하였다. 전력기반차 시장진입은 이미 시작되었으며, 이에 따른 자동차 신산업 생태계 구축에 있어서 정부지원 확대는 불가피하다. 대부분의 국내 자동차 부품업체는 자력으로 자동차 신산업 생태계 진입이 어려울 수밖에 없으며, 정부정책 지원 등을 통해 굳건한 자동차 신산업 생태계 구축이 그 어느 때보다 절실하다.

CT-31 IEA-AMF/바이오연료포럼 공동 심포지엄

파리협정 이후의 국내외 온실가스 감축방향 및 전망

이상엽

한국환경정책평가연구원, 미래전략본부

The Paris Agreement : Perspectives of Greenhouse Mitigation Policy

Sang-Youp Lee

Korea Environment Institute, Future Environmental Strategy Research Group

2020년 만료 예정인 기존의 교토의정서 체제를 대체하는 신기후체제 합의문인 파리협정(Paris Agreement)이 2016년 12월 채택되었다. 파리 협정은 55개국 이상, 그리고 세계 온실가스 배출량의 총합 비중이 55% 이상에 해당하는 국가의 비준, 이 두 가지 기준을 충족할 때 발효된다. 파리협정을 통해 강화된 INDC 설정과 투명한 이행체제, 그리고 즉각적인 이행은 전 세계적으로 중요하게 다루어 질 전망이다. 즉각적인 이행은 에너지, 수송, 산업, 가정, 농업, 토지이용 등 전 부문의 강화된 기후정책 도입을 의미한다. 동시에 그 동안 온실가스 감축 분야의 중심적 역할이었던 중앙정부와 주요 배출부문은 물론, 이외에도 시민사회, 지방정부, 개인 등 모든 경제주체의 참여가 동반되어야 할 것이다. 최근 대한민국 정부는 파리협정 이행에 대비하기 위해 기후변화 대응체계 개편방안을 마련하였다. 개편방안의 주요 내용은 첫째, 감축수단은 규제로부터 과학기술 및 시장 중심으로, 둘째, 대응체계는 개별부처 차원으로 부터 범부처 통합적 대응으로, 셋째, 이행주체는 산업계 중심으로부터 민관협력 전부문으로, 마지막으로 평가체계는 주기적 평가환류 방식을 강화한다는 것이다.

참고문헌

1. Bodansky, D., "Key Legal Issues in the 2015 Climate Negotiations", *Center for climate and energy solution*, (June 2015).
2. Arens, C., "The Paris Agreement: Kick-Off for True Global Climate Cooperation: A Preliminary Assessment by the Wuppertal Institute", *Wuppertal Insitute for climate, environment and energy*, (17 December 2015).
3. Michaelowa, A., "Perspectives post-COP evaluation", COP21 Side Event Presentation, (December 14, 2015).

CT-32 IEA-AMF/바이오연료포럼 공동 심포지엄

온실가스 감축 대응 바이오연료 개발 및 정책화 방안

상병인

한국에너지기술평가원, 한양대학교 화학공학과

Biofuel R&D Trends and Strategy for Solving Global Warming

Byoung-In Sang

Korea Institute of Energy Technology Evaluation & Planning,
Department of Chemical Engineering, Hyanyang University

최근 가속화되고 있는 지구 온난화 문제와 화석 연료의 고갈에 대응하기 위한 탄소순환형 에너지 기술 개발에 대한 기대와 관심이 증대되고 있으나, 구체적인 대응기술에 대한 이해와 인식은 부족한 상태이다. 따라서 국내 바이오매스와 폐기물의 활용을 극대화하며 지속적인 경제성장을 유도하기 위한 여러 가지 정책적인 노력의 경주가 필요한 시점이라 할 수 있다. 이러한 노력의 일환으로 산업통산자원부에서는 바이오/폐기물에너지 산업성장에 필요한 정책과 기술개발에 대한 지혜를 모으고 있다. 특히 신재생연료의무혼합제도 (RFS)의 시행은 바이오/폐기물 에너지 관련 산업의 활성화에 좋은 재도약의 기회가 될 수 있을 것으로 기대가 된다. 이러한 포스트 화석연료 시대를 대응하기 위해 필요한 바이오/폐기물 기반 응용기술의 개발동향 및 국가연구개발전망에 대해 소개하고자 한다.

특별세션

바이오/폐기물 청정 에너지화 기술
(산학연 협력 심포지엄)

3월 24일(목) 13:30~16:40

그라벨호텔제주 홀B1

국내외 폐기물관리 정책 동향

오길종
국립환경과학원

Policy Direction on Waste Management in Korea and Overseas

Giljong Oh
National Institute of Environmental Research

대량생산, 대량소비, 대량폐기로 이루어진 현재의 사회경제시스템은 한정된 자원(에너지 포함)과 환경용량을 생각할 때 지속가능사회에 적합하지 않다. 따라서 최근의 폐기물정책은 생산, 유통, 소비, 폐기의 전 과정에서 자원의 사용을 억제하고, 고갈성자원의 사용은 최대한 억제하고, 재생가능한 자원으로 대체하며, 재생 가능한 자원도 재생 가능한 용량의 범위 안에서 사용하는 방향으로 추진하고 있다. 또한, 제조한 제품은 잘 유지관리하면서 최대한 오래 사용하고, 수명이 다한 제품은 해체하여 부품을 회수하여 수리 등을 거쳐 동일제품이나 다른 제품에 다시 사용하며, 불가피하게 폐기할 수밖에 없는 제품과 물질에서는 유용한 물질 자원을 회수하여 천연자원을 대체하는 방향으로 추진하고 있다. 또한, 물질 회수가 어려운 것 중에서 발열량이 높은 물질은 대체 에너지원으로 사용하거나, 소각과정에서 여열을 회수하여 이용하고 그 처리 잔재물을 안전하게 처리하는 방향으로 추진되고 있다. 이러한 사회는 일본에서는 자원순환형사회, 중국과 유럽에서는 순환경제 등으로 불리고 있다.

우리나라도 이러한 국제 추세에 맞추기 위해 자원순환사회 전환 촉진법의 제정을 추진하고 있다. 동 법안의 주요내용은 첫째, 생산, 유통, 소비, 폐기 등의 과정에서 폐기물의 발생을 억제하고 순환 이용하는 한편 폐기물 중 재활용이 가능한 자원은 단순 매립이나 소각하는 대신 재활용하는 구조로 전환하기 위해 폐기물처분부담금을 도입하는 것이다. 둘째, 폐기물이라도 일정한 요건(경제성, 환경성)을 충족하면 폐기물에서 제외하여 순환자원으로 자유롭게 유통되도록 순환자원인정제도를 도입하는 것이다. 셋째, 폐기물을 다량으로 배출하는 업종일 발전, 철강 등 18개 업종 1,500여개 업소에 자원순환이용률과 최종처분률 등에 대한 구체적인 관리목표를 부여하는 자원순환 성과관리 제도를 도입하는 것이다. 마지막으로 폐기물과 순환자원의 거래를 활성화하기 위하여 순환자원거래소를 설치하여 수요자와 공급자간 연결을 확대하고 순환자원이 부가가치가 높게 이용되도록 하는 것이다.

EU는 2013년 말에 폐기물 발생억제 프로그램을 도입하였는데 그 목적은 자원효율을 높이고, 경제발전과 폐기물 발생을 비동조화(decoupling), 제품의 재사용의 증진, 독성물질의 억제, 소비자의 인식개선 등이다. 중점 폐기물 발생억제 대상은 식품관련 폐기물, 전기전자제품, 건설폐기물이고, 관련 부문은 폐기물 발생억제에 영향을 미치는 동맥물류(제조에서 소매까지)와 정맥물류(재활용에서 매립 처분까지)를 포함한다. 목표는 폐기물의 특성을 고려하여 정확하게 주기적으로 모니터링할 수 있는 구체적인 폐기물 발생억제 목표를 설정하는 것이다. 식품관련 폐기물의 감량목표를 살펴보면 EU 전체는 식품공급사슬의 자원 투입량을 2020년까지 20% 줄이며, 식품가식부의 폐기량을 50%줄이는 것이다. 또한, 농장에서 식탁에 오르기 까지 발생하는 식품 폐기물량을 2025까지 50% 줄이는 것이다. 일본의 경우 제3차 순환형사회 형성 추진 기본계획에 3R(Reduce, Reuse, Recycle)에 비하여 우선순위가 높음에도 불구하고 추진이 뒤져있는 2R(Reduce, Reuse)을 더욱 진전된 사회경제시스템을 구축하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 추진하기 위해 2R을 촉진하기 위한 지자체의 조례 제정, 에코 포인트와 예치금제도 도입, 주민과 지자체의 2R협정 체결 등을 추진하고 있다.

참고문헌

1. 환경부, 자원순환사회로의 전환, 미래세대를 위한 선택, 환경정책 Briefs VOL. 05, 2015.2
2. Shinichi Sakai, Present Status on Waste Prevention and 3R Approaches, Waste Prevention & 3R Workshop 2015, Kyoto University, Japan
3. 일본 환경성, 감량·재사용부터 시작하는 순환형사회 만들기, 2015.6

CT-34 산학연 협력 심포지엄

사업장 가연성 폐자원 고형연료화 시설 동향

오종혁
삼호환경기술(주)

Trends of a SRF making Facilities Using Combustible Waste

Jong-Hyeok Oh
Samho Enviro-Tech, Inc.

한정된 자원의 영속적인 공급문제 해결 필요성과 환경오염 방지, 지구온난화 억제 등 전세계적 문제의 해결을 위해 자원소비 감축과 재활용을 통한 자원 순환의 필요성이 증대되고 있다. 특히 우리나라는 자원 공급의 대부분을 해외에 의존하고 있어 자원순환의 중요성은 매우 중요한 실정이다.

우리나라의 폐기물에 대한 정책은 발생억제(Reduce), 재이용(Reuse), 재활용(Recycle)이었으나, 소각될 수 밖에 없는 폐기물은 연소과정에서 발생하는 에너지를 회수하여 열 또는 발전을 통해 전기로 이용(Recovery)하는 개념을 추가하였다. 특히 단순 소각 매립되는 폐기물 중 비닐, 종이, 폐합성수지 등과 같은 발열량이 높은 폐자원을 선별 분리 후 고형연료(SRF: Solid Refuse Fuel)로 만들어 전용보일러, 열병합발전소 및 산업시설의 연료로 판매할 수 있도록 하여, 폐자원의 에너지화를 위한 정책을 추진중에 있다.

SRF는 물론 폐기물이 아닌 고형연료제품으로서 성능 보장을 위해 발열량, 수분, 회분 이외에도 염소, 황 및 기타 금속원소의 기준함량을 설정하고 있으며, 특히 발열량과 염소농도는 고형연료를 사용하는 시설의 효율 및 기계적 문제점 발생의 억제를 위해 엄격히 관리하는 추세이다. 이에 따라 특히 사업장 배출시설계 폐기물을 이용하여 고형연료를 제조하는 시설은 폐기물의 반입, 고형연료의 생산, 제품의 출하 공정 관리 뿐만 아니라 폐기물 배출자와의 계약단계에서부터 성상의 파악이 필요하며, 출하되는 제품의 실시간 샘플링 및 분석을 통해 생산되는 제품의 연료규격을 관리하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.

본 고에서는 삼호환경기술 주식회사에서 사업장폐기물을 이용하여 고형연료를 제조하는 생산설비의 구성과 품질관리를 위해 활용되는 기술을 살펴봄으로서 향후 선진화된 고형연료제품의 생산시설로서 필요로 하는 전반적인 관리체계에 대해 살펴보았다.

참고문헌

1. 한기주, 강홍윤, 주요산업의 자원순환 촉진을 위한 방안 연구, 연구보고서, 산업연구원(2012)
2. 김정대 등, 사업장생활계 폐기물 관리제도 개선 연구, 연구보고서, 한국폐기물자원순환학회(2013)

CT-35 산학연 협력 심포지엄

아민흡수법을 이용한 바이오가스 고질화 기술 및 적용사례

성현제, 심동민
한솔이엠이

Biogas upgrading technology using amine absorption method and its application

Hyunje Sung, Dongmin Shim
Hansol EME Co. Ltd.

유기성 폐기물을 처리하는 혐기성 소화조에서 발생하는 바이오가스에는 60 ~ 70vol%의 메탄을 포함하고 있어 다양한 에너지원으로 사용되고 있다. 기존에는 보일러 및 열병합발전기의 연료로 사용하였으나 최근에 도시가스사업법이 개정되면서 바이오가스를 보다 더 효율적인 에너지원으로 사용하기 위한 사업과 기술개발이 활발하게 진행되고 있다.

바이오가스를 천연가스(도시가스)처럼 효율적인 에너지원으로 사용하기 위해서는 바이오가스 중에 포함되어 있는 황화수소, 실록산과 같은 불순물질과 이산화탄소를 제거하는 고질화 과정이 필요한데, 이 고질화 과정을 통해 메탄농도가 95% 이상인 바이오가스가 생산할 경우 천연가스와 동일한 에너지원으로 사용될 수 있게 되는 것이다.

본 연구에서는 바이오가스를 고질화하는데 있어 메탄회수율이 높고 고질화된 바이오가스의 메탄농도가 높으며, 저압에서 고질화를 할 수 있어 에너지 원단위가 낮은 아민흡수법을 적용하였다. 아민흡수법은 흡수탑에서 이산화탄소와 아민의 화학적인 반응을 통해 바이오가스 중에 이산화탄소를 제거하고, 재생탑에서 이산화탄소를 흡수한 아민으로부터 이산화탄소를 분리하여 아민을 재생하고 재생한 아민은 다시 흡수탑으로 순환시키면서 바이오가스를 고질화시키는 방법이다.

본 연구에서는 부산시 남부사업소에 10,000Nm³/일 바이오가스를 처리할 수 있는 규모로 아민흡수법을 적용한 바이오가스 고질화 플랜트를 설치하였다. 바이오가스를 고질화시키는데 아민흡수법을 적용한 결과, 바이오가스 내의 이산화탄소를 99% 이상 제거시키므로써 바이오가스를 고질화하였고, 메탄회수율은 99% 이상으로 바이오가스 고질화 과정에서 손실되는 메탄은 거의 없었다.

CT-36 산학연 협력 심포지엄

SK케미칼의 바이오연료 생산 기술 현황 및 전망

조현준*, 김한석
SK케미칼(주) 화학연구소

The Present Status and the Future Prospect of the SK's Technology for Bio-fuel Production

Hyun Jun Cho*, Han Seok Kim, Jeong Bum An
Chemicals R&D Center, SK Chemicals Co. Ltd.

정부의 신재생 에너지 보급 정책(RFS/RPS)에 의해 이미 상용화되었거나 시범 사업 중인 국내 바이오연료 시장은 차량용 연료인 바이오디젤과 발전소 연료인 바이오중유 및 (고체) 바이오매스로 구성되어 있다. SK케미칼은 바이오 디젤 및 바이오 중유 사업에 참여하고 있으며, 2008년부터 생산하여 정유사에 공급하기 시작한 바이오디젤의 생산량은 약 140 kt에 달하고(2015년), 바이오 중유는 매년 70 kt 이상을 RPS 의무이행사인 발전사들에게 공급하고 있다.

동·식물성 유지 또는 폐유지를 원료로 생산되는 바이오디젤은 온실 가스 감축 및 SOx 등 유해 배기가스 저감의 환경적 편익 뿐 아니라 한정 자원인 석유 기반 차량용 연료를 최소의 비용으로 대체하는 경제적 가치를 지니고 있지만, 식용 자원의 연료 전환으로 인한 윤리적 문제, 일부 원료 생산 과정 중의 열대 우림 파괴로 인한 환경오염 문제 및 석유 유래 연료 대비 뒤떨어지는 경제성 등이 단점으로 부각되며 그 효용 가치에 대해 논란이 가열되고 있는 것도 사실이다. 바이오 중유 역시 bunker-C油를 연료로 하는 기존 화력 발전소의 개조 없이 바이오디젤과 유사한 환경적 기여를 확보하는 것으로 실증을 통해 밝혀졌지만, 석유 기반 연료유 대비 비싼 제조 원가로 인해 지속 가능성에 대한 우려가 커지고 있다.

따라서, 향후 바이오연료의 지속 가능성 확보 및 사용 확대는 이와 같은 문제점들을 해결할 수 있어야 가능할 것이며, SK케미칼을 비롯한 국내 바이오연료 생산업체들은 생존 및 성장을 위해 다각도로 기술 개발 노력을 기울이고 있다. 그 중 핵심은 품질이 불량하여 쓰임새가 적고 “식용 논란”으로부터 자유로울 뿐 아니라 가격이 저렴한 폐유지 및 부산물 유지 등의 저가 원료를 확대 사용하는 기술을 개발하는 것이다. 국내 바이오연료 생산의 선도 기업으로서 SK케미칼은 수 년 전부터 저가 원료를 채용하는 기술을 개발해 왔고 일부는 이미 생산 공정에 적용 중이다. 본 발표에서는 SK케미칼이 독자 개발한 바이오연료 제조 기술과 저가 원료 도입 기술을 바이오디젤을 중심으로 요약 소개하고자 한다.

CT-37 산학연 협력 심포지엄

창해에탄올의 바이오에탄올 생산기술 현황 및 전망

정준성*
창해에탄올(주)

Bio-ethanol production technology of Changhae-Ethanol

Jeon-Seong Jeong

Changhae Advanced Institute of Technology, Changhae Ethanol Co., Ltd.

*E-mail: junpapapa@naver.com, Tel: 82-63-214-7800, Fax: 82-63-214-7805

The Commercialized bioethanol is produced by fermenting monomer sugar (C6 Basis) from sugar or starch based feedstock. The use of these feedstock has raised ethical concerns regarding food usage. So, 2nd generation biomass such as , Barley straw and Miscanthus exist in abundant amounts around the planet, and they are renewable substrates for bioethanol production that do not compete with food production or animal feed. Pilot plant and commercial-scale plant producing bioethanol from cellulosic biomass have been researched and developed previously. Several companies are already operating commercial bioethanol plant in the world. In this study, bioethanol production facilities in the Korea were presented and the possibility of bioethanol production from Lignocellulosic Biomass was investigated. This result constitutes a significant contribution to the feasibility of bioethanol production from lignocellulose and justifies the scale-up to a commercial-scale plant.

CT-38 산학연 협력 심포지엄

EFB 급속열분해를 통한 열분해오일 생산 및 시장동향

오창호

대경에스코 상무이사

The palm tree produces palm fruits that are contained in a fruit bunch. When the fruits are extracted from the bunch, the residual material is called “empty fruit bunch” (EFB). This material is lignocellulosic and could be potentially used as feedstock for biofuel production. EFB to bio-fuels is being considered for national energy security and environmental advantages. The objective of this presentation is to show the effect of reaction temperature, time on the EFB fast pyrolysis optimization and world's advanced technique and technology of Daeyung esco.,ltd

일반세션
청정융합

3월 24일(목) 13:30~16:30
그라벨호텔제주 홀B2

Metal Organic Frameworks (MOFs) for the removal of emerging contaminants in aquatic media

Sarita Dhaka, Jeong-A Choi¹, RahulKumar, Byong-Hun Jeon*

Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul.

¹Department of Chemical Engineering, POSTECH, Pohang.

Water contamination is a growing global concern due to rapid industrialization and population growth. Emerging contaminants (ECs) such as pharmaceuticals and personal care products (PPCPs), endocrine disrupting compounds (EDCs), petroleum hydrocarbons, pesticides, flame retardants etc. have frequently been detected in different aquatic systems. ECs negatively affect the human health and the environment¹. Several methods such as coagulation–flocculation, adsorption, biodegradation, chemical degradation and advanced oxidation processes (AOPs) are available for waste water treatment. Due to cost effectiveness, universal nature and efficiency, adsorption method is considered as a promising method for the same. Different types of adsorbent like activated carbon, carbon nano materials, chitosan beads, zeolites, clays, seaweed, algae, mesoporous silica based compounds are used for the removal of ECs². Attention is now towards the newly recognized porous materials known as metal-organic frameworks (MOFs). Metal-organic frameworks (MOFs) are a class of coordination polymer made of organic linkers and metal cations. MOFs possess exceptionally high surface area as well as tunability in pore size and functionality, and can serve as hosts for a variety of guest molecules. MOFs have applications in gas storage, gas/vapour separation, catalysis, luminescence, and adsorption and drug delivery³. In current scenario MOFs have been proved as better adsorbents for the removal of ECs from aqueous media.

참고문헌

1. Petrie B., Barden R., and Kasprzyk-Hordern B., “A review on emerging contaminants in wastewaters and the environment: Current knowledge, understudied areas and recommendations for future monitoring”, *Water Res.* 72 3-27 (2015).
2. Zhou Y., Zhang L., and Cheng Z., “Removal of organic pollutants from aqueous solution using agricultural wastes: A review”, *J. Mol. Liq.* 212 739–762 (2015).
3. Czaja A. U., Trukhan N., and Müller U., “Industrial applications of metal–organic frameworks”, *Chem. Soc. Rev.*, 38 1284–1293 (2009).

CT-40 청정융합

사업장 유해화학물질 관리를 위한 화학물질관리시스템 개발

김성훈, 박백수, 정엠마, 조서원, 이한웅, 이귀호*
한국생산기술연구원 국가청정생산지원센터

Chemical Management System Development for Hazardous Chemical Management in Site

Kim SungHoon, Park BaekSoo, Jeong Emma, Jo SeoWeon, Lee HanWoong, Lee KwiHo*
Korea Institute of Industrial Technology, Korea National Cleaner Production Center

본 연구는 화학사고 예방 및 사후 대응을 위해 강화된 국내 화학물질관리제도 대응 방안의 일환으로 사업장 내 효율적인 유해화학물질 관리를 위한 화학물질관리시스템 개발에 대한 것이다. '11년 가습기살균제 사고 및 '12년 구미불산사고 등 화학안전사고 발생을 계기로 최근 화학물질관리법, 산업안전보건법 등 사업장 내 적용되는 법정기준과 정부 관리·감독이 강화되어 화학안전 및 화학물질 전과정관리 여건이 열악한 중소기업은 법률위반에 따른 처벌로 인한 어려움이 예상된다. 또한 중소·영세기업은 안전관리 소홀 및 규정 미준수로 인하여 화학사고, 안전사고 등의 발생이 집중되어 있어 사업장별 규제 이행을 위한 인프라 지원이 시급한 상황이다. 이에 대한 솔루션으로 사업장 내 화학안전관리체계 구축 지원과 화학규제 대응을 위해 화학물질 및 유해화학물질 정보를 체계적으로 관리하는 기반과 국내 5대 화학규제¹⁾ 법정 의무 사항 이행을 지원하는 화학물질 추적·관리 시스템과 시스템을 통해 도출한 결과를 민간전문기관에 전달하여 신속하게 온라인으로 컨설팅을 받을 수 있는 화학물질 진단·처방 플랫폼을 개발하였다. 이러한 화학물질관리시스템을 사업장에 보급함으로써 유해화학물질 정보 확보용으로 안전사고 피해를 경감하고, 화학물질 유해성 정보를 사전에 파악하여 근로자 및 소비자의 안전성과 정보전달 효율성을 제고하며, 사업장 전과정 화학안전관리체계 확립에 따라 화학사고를 사전에 예방할 수 있는 공공기반 서비스를 제공하고자 한다.



〈 화학물질관리시스템 정보 처리 체계 〉

참고문헌

1. 환경부, “화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률”(2015)
2. 환경부, “화학물질관리법”(2015).
3. 고용노동부, “산업안전보건법”(2015).
4. 산업통상자원부, “고압가스안전관리법”(2016).
5. 국민안전처, “위험물안전관리법”(2016).

1) 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률, 화학물질관리법, 산업안전보건법, 고압가스안전관리법, 위험물안전관리법

CT-41 청정융합

플라티늄이 도포된 티타늄과 스테인리스스틸 전극을 이용한 국내 하수처리의 전기분해적 특성

우메시 기미레, 오상은*
강원대학교 식품환경융합학과 바이오자원환경전공

Effect of Electric Voltage on Treatment of Domestic Wastewater by Electrochemical Process using Platinum Coated Titanium and Stainless Steel Electrodes

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

Domestic wastewater generated from the houses and apartments are the complex mixture of suspended solids, biodegradable organics, dissolved inorganics and microbial pollutants which are difficult to oxidize by biological or chemical process. Before discharging such effluents in streams or rivers it should be treated to remove the pollutants, otherwise it can cause high oxygen demand in the receiving water which is harmful for both aquatic ecosystem and human beings too. The present work aims to study the effect of electric voltage on the removal of ammonia-nitrogen, color and COD from domestic wastewater by electrochemical process in which platinum coated titanium and stainless steel was used as the cathode and anode material respectively. The effective surface area of the anode was 50 cm² with 2 mm as a separation between electrodes. In order to supply power to the reactor, the regulated DC power supply was used with current as 3A and varying reactor voltage of 0.6V, 1.2V, 3V and 5V. The system was run for seven days and the sample was analyzed in a daily basis. The results indicated that the NH₄⁺-N, COD and color removal was directly proportional to the electric voltage applied between the electrodes. The experimental results indicated that 88% of NH₄-N was removed efficiently at an electric voltage of 5V whereas only 25%, 8% and 2.8% of NH₄-N was removed at an electric voltage of 3V, 1.2V and 0.6V respectively over the seven days. Similarly at 5V the removal of color and COD was around 84% and 94% respectively. Over the seven days of experiment pH of wastewater with applied 5V increase from 7.1 to 8.5 and the electrical conductivity decrease from 0.66 mS/cm to 0.4 mS/cm.

참고문헌

1. Vlyssides, A.G., Karlis, P.K., Rori, N., and Zorpas, A.A., "Electrochemical treatment in relation to pH of domestic wastewater using Ti/Pt electrodes," Journal of Hazardous Materials., B95, 215-226 (2002).
2. Gyger, F.R., and Braunscheidel, E.D., AIChE Symposium seires 73, 167, 233 (1976).
3. Berthouex, M.P., Hunter, G.W., Pallesen, L., and Shih, Y.C., Water Res. 12, 957 (1978).

CT-42 청정융합

우리나라 주요 수출 품목 경쟁력 확보를 위한 국제환경규제 선제대응 기술 분석

안재현, 배하나, 이한웅, 이귀호*
한국생산기술연구원

Analysis on Technology to Preemptively Comply with International Environmental Regulation for Securing Competitiveness of Korea's Commodity Exports

Jae-Hyun Ahn, Hana Bae, Han-Woong Lee, Kwiho Lee*
Korea Institute of Industrial Technology

자유무역협정(FTA) 확산에 따라 환경규제의 강화를 통해 자국 산업을 보호하려는 무역기술장벽화 현상이 두드러지고 있다. 국내 산업별 수출규모에서 64.1%를 차지하는 전기전자, 자동차, 화학 등의 산업이 무역제한 조치와 연계된 환경규제의 적용을 받고 있어, 환경규제의 강화는 우리나라 무역수지 악화로 이어질 가능성이 높다. 그러나 Porter(1995)에 의하면, 환경규제의 강화는 제품 및 공정 혁신에 긍정적인 영향을 미쳐 시장 경쟁력 확보의 기회가 될 수도 있다. 본 연구에서는 우리나라 13대 주력 수출 품목(반도체, 석유제품, 자동차, 일반기계, 석유화학 등)에 적용되는 주요 수출국가의 환경규제를 분석하고 선제 대응을 통해 수출 경쟁력을 확보할 수 있는 기술을 발굴하고자 하였다. 특히 2017년 이후 시행 예정 환경규제 및 만료 예정인 규제 예외 조항 분석을 통해 실질적인 수요 기반의 기술 목록을 도출하고 기술개발 소요 기간 및 파급 효과 등을 기준으로 선제 대응 기술 군을 선별하였다. 13대 수출품목을 중심으로 화학산업, 전기전자산업, 자동차 산업 등 3대 산업으로 기술을 분류하고 유해물질규제, 자원순환규제, 에너지 규제 등에 따른 기술적 현황 및 이슈, R&D 전략 방향성을 제시하였다. 주요 선제대응 기술로는 배터리 전해질 및 양음극 소재 기술, 프탈레이트 가소제 함유량 평가 기술, 고효율 OLED 패널 기술, PAHs-Free 타이어 제조 및 이중 탄성체 블렌드 기술 등이 도출되었다.

참고문헌

1. 한국생산기술연구원 외, 2015-2016 주요 산업·국가별 무역환경규제 대응 가이드라인 (2015).
2. 한국산업기술진흥원, 국제환경규제를 활용한 신성장동력 창출방안 (2013).
3. 김종호, 하봉찬, 환경규제의 강화가 생산성에 미치는 영향에 대한 연구 (2012).
4. Francis G. Hilton and Arik Levinson, "Measuring Environmental Compliance Costs and Economic Consequences : A Perspective from the U.S." (2000).
5. Akira Hibiki, Toshi H. arimura, and Shunsuke Managi, "Environmental Regulation, R&D, and Technological Change" (2010).
6. 한국무역협회 무역통계(www.kita.net).

CT-43 청정융합

용융탄산염 보조전원유닛용 디젤 처리장치의 경제성분석과 최적화

Agnesia Permatasari, 유준*
부경대학교 화학공학과

Techno Economic Analysis and Optimization of 500kW Diesel Processing for Auxiliary Power Unit (APU) Based on Molten Carbonate Fuel Cell (MCFC)

Agnesia Permatasari, Jay Liu*
Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

Fuel cells based APU (Auxiliary Power Unit) is promising technology used to meet energy needs and environmental friendly. Fuel cells convert hydrogen into electrical energy with high efficiency and low pollutants. Among many types of fuel cells, the MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell) is considered in this work. This study uses diesel as a feed, but it contains sulfur component like Dibenzothiophene (DBT). Sulfur tolerance are allowed to MCFC module is not more than 0.5 ppm, because it can poison and affect the performance of the fuel cell. For reduce sulfur component, desulfurization process is needed. Raw diesel in this study containing 10 ppm of DBT and reduced to 0.1 ppm. After desulfurization, diesel with low sulfur will through several processes, such as steam reforming, water gas shift and then goes to purifying unit, then hydrogen formed from that process will go to MCFC unit to convert into 500 kW of electrical energy. All processes ranging from diesel convert to hydrogen, and hydrogen enter the MCFC unit to convert into electrical energy simulated by Aspen HYSYS. Within techno economic analysis, working capital and fixed capital investment (FCI) were estimated at \$910,000 and \$6,890,000, respectively. Utility cost, total installed cost and manufactured cost were \$361,000, \$4,760,000 and \$4,701,228. The electricity cost for this MCFC based APU calculated by \$1.4/kW.

Oxidative Transformation of Organic Substrates and Scope of the Method for Environmental Application

Rahul Kumar, Sarita Dhaka, Byong-Hun Jeon*

¹Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul

*Corresponding Author (Byong-Hun Jeon), E-mail: bhjeon@hanyang.ac.kr

The oxidative degradation of organic pollutants is a widely accepted treatment methodology for remediation purpose [1,2]. The chromate and permanganate used in conventional oxidation of organic substrates generate large amounts of harmful waste. To minimize harmful wastes green oxidants, e.g. dioxygen or peroxides could be recommended [3]. H₂O₂ is of particular choice due to its clean and environment friendly nature. In this study inorganic materials were prepared and characterized spectroscopically. These materials catalyze the oxidation of styrene and cyclohexene using H₂O₂ as oxidant and sodium bicarbonate as co-catalyst. Styrene gave two reaction products namely, phenylacetaldehyde as major product and styrene oxide as minor product. Oxidation of cyclohexene gave only one product 2-cyclohexene-1-ol. In the presence of green oxidant (H₂O₂) these complexes effectively catalyzed the oxidation of secondary alcohols viz. 1-phenylethanol, 2-propanol and 2-butanol, using conventional liquid phase and microwave-assisted methods. The effect so far amounts of catalyst, amounts of oxidant, amounts of solvent and temperature have been investigated. Secondary alcohols 1-phenylethanol, 1,2-butanol and 2-propanol gave 91-93% conversion in 20h, 86-87% conversion in 8h and 90-94% conversion in 6h, into their corresponding ketones. All catalysts precursors and their catalytic potentials are observed to be efficient. Nitrogen based additive accelerates their action and reduces the equilibrium time. The microwave assisted technique proves to be a time efficient system.

참고문헌

1. Ten Brink, G.-J., Arends, I.W.C.E., Sheldon, R.A., Green, catalytic oxidation of alcohols in water, *Science*, 287 (5458), 1636-1639 (2000).
2. Mallat, T., Baiker, A., Oxidation of alcohols with molecular oxygen on platinum metal catalysts in aqueous solutions, *Catalysis Today*, 19 (2), 247-283 (1994).
3. Fernandes, R. R., Lasri, J., Guedes da Silva, M. F. C., Da Silva J. A. L., Frausto da Silva, J. J. R. and Pombeiro, A. J. L., *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 351, 100-111 (2011). Rahul Kumar¹, Sarita Dhaka¹, Byong-Hun Jeon^{1*}

Development of customized power management system for high voltage generation and energy efficiency of Microbial fuel cell

Young Eun Song, Byung-Hun Jeon¹, Jung Rae Kim*

School of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University, Busan, Korea, 46241

¹Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul, 04763, Korea

The MFC employs exoelectrogenic biofilms on the electrode as a biocatalyst for electricity generation from various biomass feedstock, and has recently been applied to value-added chemical production. However, the low power and voltage production hinder the practical application and scale up of MFC system. Thus power management system (PMS) needs to develop to increase output voltage and power. This study focus on development of customized voltage boosting system with PMS for MFC. We have designed a switching system of capacitor based boost circuit (CBBC), and combine with commercial DC/DC boost converters (DBC). The CBBC can charge and discharge current produced from MFC, and provide power high source voltage into DBC. As a result, the CBBC can elevate voltage from 0.77 to 1.54 V of output voltage. In the CBBC-DBC connected system, we investigate the performance of voltage boosting using different type of DBCs. The PMS implemented with LTC3429 could charge the capacitor (1000UF) to 3.3V within 5 sec which is ten times faster than TPS61200 and other boost converter.

참고문헌

1. Wang H., Park J.-D., and Ren Z. J., "Practical Energy Harvesting for Microbial Fuel Cells: A Review." *Environ. Sci. Technol.*, **49**(6), 3267-3277 (2015).
2. Karra U., Muto E., Umaz R., Kölln M., Santoro C., Wang L., and Li B., "Performance evaluation of activated carbon-based electrodes with novel power management system for long-term benthic microbial fuel cells." *Int. J. Hydrogen Energ.* **39**(36), 21847-21856 (2014).
3. Yang F., Zhang D., Shimotori T., Wang K.-C. and Huang Y., "Study of transformer-based power management system and its performance optimization for microbial fuel cells." *J. Power Sources.* **205**, 86-92 (2012).

Long-term production of bioethanol in repeated-batch fermentation of microalgal biomass using immobilized *Saccharomyces cerevisiae*

Marwa M. Eldalatony, Sung-Eun Chang, Byong-Hun Jeon*

Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul, 133-791, South Korea

The use of biomass in many technological processes is crucial for the development of biorefineries in terms of energy, economy and environmental sustainability [1]. Among the biorefinery products, biofuel from non-food biomass could be used as a renewable fuel in the automotive sector [2]. Bioethanol derived from microalgae have promise as carbon-neutral replacements for fossil fuel [3]. Selective fermentation could improve microalgae-based biofuel by managing microbial processes [4]. In this study, two different processes [(1) separate hydrolysis and fermentation (SHF) and (2) simultaneous saccharification and fermentation (SSF)] have been investigated for fermentative bioethanol production from a carbohydrate rich *Chlamydomonas mexicana* (YSL008) biomass. SSF was selected as an efficient fermentation process to enhance the bioethanol yield from microalgal biomass through repeated-batches (7-cycles) using immobilized yeast cells. Combined sonication and enzymatic hydrolysis of *C. mexicana* released 445 mg/g of total reducing sugars (TRS), which led to a production of 10.5 and 8.5 g/L of bioethanol in SSF and SHF, respectively. Most of the TRS was consumed by the yeast reaching a relative consumption efficiency of 91-98%. Bioethanol yield of 0.52 g/g (93.6%), and the volumetric productivity of 0.22 g/L/h were achieved after 48 h of SSF. Immobilized yeast cells enabled repetitive production of bioethanol for 7 cycles. An average utilization rate of TRS (80%) was obtained by immobilized cells for 7 cycles. Alginate beads (AB) which regenerated in yeast medium showed the fermentation efficiency up to 89% for five consecutive cycles. This study demonstrates that 28% of microalgal biomass was converted to energy in the form of bioethanol. Repeated-batch SSF using immobilized yeast cells demonstrates the possibility of cost-effective bioethanol production and increasing bioethanol productivity.

참고문헌

1. Godfray H.C.J., Beddington J.R., Crute I.R., Haddad L., Lawrence D., Muir J.F., Pretty J., Robinson, S. Thomas S.M., Toulmin C., Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People, *Science*, 327 (2010) 812-818.
2. Tan IS, Lee KT: Comparison of different process strategies for bioethanol production from *Eucheuma cottonii*: An economic study. *Bioresource Technology* 199 (2016) 336-346.
3. Gnansounou E, Raman JK: Life cycle assessment of algae biodiesel and its co-products. *Applied Energy* 161 (2016) 300-308.
4. Tomas-Pejo E, Oliva JM, Ballesteros M, Olsson L: Comparison of SHF and SSF processes from steam-exploded wheat straw for ethanol production by xylose-fermenting and robust glucose-fermenting *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Biotechnology and Bioengineering* 100 (2008) 1122-1131.

가스발생량 측정을 위한 미생물호흡측정장치

강우창, 신범수¹, 오상은*
강원대학교 식품환경융합학과 바이오자원환경전공
¹강원대학교 바이오시스템공학과

A Respirometer System for Biogas Measurement

Woo-Chang Kang, Bum-Soo Shin, Sang-Eun Oh*

Department of Bioconvergence Scienced and Technology, Kangwon National University, Chuncheon-si, Gangwon-do, South Korea

¹Department of Biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon-si, Gangwon-do, South Korea

바이오가스는 현재 사용되는 화석연료를 대체할 수 있는 연료로 주목받고 있으며 축산분뇨의 메탄 발효 등으로 생성이 가능하다. 일반적으로 생성되는 바이오가스의 양을 측정하는 방법은 주로 미세압력을 이용하거나 주사기를 이용하여 생성량을 확인(Owen's method), 가스포집봉투(bag)에 가스를 포집하여 생성된 가스량을 측정, 오일로 채워진 관에 생성되는 가스가 통과되면서 버블로 바뀌게 되고 이 버블의 부피가 일정하다는 가정하에 생성된 버블의 수를 셈으로써 양을 측정하는 방법(Challenge respirometer)을 사용해왔다. 이 중 Challenge respirometer의 장점은 시간에 따라 생성되는 가스의 양을 실시간으로 자동 측정이 가능하며 1 atm로 반응기 내 headspace의 압력을 유지하면서 생물학적 반응을 진행 시킬 수 있다. 하지만 본 연구를 위해 실험을 진행하던 도중 가스의 발생 속도에 따라 미세하지만 버블의 크기가 달라지는 것을 확인하였고 이에 따라 단순히 버블의 크기를 고정된 후 발생하는 공기방울의 수를 세는 방식은 정확한 생성가스의 양을 측정할 수 없다고 판단하였다. 또한, 사용되는 LED의 고장이 잦고 고장 시 교환이 어렵다는 문제점이 있다.

따라서 본 연구는 Challenge 사의 제품의 단점을 보완하는 방법을 찾고자 진행되었다. Challenge 사의 단점을 해결하기 위해 생성되는 공기방울의 부피를 공기방울이 생성될 때 마다 측정하는 방식을 고안하였고, LED 대신 쉽게 탈부착이 가능한 발광다이오드를 이용하여 센서의 고장 시 교체가 쉽도록 하였다. 호흡측정기 셀에서 공기방울이 생성될 때 구의 형태로 생성 되도록 구성, 제작 하였으며 공기방울이 올라오는 관의 아래와 윗 부분(거리 1.5 cm)에 발광다이오드 센서를 설치하였다. 공기방울이 2개의 발광다이오드센서를 통과할 때 걸리는 시간을 이용하여 공기방울의 부피를 구하는 방식으로 호흡측정장치를 개발하였다. T1은 1개의 공기방울이 아래부분의 발광다이오드센서를 통과하는데 걸리는 시간이며 T2는 1개의 공기방울이 윗부분의 발광다이오드센서를 통과하는데 걸리는 시간이다. 이를 구의 부피를 구하는 공식에 대입하여 공기방울 마다의 부피를 계산, 합하는 방식으로 총 생성부피를 계산한다. 실험은 Syringe 펌프를 이용하여 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 2.0 mL/min의 유량으로 각각 10 mL 씩 주입하고 측정된 부피를 이용하여 factor 값을 구하였다. 유량을 변화시키면서 목표한 10 mL가 측정이 되는지 확인하였으며 factor 값을 이용한 경우 오차는 1%이내였다. 실제 가스발생을 측정할 수 있는지 알아보기 위하여 NO₃⁻-N 탈질실험을 준비하였다. NO₃⁻-N MCR을 이용하여 활성이 좋은 탈질 미생물을 확보한 후 이를 접종하여 NO₃⁻-N의 탈질을 진행시켰고 생성된 질소가스의 양을 측정하였다. 본 연구 및 개발된 장치는 기존 장치의 단점을 보완한 미생물호흡측정장치로 보다 정확한 측정이 가능하도록 하였으며 바이오가스의 생성량 측정외에도 미생물의 호흡량 측정 등 다양한 분야에 사용이 가능할 것으로 판단된다.

Ciprofloxacin toxicity and its co-metabolic degradation by a freshwater microalgae *Chlamydomonas mexicana*

Jiuqiang Xiong, Minsun Lee, Byong-Hun Jeon*

Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul, South Korea.

Extensive use of antibiotics has led to the ubiquitous distribution of antibiotics and their degradation products in the environment attracting emerging concerns[1]. Ciprofloxacin (CIP), a third-generation of fluoroquinolones, is one of the most widely detected antibiotics as a result of ineffective removal of CIP by conventional water treatment technologies, harming a wide range of microorganisms such as bacteria, algae, crustaceans and invertebrates even at low concentrations[2-4]. This study evaluated the toxicity and cellular stresses of ciprofloxacin (CIP) and its co-metabolic degradation in a freshwater green microalga *Chlamydomonas mexicana*. The toxicological effects of CIP on *C. mexicana* were assessed by evaluating the growth and biochemical characteristics of the microalgae including total chlorophyll, carotenoid content, malondialdehyde (MDA) and superoxide dismutase (SOD) activity. The calculated effective concentration (EC_{50}) of CIP on *C. mexicana* was 65 mg L^{-1} at 96 h. The growth of *C. mexicana* was significantly inhibited at increased concentrations of CIP, showing 36, 75 and 88% inhibition at 40, 60 and 100 mg L^{-1} CIP, respectively, compared to the control after 11 days of cultivation. The total chlorophyll, carotenoid, MDA and SOD activity were significantly increased as a result of relatively high concentrations of CIP stress. *C. mexicana* showed 13% removal of CIP (2 mg L^{-1}) after 11 days of cultivation; however, the addition of an electron donor (sodium acetate, 4 g L^{-1}) highly enhanced the removal of CIP (2 mg L^{-1}) by >3-fold after 11 days. Kinetic studies showed that removal of CIP followed a first-order model (R^2 0.94 - 0.97) with the rate constants (k) ranging from 0.0121 - 0.079 d^{-1} .

참고문헌

1. Kummerer K.. Antibiotics in the aquatic environment-A review-Part I. *Chemosphere* 7 (2009) 417-434.
2. Lapworth D.J., N. Baran, M.E. Stuart, R.S. Ward. Emerging organic contaminants in groundwater: A review of sources, fate and occurrence. *Environ. Pollut.* 163 (2012) 287-303.
3. Martins N., R. Pereira, N. Abrantes, J. Pereira, F. Goncalves, C.R. Marques. Ecotoxicological effects of ciprofloxacin on freshwater species: data integration and derivation of toxicity thresholds for risk assessment, *Ecotoxicol.* 21 (2012) 1167-1176.
4. Robinson A.A., J.B. Belden, M.J. Lydy. Toxicity of fluoroquinolone antibiotics to aquatic organisms, *Environ. Toxicol. Chem.* 24 (2005) 423-430.

Bioelectricity generation from glycerol by co-culture MFC using *Klebsiella pneumoniae* J2B and *Shewanella oneidensis* MR-1

Changman Kim, Cho Rong Lee, Soo Jin Jeong, Ju Hyun Baek, Byong-Hun Jeon¹, Jung Rae Kim*
School of Chemical and Biomolecular Engineering, Pusan National University, Busan, Korea, 609-735
¹Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul, 133- 791,
Republic of Korea

Glycerol conversion to useful energy and value-added chemicals is one of the interesting topics in bioprocess. Bioelectricity generations by exoelectrode using microbial fuel cells (MFCs) have used various organic waste materials and biomass feedstocks. However it has been reported that the most of well-known exoelectrogenic bacteria are not able to consume glycerol in anaerobic condition, thus bioelectricity generation from glycerol has not been studied. In this study, we apply co-culture systems of *Klebsiella pneumoniae* J2B and *Shewanella oneidensis* MR-1 for electricity generation from glycerol. In the co-culture system, *K. pneumoniae* J2B plays a role for glycerol consumer and lactate producers, while *S. oneidensis* MR-1 metabolize lactate and transferred electron on to electrode. Compared to MFCs with *K. pneumoniae* J2B or *S. oneidensis* MR-1 only, co-culture MFC can generate higher current density (~ 25 mA/m²). Power density curve and cyclic voltammetry demonstrates that electrical performance in co-culture MFC is higher than the single culture. Microbial community analysis presents that *S. oneidensis* MR-1 is attached with electrode while *K. pneumoniae* J2B is found in both suspension and electrode, which indicates that synergistic association of two species results in electricity generation with simultaneous glycerol uptake. Metabolite analysis shows glycerol consumption occurs in both pure culture of *K. pneumoniae* J2B, and co-culture MFC systems, but co-culture MFC uptakes more acidic byproducts. This result implicates that current generation from glycerol is possible using co-culture MFC systems. Further study needs to enhance electrical performance and value-added chemical productions from glycerol in MFC system.

참고문헌

1. Rosenbaum, M. et al., “*Shewanella oneidensis* in a lactate-fed pure-culture and a glucose-fed co-culture with *Lactococcus lactis* with an electrode as electron acceptor”, *Bioresource technology*, 102, 2623-2628, (2011).
2. Bourdakos, N. et al., “A Defined Co-Culture of *Geobacter Sulfurreducens* and *Escherichia Coli* in a Membrane-Less Microbial Fuel Cell”, *Biotechnology and Bioengineering*, 111(4), 709-718, (2014).

자가발열 고온 호기성 소화공정을 이용한 축산 분뇨의 처리특성

이세영, 고성윤, 오상은*
강원대학교 식품환경융합학과 바이오자원환경전공

Characteristics of Livestock Wastewater Treatment Using Autothermal Thermophilic Aerobic Bacteria

Se-Young Lee, Seong-Yun Ko, Sang-Eun Oh*

Department of Bioconvergence Sciencd and Technology, Kangwon National University, Chuncheon-si, Gangwon-do, South Korea

축산분뇨는 예로부터 식물의 영양공급원의 역할뿐만 아니라, 토양의 개량제로서의 역할을 충실히 수행하였으나, 현재는 작물이 이용할 수 있는 한계를 초과하여 생산된 축산분뇨를 어떻게 하면 합리적으로 처리할 것인가 하는 문제가 가장 큰 현안이 되고 있다. 가축 분뇨 발생량은 국내 전체 폐수 발생량의 적은 부분을 차지하고 있으나, 대규모 집단화 사육과 사육시설의 지역 편중화로 인하여 심각한 환경오염을 초래할 수 밖에 없게 되었다.

축산분뇨는 강원도 춘천시 팔미리에 위치한 농장에서 고액분리된 돈분뇨를 채취하여 실험하였다. 실험에 필요한 고온미생물을 배양하기 위해 동일한 크기의 반응조를 준비하고 고액분리된 분뇨를 약 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 2개의 동일 반응조를 준비한 후 벤츄리 타입의 펌프를 반응조 하단에 설치하고 고무튜브를 이용하여 내부의 공기가 순환되도록 하였다. 또한, 설정된 실험조건에 맞는 유량으로 조절하기 위해 공기유량계를 설치하였다. 미리 배양된 고온미생물 용액 200ml와 고액분리액 약 10Lml를 투입하여 실험부피 15 L가 되도록 하였으며 공기유량은 각각 100~150 mL/min, 5L/min이 되도록 조절하였다. 분석항목은 T-N, T-P, COD, SS, VSS, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N, pH, EC, 온도, NH₄⁺-N, 알칼리도이며 분석항목에 따라 매일분석(pH, EC, 온도), 2일간격 분석(NH₄⁺-N, 알칼리도), 3일간격 분석(T-N, T-P, COD, SS, VSS, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N)로 나누어 분석을 실시하였다. 초기농도와 운전이 종료된후의 농도를 각각 비교한결과, pH는 양쪽모두 공기를 폭기함에따라서 상승하였고 EC는 각각 1번반응조와 2번반응조 37%, 41%제거 되었다.

암모니아는 양쪽 반응조에서 모두다 90%이상 감소하였고, COD는 1번반응조에서 28일 이후에 61.4%가 감소하였고 2번반응조는 3일안에 40%이상 감소하였고 비슷한 값을 유지하였다.

T-N은 1번과 2번반응조에 40%, T-P는 60%이상 감소하였다. SS와 VSS의 경우 1번반응조에서 45, 36%의 감소를 했고 2번반응조는 처음과 비슷한 값을 유지하였다.

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).

일반세션
오염저감

3월 24일(목) 13:30~15:15
그라벨호텔제주 홀C

CT-51 오염저감

생물학적 복합공법을 이용한 대규모 원위치 유류 토양오염 저감

이태호*

한양대학교 산업과학연구소

in-situ Remediation of Actual Oil-contaminated Site by Bio-hybrid Technology

Tae Ho Lee*

Research Institute of Industrial Science, Hanyang University, Seoul, 133-791, Korea

산업적으로 사용되는 많은 화학물질은 원료로서 전환되기도 하지만 누출, 공정상의 건조 등에 의해 대기, 수질, 토양오염의 직간접적인 원인이 되곤한다. 각 환경오염의 형태에 따라서 대기, 수질, 토양오염의 양상은 매우 다르며 그 대체 방법 역시 다른 접근을 할 수 밖에 없다. 대기오염의 경우 확산되는 문제가 다루기 어려운 이유 중 하나라면 토양오염의 경우에는 비균일한 오염부지내의 토양성상과 오염된 지하환경과는 별개로 건설된 지상의 많은 구조물들이 정화작업에 많은 제한 요소로 작용한다.

본 연구에서는 상기 기술한 유류에 의한 토양오염에 적용할 수 있는 생물학적 기술과 이를 보완하는 복합기술에 대해 알아보았다. 실제 현장에 적용하고자 고효율 유류분해 미생물을 분리 동정하고 이를 대규모 실제유류오염 현장에 적용하여 실제 토양내 유류오염을 저감하였다. 지상부 구조물의 안전성을 위해 굴착에 의한 오염토양의 처리를 지양하고 미생물 투입정과 공기주입정 등을 다수 설치하여 지하속에서 원위치(*in-situ*) 방법을 사용하였다. 오염토양의 면적은 약 16,131m², 부피는 약 85,803m³ 이었으며 최고 높은 초기 유류오염농도는 BTEX 2,833mg/kg, TPH(total petroleum hydrocarbon) 9.940mg/kg로 나타났다. 다른 유류오염 현장 토양으로부터 적용할 미생물을 분리하기 위해 BTEX을 사용하여 집식배양과 미생물 분리를 수행한 결과 *Rhodococcus* sp.를 얻었고 이 미생물 대량 배양하여 오염현장에 미생물 영양제와 더불어 주입한 후 통기에 의해 산소를 공급, 오염을 저감하는 방법을 사용하였다. 미생물을 적용한 생물통기법(bioventing)과 더불어 토양증기추출법(SVE), 토양세척법 등을 복합적으로 적용한 결과 모든 토양오염지역에서 기준치 이내(BTEX 30 mg/kg)로 저감할 수 있었다.

CT-52 오염저감

오일필터를 활용한 복합형 백연저감장치의 설치 및 효율검증

오은석*, 이주경, 양연식
안산녹색환경지원센터

안산스마트허브에는 약 7,000여 개의 업체가 입주하고 있으며 그중 염색업체는 100여개 업체로 약 1.5%를 차지하고 있음. 염색업종에서 발생하는 악취가 전체 발생악취의 약 6% 차지하고 있으며 염색업종의 공정 중 사용되고 있는 각종 유연제, 대전방지제 등이 고온처리에 의해 오일미스트 형태로 배출되고 있어 대기오염의 주범이 되고 있음.

또한, 반월염색단지는 고잔신도시(주거지)와 직선 이격거리가 300m밖에 떨어져 있지 않아 악취민원이 다량발생하고 있어 백연의 제거와 동시에 백연 속에 포함되어 있는 기름의 제거를 위하여 오일필터를 활용한 복합형 저감시설을 설치함.

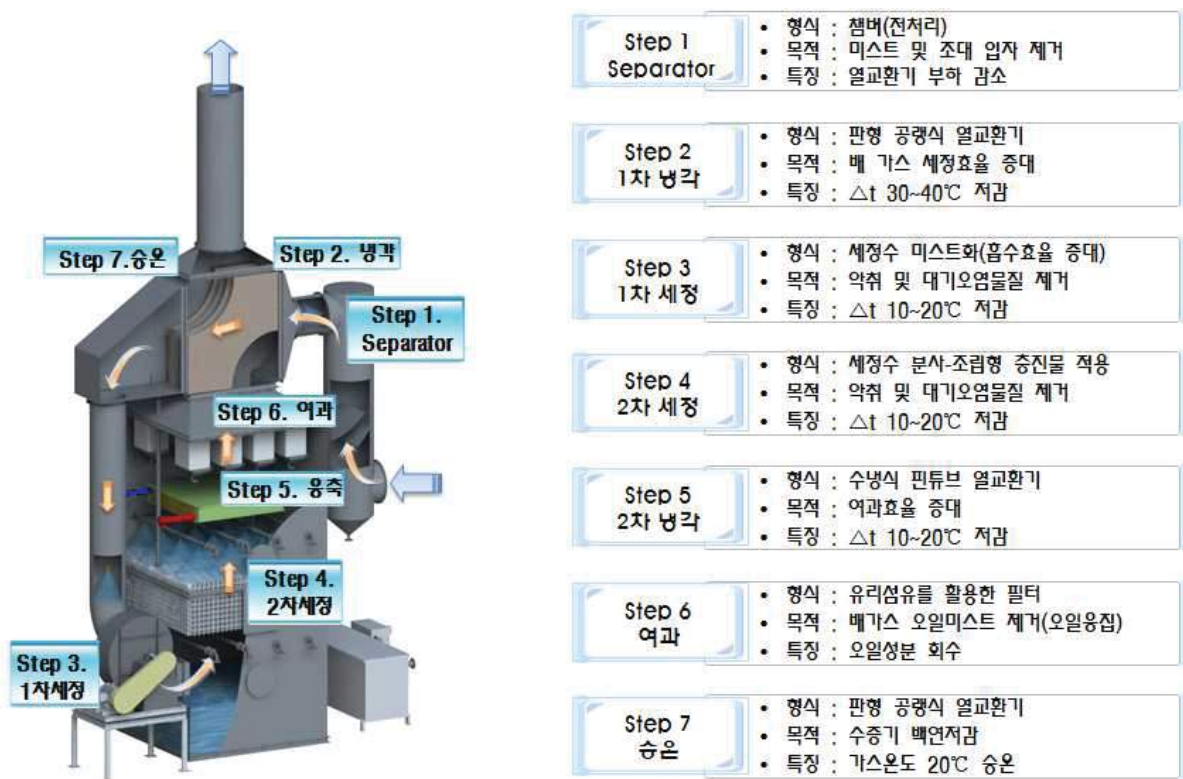


그림. 복합형 백연저감시설 및 Step 별 특성

- 복합악취의 경우 기존스크러버에 비해 30% 정도 효율이 상승함.
- 기름의 경우 기존 스크러버에서는 세정수에 의해 버려지지만 복합형 백연저감시설에서 30L/day정도 회수되어 향후 재활용이 가능할 것으로 판단됨.
- 백연의 경우 기존시설에 비해 육안으로 관찰시 90%이상 제거되는 것으로 관찰됨.

CT-53 오염저감

Photocatalytic Degradation of Dyes using Ag/ZnFe₂O₄/rGO Nanocomposites

Amr Hussein Mady Hussein, Marjorie Baynosa, Jae-Jin Shim*

Department of Chemical Engineering, Yeungnam University

In this work, Ag/ZnFe₂O₄/rGO nanocomposites were synthesized and characterized by SEM, TEM, XRD, XPS, BET and TGA. Photocatalytic degradation of methylene blue, methyl orange and rhodamine B dyes under UV light source was studied using the nanocomposites. Almost 100% percent degradation of the dyes at varying concentrations was achieved under the conditions used during the experiments. The nanocomposites were found to be stable and reusable even after five cycles of adsorption and photocatalytic degradation. The mechanism and kinetics of the photodegradation were also investigated.

Keywords: photocatalysis, methylene blue, methyl orange, rhodamine B, nanocomposite

공기 다단연소 기술을 적용한 석탄 등급에 따른 질소산화물과 미연탄소분 배출 특성에 관한 연구

조홍민, 김정우, 임호, 전충환*
부산대학교 기계공학부

A Study of Coal Rank Influence on Emission Characteristics of NO_x and Unburned Carbon Using Air Staging Technology

Hong-Min Cho¹, Jeong-Woo Kim¹, Ho Lim¹, Chung-Hwan Jeon^{1,*}
¹School of Mechanical Engineering, Pusan National University

미분탄화력발전은 국내전력생산의 39%, 아시아지역 전력수요의 60%를 차지하며, 세계전력생산의 42%로 세계 최대전력생산원이다. 최근 산업발전이 활발히 진행 중인 중국, 인도, 인도네시아 등의 석탄수출 국가들은 석탄수출량 조절정책과 고품위탄의 상대적인 고가에 따라 석탄의 시장가격을 상승시켜 고품위 유연탄의 안정적인 공급을 어렵게 하고 있다. 이와 같은 상황에서, 석탄사용량의 전체를 수입에 의존하는 국내 발전사들은 보다 안정적인 원료수급과 발전단가의 경쟁력 제고를 위해 저등급 석탄의 사용량을 증가시키고 있다. 이러한 국내 공급석탄의 다변화에 따른 보일러 내 연소생성물의 특성 변화로 인해 보일러 내부 및 운영 시스템의 문제가 발생하고 있으며, 그에 따라 발전시스템 설계와 운전기술의 변화가 요구되고 있다. 본 연구에서는 단일연소와 공기다단연소가 가능하도록 설계된 Two stage drop tube furnace(Two-stage DTF)를 이용한 연소실험을 통하여, 석탄 등급에 따른 질소산화물(NO_x) 및 미연탄소분의 배출경향을 알아보고자 하였다. 연구를 위하여 역청탄 2종, 아역청탄 2종, 고회분탄 2종, 총 6개 탄종을 준비하였고, 1100°C, 1300°C, 1500°C에서 단일연소실험과 Air-staging을 적용한 2단(상단 1400°C, 하단 1200°C)연소실험을 진행하였으며, 각 실험에서 NO_x와 미연탄소분 배출량을 측정하여 비교하였다. 같은 온도 및 연소 조건에서 역청탄이 아역청탄과 고회분탄보다 미연탄소분 배출량이 높게 측정되었고, NO_x 생성의 경우 아역청탄이 역청탄보다 높게 나타났다. 특히 비슷한 NO_x 배출량을 가질 때, 공기다단연소실험의 미연탄소분 배출량이 단일연소실험의 미연탄소분 배출량보다 낮았으며 이와 달리, 같은 온도의 단일연소실험과 비교하였을 때 공기다단연소실험에서 측정된 미연탄소분 배출량이 높아짐을 확인 할 수 있었다. 본 연구로부터 NO_x와 미연탄소분의 배출은 서로 반비례하는 경향을 가지며, 고온으로 갈수록 NO_x 배출량은 증가하고 미연탄소분 배출량은 감소하는 경향을 확인 할 수 있었다.

참고문헌

1. 김성곤, "DTF를 이용한 미분탄 연소에서 연료비와 온도가 NO_x 배출에 미치는 영향". *대한기계학회 2009년도 추계학술대회 강연 및 논문 초록집*, pp. 2475-2480, 2009. 11.
2. Sang-In Kim, "Effect of Ash Content on Unburned Carbon and NO_x Emission in a Drop Tube Furnace". *Trans. Korean Soc. Mech. Eng. B*, Vol. 38, No. 12, pp. 963~969, 2014.
3. Masayuki Taniguchi, "A role of hydrocarbon reaction for NO_x formation and reduction in fuel-rich pulverized coal combustion", *Combustion and Flame* Volume 157, Issue 8, Pages 1456 - 1466, August 2010.
4. Masayuki Taniguchi, "Staged combustion properties for pulverized coals at high temperature", *Combustion and Flame* Volume 158, Issue 11, Pages 2261 - 2271 November 2011.

* Corresponding author : chjeon@pusan.ac.kr

산소부화 환경에서 초청정석탄의 연소특성

박영범¹, 김종필¹, 전충환^{1,2,*}

¹부산대학교 기계공학부, ²부산대학교 화력발전에너지분석기술센터

Combustion Characteristics of Ash-free Coal in Oxygen-enriched Environments

Yeong-Beom Park¹, Jong-Pil Kim¹, Chung-Hwan Jeon^{1,2,*}

¹School of Mechanical Engineering, Pusan National University, ²Pusan Clean Coal Center, Pusan National University

Ash-free coal produced by the solvent extraction method to remove inorganic components from raw coal can be one of the promising clean coal technologies for high efficiency and low emission. Further, oxygen-enriched coal combustion with increase in the oxygen concentration of the primary combustion air can be the appropriate technology to achieve emission reductions and reductions in flue gas cleanup costs. In this study, we try to investigate the oxygen-enriched combustion using ash-free coal in order to consider for one method of reducing CO₂ emissions. From proximate analysis of the ash-free coal using a thermogravimetric analyzer (TGA), ash content was 0.2 wt.% but its volatile matter was 38.34 wt.%. However, thermal characterization test showed that the ash-free coal was liquid-like state in the beginning at high temperature and was changed to solid state later. This solid state may interrupt a continuous combustion reaction. Thus, in this study, samples (volatile matter: 19%) removed approx. half of the volatile matter in the ash-free coal were used for the oxygen-enriched coal combustion with 21-30% oxygen content air. The coal heating reactor with a platinum wire mesh and the drop tube furnace (DTF) were used to investigate the combustion characteristics such as combustion temperature, reaction time, CO₂ emission, and unburned carbon.

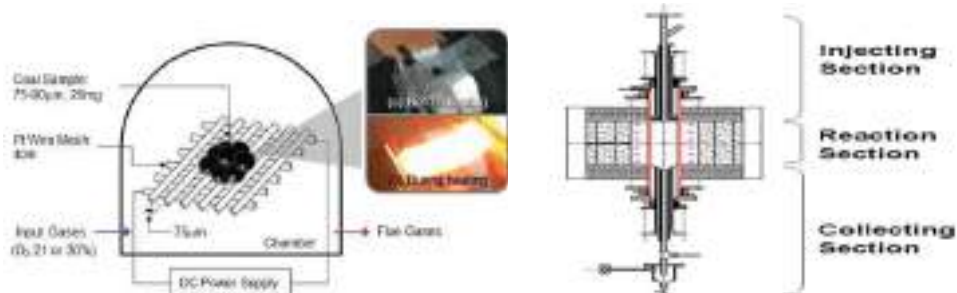


Fig. 1. The coal heating reactor and the drop tube furnace for oxygen-enriched combustion.

참고문헌

1. Kim J. P., Choi H. K., Chang Y. J., Jeon C. H., "Feasibility of using ash-free coal in a solid-oxide-electrolyte direct carbon fuel cell" *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(15), 11401-11408 (2012).
2. Said A. O., Gupta A. K., "Oxygen Enriched Air Effects on Combustion, Emission, and Distributed Reaction" *Journal of Energy Resources Technology*, 137(4), 042203-1-042203-6 (2015).
3. Wu K. K., Chang Y. C., Chen C. H., Chen Y. D., "High-efficiency combustion of natural gas with 21 - 30% oxygen-enriched air" *Fuel*, 89, 2455 - 2462 (2010).

* Corresponding author: chjeon@pusan.ac.kr

CT-56 오염저감

자살예방용 착화탄 제조 및 CO가스 저감효과 분석

김종호¹, 김승희¹, 이준석², 전충환^{1,2,*}

¹부산대학교 기계공학부, ²부산대학교 화력발전에너지분석기술센터

Fabrication of a Char Coal for Preventing Suicide and Analysis of Carbon Monoxide Gas Reduction Effectiveness

Jong-Ho Kim¹, Seung-Hee Kim¹, Jun-Seog Lee², Chung-Hwan Jeon^{1,2,*}

¹School of Mechanical Engineering, Pusan National University, ²Pusan Clean Coal Center, Pusan National University

대한민국은 OECD 가입 국가 중 최고수준의 자살률을 기록하고 있다. 특히, 착화탄 사용 질식사망자는 2007년에서 2013년까지 6년간 20배의 증가율을 보이며 국내 자살률 증가에 있어 큰 문제가 되고 있다. 이에 따라 착화탄 사용 질식사고를 줄이기 위한 연구가 수행되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 질식사고의 주요원인인 일산화탄소의 저감을 위해 글리세린, 산화철과 목재 연료인 톱밥 등의 조연제를 첨가하여 밀도는 동일하고 무게는 1/6로 축소시킨 착화탄을 설계 및 제작하여 실험을 진행하였다. 실험을 위하여 제작된 착화탄 연소장치에 10L/min으로 공기를 흘려주고 전기히터를 이용하여 500°C로 착화탄을 가열시켜 연소실험을 진행하였고 배출되는 가스는 MK9000 가스 분석기를 통해서 실시간으로 측정하여 기록하였다. 첨가된 조연제 중 글리세린은 저온에서의 연소성이 좋기 때문에 연소 초기의 일산화탄소를 저감시키는 특성을 보였으며 산화철은 연소 시에 부족한 산소량을 공급하는 것으로 보였다. 또한, 톱밥은 착화탄의 주재료인 목탄에 비해 많은 휘발분을 포함하기 때문에 연소성을 향상 시키는 경향을 나타내었다. 조연제를 첨가하지 않은 기준탄과 첨가시킨 저감탄의 배출 가스를 비교한 결과 저감탄의 일산화탄소 배출량이 최대 20% 감소한 것을 알 수 있었다. 본 연구를 통해 착화탄 사용 자살사고 발생 시 일산화탄소의 저감효과로 인해 인명을 구하는데 기여 할 수 있을 것으로 기대된다.



Fig. 1. Char Coal Heating Device.

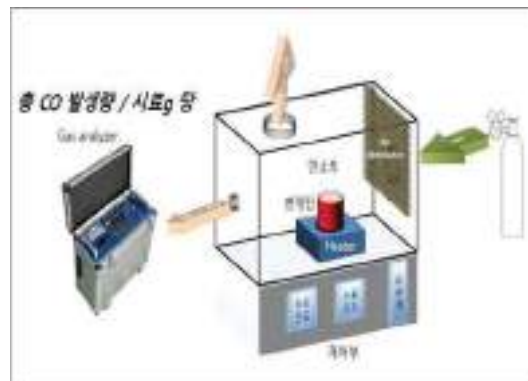


Fig. 2. Schematic diagram of the experiment.

* Corresponding author: chjeon@pusan.ac.kr

일반세션
청정신소재

3월 24일(목) 15:15~17:00

그라벨호텔제주 홀C

CT-57 청정신소재

하이브리드 도핑된 SiC 페이스트로 제작한 strip형태 히터의 제조 및 발열 특성

Fabrication of SiC Strip Film Heater Hybrid Doped with Carbon and Graphene and Their Heating Properties

김승현, 한상진¹, 김용성*

서울시 노원구 공릉동 서울과학기술대학교 172 NID 대학원

¹서울시 노원구 공릉동 서울과학기술대학교 172 공과대학 전기공학과

태양전지 산업에 필요한 요소 중에 하나인 Si 및 SiC 폐기물량이 증가 되고 있다. 그로인한 우리나라에서 Si 및 SiC 폐기물량이 공정에서 매년 2만톤 규모로 발생되고 있는 추세이다. 현 폐기물들을 처리하기 위한 방법은 매립 및 처분하는 방법밖에 없다. 그러나 매립된 고형체 폐기물이 시간이 지남에 따라 미세한 입자로 분해되어 환경오염의 원인이 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 환경오염 물질의 원천적인 방지를 위해 Si 및 SiC 미세 폐기입자를 이용해 신규제품의 원소재로 응용하기 위해 이들을 응용하는 연구의 일환으로 발열체 히터 소재로 응용하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 흑연 및 graphene을 하이브리드화하여 SiC 입자에 도핑해서 페이스트를 제조하였다 이때 graphene과 graphite를 일정 비율 첨가하여 전도성을 가진 페이스트를 제조하여 사용했다. 저 비용으로 친환경적인 발열소자를 사용해 환경오염까지 줄이는 방법을 연구하였다. 현 연구에는 전기적 특성을 확보하기 위하여 graphene과 graphite를 했으며 이를 페이스트화 하여 기관위에 스크린 프린팅 기법으로 strip형 히터를 제작하였다. 이 히터의 조성의 경우 SiC 45wt% , graphite 25wt%~45wt% , graphene 0wt%~25wt% , binder 10wt% 조성되었다. 발열측정 시에는 power supply를 이용하여 전압을 조절하였고 IR카메라로 발열 측정하여 전압에 따른 온도 및 전류 변화를 관찰했으며, 관찰 결과 이 히터는 SiC 45wt% , graphene 25wt% , graphite 20wt% , binder 10wt% 인 조성일 때 전압 45V에서 온도 350℃이상 상승 되었다. 위의 연구를 통해 graphene(카본 동소체)의 함량이 높을수록 낮은 전압에서 높은 전류가 흐른다는 것을 확인 하였고, 고열 히터로 발전시킬 수 있는 높은 가능성을 확인 할 수 있었다. 이 연구를 통하여 SiC(탄화규소) 폐기물을 친환경적인 발열소자로 사용함으로써 환경오염 감소 할 것이며, 대체 에너지자원으로 사용 될 것으로 판단한다.

감사

본 연구는 2010년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (No. 10038632).

참고문헌

1. 함동수 외5명, A Study on the Silicon Carbide Powder Synthesis in High Temperature Reductive Furnace

CT-58 청정신소재

전도성 섬유를 이용한 직물형 저항변화 메모리

조안재, 서영대, 고무석, 김채원 이미정*
국민대학교 신소재공학부

Woven resistive switching memory devices using conducting fibers for fabric electronics

Anjae Jo, Young Dae Seo, Museok Ko, Chaewon, Kim, Mi Jung Lee*
School of Advanced Materials Engineering, Kookmin University, Seoul 137-612, Korea

Resistive switching memory has been researched as a promising future memory in terms of excellent advantages such as non-volatile property, simple device structure and low power consumption. Recently, researches to apply resistive switching memory for wearable electronics have been presented using simple structure. In this work, we fabricate textile type resistive switching memory solely composed with one dimensional thread of conducting fibers. Typical bipolar characteristics of memory device were observed as well as good endurance (>1,000 cycles) using pulse mode measurement and retention property (>10,000 s). We also found this resistive switching phenomenon is related with formation of oxycarbide phase at the interface between native oxide and carbon through x-ray photoelectron spectra analysis and conductive atomic force microscopy measurement. Furthermore, we formed the memory devices to 1x10 crossbar array on cloth by simple sewing to see the possibility for integrated memory device arrays, and 70 % of devices worked after washing. As a result, we found this novel type of memory device is applicable to multiple array devices with proposed woven memory structure.

CT-59 청정신소재

Enhanced hole extraction of organic solar cells by combining multiple hole transport materials

Sangcheol Yoon, Hyebin Kim, Inchan Hwang*

Department of Electronic Materials Engineering, Kwangwoon University, Seoul 01897, Republic of Korea

We discuss the effects of a hole transport layer on photovoltaic performances of organic solar cells. The energy level alignment with the active layer determines whether to form Ohmic contacts, affecting the open-circuit voltage. The open-circuit voltage is determined by Fermi energy level splitting, which is influenced by a combination of the difference of work function of electrodes and the direct band gap of the polymer blends. The fill factor is determined by the rate of hole extraction. In this talk, we show a potential of copper (I) iodide as a hole transport layer, with discussion of the effects on photovoltaic performance and photo-stability. In addition, we show that the formation of a hybrid dual layer with MoO₃ can enhance short-circuit current, and discuss the origins.

Ultra thin Metal Film-based Transparent Conducting Electrodes for Flexible Solar Cells

Jungheum Yun*, Sung Hun Lee, Uk Hee Nam, Gun-Hwan Lee¹
Surface Technology Division, Korea Institute of Materials Science,
¹Commercialization Research Division, Korea Institute of Materials Science

Recent advances in technologies for flexible optoelectronic and photovoltaic devices have necessitated transparent conducting electrodes fabricated on highly flexible and heat-sensitive polymer substrates. These applications commonly require a high electrical conductivity and optical transparency for flexible transparent conducting electrodes. Conventional film-type electrodes made using transparent conducting oxides do not meet these requirements owing to serious limitations arising from their inherent material properties such as brittleness and relatively poor conductivity. We report here the synthesis of highly transparent, conductive, ultrathin metal (Ag or Cu) film electrodes sandwiched between oxide films using an innovative room-temperature reactive sputtering process that facilitates the highly reliable, scalable, continuous fabrication of the electrodes on polymer substrates. We successfully synthesized highly smooth, two-dimensional metal ultrathin films using the partial oxidation of metals with a trace amount of oxygen by suppressing the inherent three-dimensional clustering growth mode of pure metal films. This created flexible transparent conducting electrodes with excellent optoelectrical properties and oxidation resistance, largely surpassing the performance of currently available TCO and oxide-metal-oxide electrodes. Flexible organic solar cells employing the oxygen-doped metal-based oxide-metal-oxide electrodes exhibited record power conversion efficiencies on polymer substrates with excellent long-term stability and high mechanical flexibility.

CT-61 청정신소재

자동차엔진룸 언더커버의 유니소재화 적용 및 전과정평가

윤혜리, 유미진, 배하나, 이한웅*
한국생산기술연구원

Application for Uni-materialization and Life Cycle Assessment of the Undercover of Vehicle Engine Room

Hyeri Yun, MiJin Yu, Hana Bae, Hanwoog Lee*
Korea Institute of Industrial Technology

국내의 자원순환규제 및 친환경설계지침의 확대 및 강화로 기업은 자원순환형 친환경제품 개발을 위한 노력을 하고 있다. 그 중 하나의 전략으로 소재 및 구조를 개선한 유니소재화를 적용하여 환경영향을 저감하고, 순환자원을 확보하여 자원의 재활용률을 높이고자 한다.

본 연구에서는 자동차 부품 중 엔진룸 언더커버 부품을 기존 폴리우레탄 발포 패드의 소음성능을 구현할 수 있도록 유니소재화로 개발하고, 유니소재화 제품 평가 가이드라인을 적용한 사후, 기술가치평가 및 전과정영향평가를 실시하였다.

PP계 대나무 복합수지로 유니소재화 제품을 개발하였으며, 기존의 사출, 발포 등의 공정을 사출성형으로 단순화하였다. 본 제품 개발에 앞서 사전평가를 통해서 유니소재화 적용가능성을 판단하였으며, 제품 개발 이후 사후, 기술가치평가를 통해 사업화 여부에 대해서 판단을 하였다. 기술가치평가는 할인현금흐름법과 로열티법으로 평가하였으며, R&D 투자대비 상용화에 대한 분석 결과 자체 기술개발보다는 본 기술을 타 기업에 라이선스를 양도하는 것이 더 효율적이라고 분석되었다. 또한 전과정영향평가 결과는 자원고갈, 지구온난화, 산성화, 부영양화, 광화학적산화물생성에 대한 특성화값을 분석했으며, 모든 영향범주에서 유니소재화 제품의 영향이 평균 53% 감소하였다.

참고문헌

1. Guideline for assessment of the Uni-materialized Product, Environment Regulation Compliance Office, 2013.
2. Ju, H-S., and Yun, H-R., and et al., "A Discovery and Study on the Target Products Applicable Uni-material," *Journal of Cleaner Production.*, **19**(2), 173-183(2013).

포스터세션 I

3월 23일(수) 14:00~17:30

그라벨호텔제주 홀B

알루미늄노포스페이트계 제올라이트의 합성 및 수분 흡·탈착 특성 분석

김상걸, 조강희¹, 이은경², 이영우, 김종남^{1,*}
충남대학교, ¹한국에너지기술연구원, ²서강대학교

Synthesis and Water Adsorption/Desorption Properties of Alumino Phosphate Zeolites

Sang Kyum Kim, Kanghee Cho¹, Eun Kyung Lee², Young Woo Rhee, Jong Nam Kim^{1,*}
Chungnam National University, ¹Korea Institute of Energy Research, ²Sogang University

대부분의 에너지를 수입에 의존하고 있는 국내에서는 에너지의 효율적 활용에 대한 연구가 시급하다. 국내의 산업현장에서 발생하는 산업폐열에 대한 조사에 따르면 60~80℃사이의 저온 폐열이 가장 많지만 마땅한 사용처가 없어서 폐기되고 있다. 열에너지를 유효하게 이용할 수 있는 방안으로는 흡수식 냉방 시스템과 흡착식 냉방 시스템을 들 수 있다. 흡수식 냉방 시스템은 온수의 온도가 90℃ 이하로 내려가면 성능이 급격히 저하되어 저온 열원 구동에 적합하지 않다. 반면에 흡착식 냉방 시스템은 온수온도가 80℃ 이하에서 5~15℃의 냉열 생산에 적합하다. 냉매로서 물을 사용하기 때문에 프레온 냉매를 사용하는 기존 냉방 시스템과는 다르게 친환경적이다.

본 연구에서는 흡착식 냉방 시스템에 적합한 수분흡착제 개발의 일환으로 다양한 전이금속이 소량 함유된 알루미늄노포스페이트계 수분흡착제를 합성하였다. X-선 회절법을 통해 알루미늄노포스페이트의 합성 여부와 구조분석을 진행하였으며 흡착 조건(35℃)과 탈착 조건(80℃) 사이에서 흡착제의 동적 흡·탈착량을 측정하였다.

철강산업 부생가스를 이용한 수소 제조 공정을 위한 반응 조건의 최적화

김우형, 김성중, 김준우*, 고동준*
포항산업과학연구원

Optimization of Reaction Conditions for Hydrogen Production Process Using By-Product in Steel Process Industrial

Kim Woohyeong, Kim Sung Joong, Kim Joonwoo*, Koh Dong Jun*
Research Institute of Industrial Science & Technology

환경 규제가 강화됨에 따라 석유화학산업에서는 저급 중질유의 고도화 및 저유황 연료를 생산하기 위해 저가의 수소를 필요로 하고 있다. 철강 산업에서는 발생하는 부생가스를 이용해 촉매 반응으로 수소를 경제적으로 생산할 수 있다. 부생가스로는 고로 가스(Blast Furnace Gas, BFG), 코크스로 가스(Coke Oven Gas, COG), 제철전로 가스(Linze Donawitz Gas, LDG)가 있으며, 이 중 COG는 수소 성분이 많이 함유되어 있기는 하나, 황 및 타르 등 많은 불순물이 함유되어 전처리 비용이 많이 든다. 따라서 BFG와 LDG를 이용하여 수소를 제조하는 것이 경제적이다. 본 연구에서는 BFG와 LDG의 성분인 일산화탄소(CO)를 Water Gas Shift (WGS) 반응하여 수소를 제조함에 있어, 촉매 반응에 대한 조건을 최적화 하고자 한다. 고온 반응용(High Temperature Shift, HTS) 촉매로는 Fe-Cr 복합 금속 촉매, 저온 반응용(Low Temperature Shift, LTS) 촉매로는 Cu-Zn 복합 금속 촉매를 선정하여, HTS 촉매 반응에서 배출된 가스 조성을 LTS 촉매 반응에 적용하였다. 우선 열역학적 평형 모델을 이용하여 공정에서 발생할 수 있는 변수를 최소화하고자 하였으며, 이를 통해 WGS 반응에 미치는 핵심요소는 반응온도, steam/CO 비, 공간속도로 선정되었다. 각 대상 가스 별 HTS와 LTS 촉매는 반응 변수에 따른 CO 전환율과 H₂ 수율에 의해 평가되었다. 이에 촉매의 활성은 BFG 조성에서 HTS 기준으로 공간속도가 1500 h⁻¹, Steam/CO 비가 3, HTS와 LTS 반응 온도가 각 350℃, 200℃일 경우와 LDG 조성에서 공간속도가 1500 h⁻¹, Steam/CO 비가 3, HTS와 LTS 반응 온도가 각 300℃, 220℃일 경우에 가장 우수한 성능을 보였다. 마지막으로 실험을 통해 선정된 최적 변수값을 이용해 공정 시뮬레이션을 평가한 결과, 반응 실험과 유사한 결과를 도출하였다.

PA-03

The Absorption Breakthrough Characteristics of Hydrogen Chloride Gas Mixture on Potassium-Based Solid Sorbent at High Temperature and High Pressure

Jae-Young Kim, Young Cheol Park, Sung-Ho Jo, Ho-Jung Ryu, Jong-Ho Moon*
Korea Institute of Energy Research

In this study, the hydrogen chloride gas mixture absorption breakthrough behaviors of potassium (K)-based solid sorbents (K_2CO_3/Al_2O_3 , KEPCO-RI, Korea) were studied with varying inlet HCl concentration (175~700 ppmv), temperature (200~500°C), and pressure (1~20 bar) in a fixed-bed reactor (15 cm tall bed with 0.5 cm i.d.).

The sorption capacity increases with increasing temperature and increasing pressure, whereas it was not affected by the inlet concentration. KCl crystals are formed on the sorbent surface when K^+ ions from the K_2CO_3/Al_2O_3 sorbent are reacted with the Cl⁻ ion from HCl. Its optical, physical, and chemical characterizations were examined by SEM, EDAX, BET, TGA, and XRD before and after the breakthrough tests.

The main purpose of this study is to provide basic information on HCl sorption characteristics on K_2CO_3/Al_2O_3 solid sorbents for developing a high temperature and high pressure halogenide halide removal process.

매체순환연소를 위한 산소전달입자의 고속유동층 전이유속에 미치는 압력의 영향

김정환^{1,2,*}, 이동호¹, 류호정^{1,*}, 박영성²
¹한국에너지기술연구원, ²대전대학교

Effect of Pressure on Transition Velocity to Fast Fluidization of Oxygen Carrier for the Chemical Looping Combustion

Jung-Hwan Kim^{1,2,*}, Dong-Ho Lee¹, Ho-Jung Ryu^{1,*}, Yeong-Seong Park²
¹Korea Institute of Energy Research, ²Daejeon University

산소전달입자를 이용하여 공기반응기에서는 공기 중의 산소를 흡수하고, 이 산소전달입자를 연료반응기로 이송하여 산소전달입자에 포함된 산소와 연료가 반응하는 매체순환연소 기술은 연소 과정에서 CO₂를 원천적으로 분리할 수 있는 연소 중 CO₂ 회수기술의 하나이며 순산소연소와는 달리 공기 중에서 산소를 분리하기 위한 설비(Air Separation Unit, ASU)이 필요 없는 경제성 있는 기술이다. 매체순환연소기의 연속운전을 위해 공기반응기는 고속유동층 조건에서 조업되며 연료반응기는 기포유동층에서 조업된다. 따라서 기포유동층 조건을 결정하기 위해서는 최소유동화속도에 대한 정보가 필요하며 고속유동층 조건을 결정하기 위해서는 고속유동층 전이유속에 대한 정보가 필요하다. 최소유동화속도는 측정이 간편하여 수많은 실험과 상관식이 제시되었으나, 고속유동층 전이유속에 대해서는 실험결과와 상관식이 부족한 실정이며 특히 압력변화가 고속유동층 전이유속에 미치는 영향에 대해서는 연구결과가 제한적인 실정이다. 본 연구에서는 기포유동층과 고속유동층의 2탑 연결 가압 순환유동층 실험장치를 이용하여 매체순환연소기에 사용되는 산소전달입자의 최소유동화속도와 고속유동층으로의 전이유속을 측정 및 고찰하였다. 산소전달입자는 OCN717 입자를 사용하였으며 기포유동층에서 층의 압력강하를 측정하여 최소유동화속도를 결정하였고, 가압순환유동층에서 고속유동층으로의 전이유속을 압력의 영향(1~15 bar)에 따라 측정 및 고찰하였다. 측정된 고속유동층으로의 전이유속은 압력이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 본 실험에서 측정된 고속유동층으로 전이유속 결과와 기존 상관식에 의해 예측된 값을 비교하였으며 기존 상관식들 중 측정값과 유사한 결과를 예측하는 상관식을 선정하였다.

열중량 분석기에서 CH₄에 의한 산소전달입자들의 환원반응특성

김하나, 이동호, 조성호, 류호정*
한국에너지기술연구원

Reduction Characteristics of Oxygen Carriers by CH₄ in a TGA

Hana Kim, Dong-Ho Lee, Sung-Ho Jo, Ho-Jung Ryu*
Korea Institute of Energy Research

매체순환 연소기술은 연료와 공기 중의 산소를 직접 반응시켜 연소시키는 기존의 연소반응과 달리 연료와 금속매체(산소전달입자)를 반응시키는 간접연소방식으로 발전효율이 높고(~53%), 별도의 분리설비 없이 공정 내에서 CO₂를 분리-회수할 수 있으며, NO_x 배출량이 매우 적어서 차세대 발전시스템으로 주목받고 있다[1]. 매체순환연소 기술에 대한 연구 중 산소전달입자 개발은 매우 중요한 분야로 부각되고 있는데, 이는 산소전달입자의 성능이 매체순환연소기의 성능, 공정의 설계변수 및 조업조건을 좌우하는 핵심인자이기 때문이다. 산소전달입자는 반응성이 좋고, 선택도가 높아야 하며, 경제성이 있어 장시간 사용할 수 있어야 한다. 최근에는 저가의 연료인 석탄을 이용하는 고체연료 매체순환 연소기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며[2], 이를 위해 Ni, Co, Cu와 같은 고가의 산소전달입자 대신 저가의 산소전달입자를 개발하기 위한 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 하지만 저가의 원료물질을 사용하여 제조한 산소전달입자와 천연가스의 주성분인 CH₄와 반응할 때의 산소전달능력, 반응속도 및 탄소침적특성 등에 대한 연구 및 환원반응에 의해 생성되는 CO₂의 영향에 대한 연구는 매우 제한적이다[1]. 본 연구에서는 열중량분석기에서 고농도 CO₂ 조건에서의 환원반응성 특성을 해석하기 위해 두 가지 저가 산소전달입자(C14-1300, C28-1300)와 네 가지 Ni계 산소전달입자(OCN703-1100, OCN717 R1SU, NC001-1300, NiO/bentonite)를 사용하여, 환원반응기체로 1) CH₄ 5% (N₂ Balance), 2) CH₄ 5% (CO₂ Balance)의 두 가지 조건을 고려하여 환원반응실험을 통해 각 산소전달입자의 반응성을 측정 및 비교하였다.

참고문헌

1. Ryu, H. J., Lee, S. Y., Kim, H. K., and Park, M. H., "Effect of CO₂ Concentration on Reduction Reactivity of Oxygen Carriers for Chemical-looping Combustor," *Trans. of the Korean Society of Hydrogen Energy*, **20**(3), 245-255 (2009).
2. Ryu, H. J., Kim, H., Lee, D. H., Jin, G. T., and Baek, J. I., "Reduction and Decomposition Characteristics of CaSO₄ Based Oxygen Carrier Particles," *Trans. of the Korean Society of Hydrogen Energy*, **26**(6), 600-608 (2015).

흡착식 냉방시스템을 위한 금속-유기 구조체 기반의 수분흡착제 개발

김현욱*, 조강희¹, 문종호², 김종남¹

한국에너지기술연구원 에너지소재연구실, ¹한국에너지기술연구원 석유가스연구실,

²한국에너지기술연구원 저탄소공정연구실

흡착식 냉방시스템은 흡착제와 냉매의 가역반응에 따르는 발열, 흡열현상을 이용하는 것으로서 열을 직접적으로 사용하여 냉열을 발생시키는 냉동 열기관이다. 흡착식 냉방시스템의 냉열을 극대화시키기 위해서는 운전조건 범위에서 냉매의 흡탈착량 차가 클수록 좋다. 현재 상업화된 흡착식 냉동기에 많이 사용되는 실리카겔은 운전 범위에서 동적 흡착량 0.1 g H₂O/g 정도로 매우 낮으므로 동적 흡착량이 2~3배 높은 새로운 흡착제의 개발이 필요하다. 물을 냉매로 사용할 경우에는 상대습도 10%~30% 범위에서 수분 흡착등온선이 S 형태가 이상적이다. 금속과 유기리간드의 자기조립으로 형성되는 금속-유기 구조체는 높은 표면적과 구조적 특이성, 기능성을 가지고 있어 기존에 상업화된 흡착식 냉동기에 사용되는 실리카겔 보다 획기적으로 높은 수분흡착 특성을 보일 수 있다. 이번 발표에서는 흡착식 냉동기의 운전조건에서 기존에 보고된 수분 흡착제보다 월등히 뛰어난 금속-유기 구조체 기반의 새로운 흡착 소재를 소개하고자 한다.

감사

This work was supported by the Principal Project of the Korea Institute of Energy Research (KIER), which is funded by National Research Council of Science & Technology, Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP) and the Republic of Korea (B6-2403).

참고문헌

1. Henninger, S. K., Jeremias, F., Kummer, H., and Janiak, C., "MOFs for Use in Adsorption Heat Pump Processes," *Eur. J. Inorg. Chem.*, 2625-2634 (2012).
2. Jeremias, F., Lozan, V., Henninger S. K., and Janiak, C., "Programming MOFs for water sorption: amino functionalized MIL-125 and UiO-66 for heat transformation and heat storage applications," *Dalton Trans.* **42**, 15967-15973 (2013).

혼합아민수용액에서의 이산화탄소 흡수 평형 모형 개발

문중호, 이종섭, 박영철, 민병무*
한국에너지기술연구원 저탄소공정연구실

Modeling of CO₂ Absorption Equilibrium in Blended Amine Aqueous Solutions

Jong-Ho Moon, Jong-Seop Lee, Young Cheol Park, Byoung-Moo Min*
Low Carbon Process Laboratory; Korea Institute of Energy Research

The removal of carbon dioxide from exhausted flue gas using mixed solvents continues to be of interest. A mixed solvent may be defined as consisting of chemical-chemical solvents and chemical-physical solvents. In this study, Sulfolane was chosen as the physical solvent because of its stability and outstanding affinity and MEA, DEA, MDEA, DIPA were chosen because they are representative amines and are thermodynamically and kinetically selective for CO₂.

The solubility of CO₂ has been measured from 40 to 130°C in a various mixing combination of solvents by the static method. In order to overcome non-ideality, activity coefficients and fugacity coefficients were introduced. The activity coefficient take into account interaction between solute species in the liquid phase. Debye-Huckel expression given by Deshmukh and Mather (1980) has been used to obtain activity coefficient matrices. The fugacity coefficients were also calculated to consider non-ideality of pressure. All the solubility calculations and optimizations (parameter estimations) were executed by using MATLAB® 2015b version.

참고문헌

1. Deshukh R. D., and Mather A. E., "A Mathematical Model for Equilibrium Solubility of Hydrogen Sulfide and Carbon Dioxide in Aqueous Alkanolamine Solutions," *Chemical Engineering Science*, **36**, 355-362 (1981)

입자를 이용한 미세조류 회수 및 스팀 가스화 연구

전수지, 문지홍^{1,2}, 황정호², 이은도^{1,3,*}

(사)한국선급 기관기술연구팀, ¹한국생산기술연구원 고온에너지시스템그룹, ²연세대학교 기계공학과, ³과학기술연합대학원대학교 청정공정 및 시스템공학과

The Study on Microalgae Harvest with Ceramic Bead and Steam Gasification

Suji Jeon, Jihong Moon^{1,2}, Jung-ho Hwang², Uendo Lee^{1,3,*}

Machinery Technology Research Team; Korean Register of Shipping, ¹Thermochemical Energy System R&D Group; Korea Institute of Industrial Technology, ²Department of Mechanical Engineering; Yonsei University, ³Department of Green Process and System Engineering; University of Science and Technology

미세조류를 고부가가치물질 및 에너지로 활용하기 위해서는 미세조류의 대량배양 뿐만 아니라 경제적으로 회수하는 공정이 필수적이다. 현탁액 상태에서 30 μm 미만의 크기를 갖는 미세조류를 효과적으로 회수하기 위한 다양한 연구개발이 진행 중에 있으나 아직까지 회수공정이 전체 비용의 약 20%를 차지하고 있으며 미세조류의 이용에 있어 병목기술로 작용하고 있다. 본 연구에서는 입상층 여과(Depth Bed Filtration)의 여과재로 세라믹 비드(Ceramic Bead)를 이용해 미세조류를 회수하고 열화학적인 전환공정인 스팀 가스화를 통해 미세조류를 에너지화 하는 동시에 회수입자를 재생하는 연구를 수행하였다.

먼저 입자를 이용한 미세조류 회수 기술의 효과를 알아보기 위해 세라믹 비드의 크기 및 층 높이에 따른 미세조류 회수율을 살펴보았다. 세라믹 비드의 크기가 300~355 μm , 층 높이가 4 cm 일 때, 회수율이 약 62.9%로 나타났으며, 미세조류 회수율은 입자의 크기가 작을수록 층 높이가 높을수록 증가하였다.

회수된 미세조류를 이용한 에너지 생산을 위해 관형 반응기(Tubular Reactor)에서 스팀 가스화 실험을 수행하였으며 회수된 물질에 세라믹 비드의 유무와 반응 온도에 대한 기본적인 특징을 살펴보았다. 스팀 가스화를 통해 생산된 합성가스 조성을 가스 분석기로 분석한 결과 세라믹 비드와 미세조류의 혼합물보다 순수 미세조류에서 수소의 수율이 다소 높게 관찰되었으며 합성가스의 발생량도 순수 미세조류 시료에서 높게 측정되었다. 시료에 세라믹 비드가 섞여 있을 경우 가스화제인 스팀과 미세조류의 반응에 영향을 주어 가스화 효율이 다소 감소하였지만 혼합물의 합성가스 발열량은 9.38 MJ/Nm³, 순수 미세조류의 합성가스 발열량은 9.47 MJ/Nm³로 큰 차이를 보이지 않았고, 비슷한 조성을 가지는 합성가스가 생산됨을 확인하였다.

스팀 가스화 이후 남은 잔여물을 대상으로 세라믹 비드 회수 실험을 진행하였다. 미세조류와 세라믹 비드를 단순 건조시킨 후 분리하는 공정과 비교하여 스팀 가스화 이후 분리효율이 높음을 확인하였으며 이를 통해 세라믹 비드를 여과재를 재사용하기 위한 회수입자 재생공정 구성을 위한 기초 연구결과를 확보할 수 있었다.

용매추출법을 이용한 희토류 폐수내의 금속별 추출 거동

박경수, 이지은, 임병용, 안낙균, Basudev Swain, 이찬기*
고등기술연구원 신소재공정센터

Extraction Behavior of Each Metal Arom Effluent of Rare-Earth Extraction by Solvent Extraction

Kyung-Soo Park, Jieun Lee, Byoungyong Im, Nak Kyoon Ahn, Basudev Swain, Chan Gi Lee*
Advanced Materials & Processing Center; Institute for Advanced Engineering(IAE)

희토류는 일반적으로 원소 주기율표에서 3족에 해당하는 란탄족 17개의 원소를 총칭한다. 이들 원소는 주기율표상 인접한 위치에 있고, 분자결합력 또한 강하여서 광물로부터 추출 및 분리가 어렵다. 또한 화학적으로 안정되면서 열을 잘 전달한다는 성질을 지니고 있어, 디스플레이 등에 이용되는 형광제, 전기차 및 각종 터빈에 사용되는 영구자석의 원료로 사용되고 있다.

희토류는 그 매장량이 한정적 이어서 지속적인 생산이 불가능하다. 또한 일부 국가에 편중되어 있다는 특징으로 인해서 가격변동성이 크고 공급 불안정성이 높으며 자원무기화로 이어지고 있다. 이러한 희토류의 특징을 이용하여 중국에서는 광산개발을 활발히 진행하고 있으며 전세계 희토류 생산량의 86%를 차지하며 시장을 지배하고 있다.

하지만 분자결합력인 강한 희토류는 광물로부터 분리하기 어려워 침출 및 제련과정에서 고농도의 강산을 사용할 뿐만 아니라 다량의 폐수와 잔사, 폐가스 발생으로 인해 환경문제가 이슈화되고 있다. 환경 문제가 점차 커짐에 따라서 말레이시아의 환경 단체는 본국에 희토류 제련공장 설치에 대한 격렬한 저항을 보이는 모습을 보이고 있다. 이에 따라 각국은 희토류 관련 환경 기준치 및 단속을 강화하는 등 해외기업의 자국 진출 시 환경오염 처리에 대한 기술을 필요로 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 환경오염 처리 기술의 개발뿐만 아니라, 폐수내의 희토류의 활용의 목적에서 용매추출법을 이용하여 폐수내의 유가금속을 회수하는 연구를 진행하였다.

본 연구에서는 중국 희토류 광산 폐수로부터 희토류를 분리정제하는 기술을 개발하기 위해서 실제 희토류 추출공정에서 사용되는 공정에서 발생하는 폐액을 기반으로 하여 모사액을 제조하여 연구를 진행하였다. 이때 사용되는 시약은 Alfa-asear에서 구매를 진행하였으며, Chloride 계열을 이용함으로써 실제 폐수의 분위기와 비슷하게 조절하였다. 원소별 분리성 및 추출거동을 알아보기 위해서 용매추출법을 이용하였으며, 이때 추출제와 희석제로는 각각 PC-88A와 Exxol d80을 이용하였다. 또한 최적의 추출조건을 성립하기 위해서 pH, 추출제농도, 상비조질 연구를 진행하였다. Inductive Coupled Plasma (ICP)분석을 통해 희토류 폐수에 함유된 원소의 추출경향성 및 거동을 확인하였다.

산업부산물을 이용한 알칼리 활성화 기술 적용 혼합방식 최적화에 관한 연구

박병현^{1,*}, 김해기¹, 이주열^{1,2}, 최진식^{1,2}
¹(주)애니텍 기술연구소, ²경희대학교 환경응용과학과

Study on Optimization of Mixing Method for Alkali Activation Technology Using Industrial By-Products

Byung Hyun Park^{1,*}, Hae Gi Kim¹, Ju Yeol Lee^{1,2}, Jin Sic Choi^{1,2}

¹Technology Insitute; ANYTECH Co., Ltd., ²Department of Applied Environmental Science; Kyung Hee University

본 연구는 산업부산물인 고로슬래그 혹은 플라이애쉬 등의 잠재수경성을 이용하여 알칼리활성화 공법을 적용할 시 이의 현장적용 가능한 실용화 연구의 일환으로 수행되었으며, 알칼리활성화 공법을 이용한 경화체를 제조하기 위한 혼합방식의 최적화를 위한 다양한 형상에 대한 연구를 수행하였다. 장치의 혼합방식을 Blade Type, Ready Mix Type의 혼합방식 적용에 따른 형상 반영하여 공정을 구성하여 성능을 확인하고자 하였으며, 여기에는 알칼리 활성화제 투입부, 슬래그 등의 재료 투입부, 혼합방식에 따른 다양한 종류의 혼합부, 혼합된 몰탈 이송을 위한 호퍼, 금형으로의 이송을 위한 벨트부로 구성되어 있으며, 전체적으로는 PLC 제어를 통한 운전이 가능한 설계를 실시하고자 하였다.

감사

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

참고문헌

1. C. G. Han, S. H. Son, and K. T. Park, “Effect of Recycled Aggregates Power on the Properties of Zero Cement Mortar Using the Blast Furnace Slag Powder and Recycled Fine Aggregates,” *JKCI* (2009).
2. H. Y. Moon, and H. C. Shin, “Effect of Alkali Activators on Early Compressive Strength of Blast-Furnace Slag Mortar,” *J. Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, **9**(3), 120-128 (2005).
3. B. W. Jo, R. G. Moon, S. K. Park, and S. H. Lim, “Strength behaviour and hardening mechanism of alkali activated fly ash Mortars,” *JKCI*, **16**(2), 321-324 (2004).
4. H. Y. Moon, and H. C. Shin, “Utilization of Ready Mixed Concrete Sludge for Improving the Strength of Concrete with GGBF Slag,” *J. Korean Society of Civil Engineers*, **22**(2-A), 315-326 (2003).

국내 석탄 표준 화력 연계 초임계 CO₂ 발전 사이클의 경제성 분석

박성호*, 임동렬, 염충섭, 신중욱, 차재민, 이춘식
고등기술연구원

Thermo-Economic Analysis on 500 MWe Coal-Fired Power Plant Combined with Supercritical CO₂ Power Cycle

Sung Ho Park*, Dong Ryul Rhim, Choong Sub Yeom, Jung Uk Shin, Jae Min Cha, Chun Sik Lee
Institute for Advanced Engineering

초임계 CO₂ 발전 사이클은 작동 유체인 CO₂를 임계 조건(30.98°C, 73.8 MPa) 이상에서 압축한 후 고온으로 가열하여 터빈을 구동하는 브레이튼 사이클이다. 초임계 상태의 CO₂는 액체 상태의 CO₂와 유사한 밀도를 가지면서 기체와 비슷한 점성을 가지고 있기 때문에 발전 효율이 높고 발전 설비의 소형화가 가능한 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 상용 공정해석 프로그램을 통해 국내 석탄 표준 화력에 연계 가능한 초임계 CO₂ 발전 사이클을 설계/해석하고 이들의 예비 경제성을 분석하였다. 초임계 증기를 이용한 석탄 표준 화력 발전 시스템의 경우, 순 전력생산효율(Net efficiency)이 약 37.93%인 것으로 확인되었으며, 초임계 CO₂ 브레이튼 사이클을 석탄 표준 화력 발전 시스템에 연계하였을 경우 이보다 약 2.54% 포인트 향상된 40.47%의 순효율이 나타나는 것으로 확인되었다. 이러한 결과를 바탕으로 Total Revenue Requirement (TRR) Method를 이용한 열/경제성 분석을 수행하였다. 초임계 증기를 이용한 500 MWe 석탄 표준 화력 발전시스템을 30년 동안 가동한다고 가정하였을 때, kWh당 약 80원의 LCOE(Levelized Cost of Electricity, kWh당 전력단가)가 추정되었다. 반면에 초임계 CO₂ 발전 사이클을 석탄 표준 화력에 연계 하였을 경우 약 76원/kWh의 LCOE가 추정되었다. 초임계 CO₂ 발전 사이클의 경우, 초임계 증기 사이클과 달리 압축기와 고온/저온 Recuperators 및 Pre-Cooler가 요구되기 때문에 이들의 비용을 산정하기 위해 MIT의 Dostal 박사가 적용한 초임계 CO₂ 터보기기 가격 산정법과 열교환기 가격 산정법을 이용하여 보수적으로 비용을 책정하였다. 또한 이러한 비용의 불확실성을 감안하여 주요기기의 변동에 대한 발전단가의 민감도 분석을 수행하였다. 터보기기 및 Recuperator의 비용이 현재 예측된 비용의 약 50% 수준까지 감소할 경우 전력단가는 약 70원/kWh 수준까지 감소하게 되며, 예측된 비용의 약 150% 수준까지 상승할 경우, 초임계 스팀 발전 시스템과 유사한 수준인 80.8원/kWh까지 전력단가가 상승하는 것으로 확인되었다.

감사

This work was supported by the On Demand Development Program of Core Technology for Industrial Fields (10054621, Development of a FEED Framework for Next Generation Power System Using Pilot Plant) funded by the Ministry of Trade, Industry & Energy (MI, Korea).

참고문헌

1. Dostal, V., Driscoll, M. J., and Hejzlar, P., "A supercritical carbon dioxide cycle for next generation nuclear reactors," *Tech. Rep.* MIT-ANP-TR-100, (2004).

PEI-Silica 고체흡수제 흡수-재생 반응 특성 분석

박영철*, 경대현, 김재영, 문종호, 김현욱, 조성호, 이승용, 이창근, Colin E. Snape¹
한국에너지기술연구원, ¹University of Nottingham

Analysis of Reaction Characteristics of PEI-Silica Sorbents by Cyclic Sorption and Desorption Tests

Young Cheol Park*, Dae-Hyun Kyoung, Jae-Young Kim, Jong-Ho Moon, Hyunuk Kim, Sung-Ho Jo,
Seung-Yong Lee, Chang-Keun Yi, and Colin E. Snape¹
Korea Institute of Energy Research, ¹University of Nottingham

한국에너지기술연구원은 2002년부터 한전전력연구원과 함께 연소후 CO₂ 포집기술 개발을 추진하여, 한전전력연구원이 개발한 1세대 입자인 알칼리계열 고체흡수제 적용이 가능한 공정기술을 개발하였다. 현재 실증규모인 10 MWe급 포집공정이 한국남부발전 하동화력본부 8호기에 연계되어 설치되어 있으며, 한전전력연구원 주관으로 플랜트 운영과제를 진행 중에 있다. 상용급 기술개발을 위한 규모격상 연구와는 별도로 포집비용 저감을 위해, 현재 세계적으로 1세대 입자와 비교하여 재생에너지 저감이 가능한 차세대 입자들의 연구개발이 활발하게 진행 중에 있다.

본 연구에서는 한국에너지기술평가원 지원 국제협력과제로 영국 노팅엄 대학교에서 개발한 PEI-Silica 입자를 공급 받아, 흡수-재생 반응 특성 및 유동층반응기 적용을 통해 공정 적용 가능성을 테스트하였다. 공급된 입자는 기존 문헌[1-3]을 통해 반응 조건에 따른 성능 등이 보고되었으나, 기존에 한국에너지기술연구원에서 개발된 반응기에서도 동일한 결과가 도출되는지를 비교 분석하였다. 이를 바탕으로 실험실 규모의 연속장치 제작을 수행 중에 있으며 향후 연속실험을 통해 공급된 흡수제의 성능을 규명할 계획이다.

감사

This work was supported by the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) and the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE) of the Republic of Korea (No. 20158510011280).

참고문헌

1. Wenbin Zhang, Hao Liu, Chenggong Sun, Trevor C. Drage, and Colin E. Snape, "Performance of polyethyleneimine-silica adsorbent for post-combustion CO₂ capture in a bubbling fluidized bed," *Chemical Engineering Journal*, **251**, 293-303 (2014).
2. Wenbin Zhang, Hao Liu, Chenggong Sun, Trevor C. Drage, and Colin E. Snape, "Capturing CO₂ from ambient air using a polyethyleneimine-silica adsorbent in fluidized beds," *Chemical Engineering Science*, **116**, 306-316 (2014).
3. Wenbin Zhang, Hao Liu, Yuan Sun, Janis Cakstins, Chenggong Sun, and Colin E. Snape, "Parametric study on the regeneration heat requirement of an amine-based solid adsorbent process for post-combustion carbon capture," *Applied Energy*, **168**, 394-405 (2016).

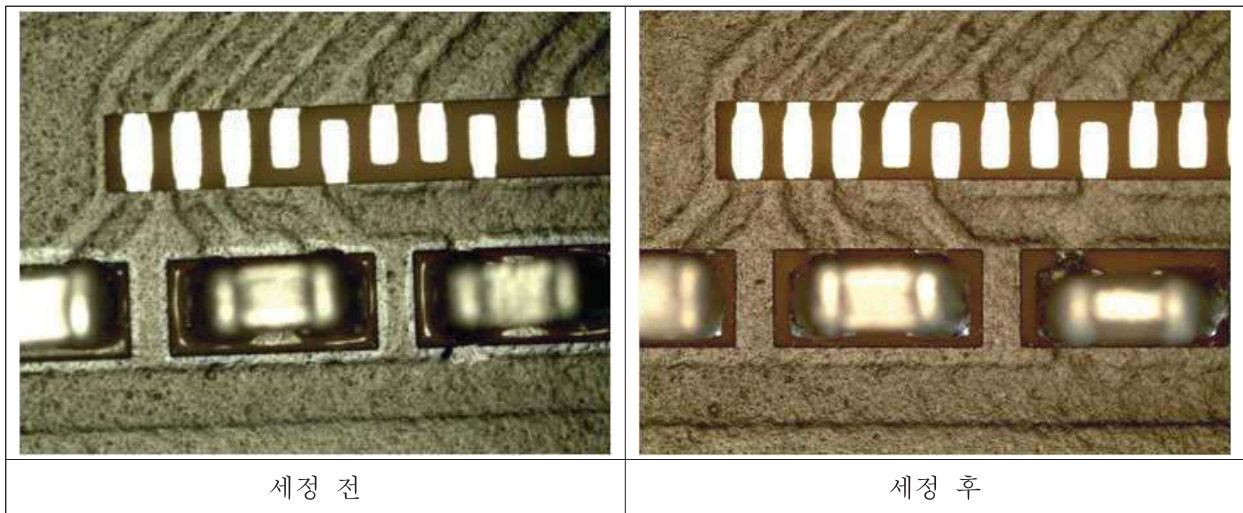
카메라모듈 제조공정에서의 플럭스 제거용 세정제 개발

배수정, 이호열, 오규화
(주)에이케이켄텍

Development of Flux Cleaner for Camera Module Production

Soo Jeong Bae, Ho Yeoul Lee, KyuHwa Oh
AK ChemTech Co., Ltd.

본 연구에서는 최근 급성장하는 스마트폰의 필수부품 중의 하나인 카메라 모듈 제조공정에 사용되는 플럭스 세정제를 개발하였다. 카메라 화소수가 증가함에 따라 부품크기 및 집약도도 증가하여, 플럭스 세정이 필요한 부분도 함께 증가한다. 이에 따라 세정의 효율성이 높은 세정제 개발이 요구되고, 때에 따라서는 일반적인 세정방법으로 사용되는 초음파 세정방법이 적용 불가한 부품도 있기에, 물리적인 세정방법의 도움 없이도 사용가능한 세정제를 개발하게 되었다. 본 연구에서 개발된 세정제는 순수계 세정제로, pH 10~12의 약알칼리성이며, 침투력이 뛰어나 초음파적용 없이도 높은 세정효율을 나타냄은 물론 금속단자나 PCB, 접착테이프 등의 다양한 재질에도 영향을 미치지 않는 재질안정성을 보유하고 있다. 아래 사진은 카메라 모듈의 세정 전/후 비교모습이며 플럭스 제거상태를 판단할 수 있다.



참고문헌

1. 배재흠 외, 산업세정기술, 산업세정연구회, 2015.
2. 적용분야가 확대되는 카메라(모듈)와 영상기반 응용시장의 신사업 전략모색을 위한 종합 분석, IRS Global, 2015.
3. M. McLaughlin, The Aqueous Cleaning Handbook, 3rd ed., 2002.

Characterization of Ashless Biomass Produced by Solvent Extraction

Sukma Hidayat, Seongha Jeong, Donghyuk Chun, Jiho Yoo, Sangdo Kim, Jeonghwan Lim, Youngjoon Rhim,
Sihyun Lee, Hokyung Choi*

Clean Fuel Laboratory; Korea Institute of Energy Research

Despite of its tremendous availability, biomass contains high moisture content and low energy density leading to storage and transportation problem. Moreover, even though biomass generally contains less mineral content compared to coal, it typically has larger sodium (Na), potassium (K) and phosphorous (P) content which are responsible for slagging and corrosion problem. In this study, solvent extraction as a treatment for biomass demineralization was conducted and the physical and chemical characteristics of the solvent-extracted biomass were investigated using proximate analysis, ultimate analysis, thermogravimetric analysis (TGA), and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR). Woody biomass was torrefied first at 200-330°C for 30 minutes and then extracted by non-polar organic solvent 1-methylnaphthalene (1-MN) at 350°C for 1 hour to produce ashless biomass. The result shows that the process is effective to eliminate almost all of the minerals. It was also found that torrefaction temperature gave effect on the extracted biomass yield and slightly influenced its physical and chemical properties.

Biosynthesis of *cis,cis*-Muconic Acid Using Metabolic Engineering in *Corynebacterium Glatamicum*

Woo-Shik Shin, Dohoon Lee, Eunjung Lee, Jaehoon Cho, Gie-Taek Chun¹, Eung-Soo Kim², Sangjoung Lee³, Sangyong Kim*

Korea Institute of Industrial Technology, ¹College of Biomedical Science; Kangwon National University, ²Department of Biological Engineering; Inha University, ³STR biotech Co., Ltd.

The muconic acid as a dicarboxylic acid has garnered significant interest due to its potential use as a platform chemical for the production of several valuable consumer bio-plastics including nylon-6,6 and polyurethane (via an adipic acid intermediate) and polyethylene terephthalate (PET) (via a terephthalic acid intermediate). Many process advantages support the production of this molecule in *Corynebacterium glutamicum*.

Here, we present the first heterologous production of muconic acid in the *Corynebacterium glutamicum*. Previously, Draths and Frost engineered a recombinant *E. coli* to produce muconic acid from glucose via a heterologous synthetic pathway drawing from a naturally occurring intermediate in the shikimate pathway, 3-dehydroshikimate (DHS). However, many industrial biotechnological processes are moving toward using *Corynebacteria* as platform organisms due to their many advantages. The *Corynebacterium glutamicum* is an ideal host organism for industrial chemical production because it offers advantages including high productivity of aromatic amino acids, easier separations, suitability in large-scale fermentation, and generally higher tolerances.

In addition, based on the information in the KEGG database and previous studies *C. glutamicum* has a native ccMA synthetic pathway (*aroZ* and *catA* gene) except *aroY* gene. Carbon flow into the heterologous pathway was optimized by increasing the flux through selected steps of the common aromatic amino acid biosynthesis pathway. The recombinant cells finally produced about 4 g/liter *cis,cis*-muconic acid in flask cultures. This study demonstrates that *C. glutamicum* has the potential to be a platform for the bio-production of *cis,cis*-muconic acid.

디메틸카보네이트 합성을 위한 Ceria 제조 및 합성 반응

유지인¹, 우제민^{1,2}, 문종호¹
¹한국에너지기술연구원, ²대전대학교

Preparation of Ceria for Dimethyl Carbonate Synthesis

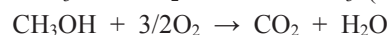
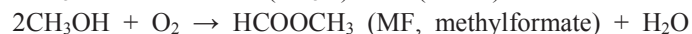
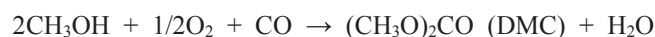
Jiin You¹, Jemin Woo^{1,2}, Jong-ho Moon¹

¹Korea Institute of Energy Research, ²University of Daejeon

에너지 소비가 늘어나면서 환경오염이 심해지고 있다. 이에, 친환경적인 물질의 사용과 에너지 효율의 증가는 전세계적인 관심일 것이다. 최근 Dimethyl Carbonate (DMC)는 고부가가치의 무독성의 환경친화적 물질로 그 수요량이 급격히 증가하고 있다. 현재 DMC는 차세대 무독성 유기용매, 이 물질은 메탄올과 일산화탄소, 산소로부터 촉매 반응에 의하여 합성된다. 이에 적절한 촉매의 선정과 반응 조건 설계가 중요하다.

최근 DMC는 친환경적인 화학 물질로써 관심의 대상이 되고 있다. DMC의 분자식은 (CH₃O)₂CO이고, 밀도는 1.07 g/mL (20°C), 녹는점 3°C, 끓는점 90°C 로서 상온에서 액상으로 존재한다. 무색, 무취이며 인체에 독성이 없는 환경친화적인 물질이다. DMC는 여러 가지 정밀화학제품의 중간체로서도 그 용도가 매우 다양하여 앞으로 그 수요가 꾸준히 증가할 것으로 전망되고 있으며 자동차연료의 옥탄가를 높이기 위한 첨가제로서의 사용 가능성도 높아지고 있다.

DMC를 제조하는 방법으로는 1) 액상 Methanol 산화법 (Enichem, Italy), 2) Methyl nitrite 법 (Ube, Japan), 3) 에스테르교환법 (Bayer, Germany), 4) 기상메탄올 산화법 (Dow, USA), 5) 메탄올 Carboxylation 방법, 6) Electrochemical Process, 7) Urea 법 등이 있다. 본 연구에서는 산화카르보닐화 방법과 DMC 직접 합성법을 이용하여 DMC를 합성하고자 하였다. DMC 합성 및 부반응에 대한 반응식은 아래와 같다.



촉매는 침전법을 이용하여 Ceria를 제조하였으며, 소성온도 및 금속(Cu)의 함유량에 대하여 최적의 촉매를 선정하였다. 또한 일산화탄소, 산소, 메탄올을 이용한 산화카르보닐화 반응과 이산화탄소, 메탄올을 이용한 DMC 직접합성법에 제조한 Ceria를 적용하였다. Ceria를 이용하여 두 가지 방법의 DMC 합성에 적용함으로써 최적의 반응조건을 찾고자 하였다.

참고문헌

1. Yoo, K. S., and Lee, B. H., "Preparation and Characterization of Porous CeO₂ Using Ionic Liquids," *J. Korean Ind. Eng. Chem.*, **20**(3), 313-316 (2009).
2. Honda, M., Tamura, M., Nakagawa, Y., Nakao, K., Suzuki, K., and Tomishige, K., "Organic carbonate synthesis from CO₂ and alcohol over CeO₂ with 2-cyanopyridine: Scope and mechanistic studies," *Journal of Catalysis*, **318**, 95-107 (2014).

자동차 외장부품 도장 대체용 TPU Film의 특성 및 가속수명시험 연구

윤정환, 박준영, 윤주호*

자동차부품연구원 자동차친환경신소재기술연구본부 청정에너지소재기술연구센터

Study on Accelerated Life Test and Properties of TPU Film for Replace Painting of Automotive Exterior Parts

JeongHwan Yoon, JunYoung Park, JuHo Yoon*

Clean & Energy Materials R&D Center; Automotive Advanced Materials R&D Division; Korea Automotive Technology Institute

현재 수송기기용 도장 분야에서는 주로 유기용매를 사용하는 유성도료를 활용하고 있으며, 최근 친환경성, 환경비파괴 등의 이슈로 수성도료의 개발에 박차를 가하고 있다. 그러나 도막의 외관과 내구성이 유성도료에 미치지 못하고 있으며, Spray 분사방식의 작업공정으로 인해 작업자의 업무환경이 매우 열악한 실정이다. 또한 폐기물의 유해성, 유기용매의 처리비용, 휘발되는 재료로 인한 효율성 저하 등의 문제점을 안고 있으며, 이로 인해 고가의 환경 부담금과 정화 시설이 요구되고 있다.

기존의 도장 공정을 대체하는 방법으로는 부착방식의 고분자 필름이 제안되고 있으며, 간편하고 단순한 공정과 획기적인 비용 절감, 그리고 소비자의 요구에 따라 편리하게 색상의 변경이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 부착방식의 고분자 필름은 아직까지 주로 튜닝용 제품에 국한되어 있으며 내구성과 품질, 성형공정 등에서 기술적인 한계를 지니고 있다.

본 연구에서는 도장 대체용 다층 복합 구조의 TPU Film에 대한 특성 평가를 진행하였다. 내열성, 내한성, 내수성 평가에 따른 인장강도 변화와 변색도 및 Scratch 저항성, 부착성, 촉진내후성 평가를 통해 품질 수준을 확인하였다. Film의 품질은 수송기기용 외장부품 도장품질 성능과 비교하여 판단하였고, 아레니우스 관계식을 활용하여 가속수명 예측 모델을 도출하였다.

고온-고압 조건에서 산소전달입자의 환원반응 특성

윤주영, 이동호, 진경태, 류호정*
한국에너지기술연구원

Reduction Characteristics of Oxygen Carrier at High Temperature and Pressure Conditions

Ju-Young Yoon, Dong-Ho Lee, Gyoung-Tae Jin, Ho-Jung Ryu*
Korea Institute of Energy Research

매체 순환 가스연소기술(Chemical Looping Combustion)은 열효율이 차세대 발전방식과 비슷한 수준으로 높고(~53%), NO_x 배출을 최소화 하면서 CO₂ 원천분리가 가능한 신개념의 저공해/고효율 가스발전 방식이다[1-3]. 매체순환연소기를 이용한 발전시스템에서 발전효율을 증대하기 위해서는 높은 압력과 온도의 배가스를 얻고 이를 이용하여 스팀터빈과 가스터빈을 구동하는 것이 적합하다. 하지만 기존의 연구들은 대부분 상압 조건에서 수행되었으며 이 경우 스팀터빈을 구동할 수 있으나 가스터빈을 구동하기는 어려운 실정이다[4-6]. 또한 매체순환연소 시스템이 고압에서 조업될 경우, 고농도로 원천 분리되는 CO₂의 수송, 저장을 위한 압축공정에 필요한 에너지가 크게 저감될 수 있어 전체 공정의 경제성에 유리한 장점이 있다. 본 연구에서는 고온-고압 회분식 유동층 반응기를 사용하여 압력 및 체류시간 변화에 따른 산소전달입자의 환원반응 특성 변화를 측정 및 고찰하고자 하였다. 산소전달입자로써는 전력연구원에서 분무건조법으로 대량생산된 OCN717-R1SU 입자를 사용하였으며, 환원반응기체로는 CH₄, 산화반응기체로는 공기를 사용하였다. 환원반응 동안 배출되는 CO, CO₂, CH₄, H₂ 농도를 측정하여 산소전달입자의 연료전환율 및 CO₂ 선택도를 해석하였으며, 산화반응 동안 O₂, NO 농도를 측정하여 산화의 정도 및 NO 발생 여부를 측정 및 해석하였다.

참고문헌

1. Ryu, H. J., Bae, D. H., and Jin, G. T., "Reaction Characteristics of Oxygen Carrier Particle for Chemical-Looping Combustor in Fixed Bed and Pressurized Fluidized Bed," *한국에너지공학회 춘계논문발표*, 173-177 (2002).
2. Ryu, H. J., Bae, D. H., Lee, S. Y., and Jin, G. T., "Reaction Characteristics of Oxygen Carrier Particle in a NO_x-free Chemical Looping Combustor," *한국가스학회 추계학술발표*, 285-290 (2001).
3. Kim, M. S., Lim, N. Y., Ryu, H. J., Bae, D. H., and Jin, G. T., "Characteristics of Carbon Deposition and Cyclic Test of Oxygen Carrier Particle for Chemical-Looping Combustor," *한국에너지공학회 춘계논문발표*, 79-83 (2002).
4. Baek, J. I., Kim, J. W., Ryu, J. H., Eom, T. H., Lee, J. B., Kim, K.S., Yang, S. R., and Ryu, C. K., "Methane Combustion Characteristics of an Oxygen Carrier for Chemical Looping Combustion," *한국가스학회*, 198-201(2010).
5. Ryu, H. J., Kim, K. S., Park, Y. S., and Park, M. H., "Natural Gas Combustion Characteristics of Mass Produced Oxygen Carrier Particles for Chemical-looping Combustor in a Batch Type Fluidized Bed Reactor," *Transactions of the Korean Hydrogen and New Energy Society*, **20**(2), 151-160 (2009).
6. Ryu, H. J., Park, S. S., Moon, J. H., Chol, W. K., and Rhee, Y. W., "Effects of Temperature, Pressure, and Gas Residence Time on Methane Combustion Characteristics of Oxygen Carrier Particle in a Pressurized Fluidized Bed Reactor," *Transactions of the Korean Hydrogen and New Energy Society*, **23**(2), 173-182 (2012).

탄소 배출이 없는 전기화학적 암모니아 합성 기술 개발

윤형철*, 김종남, 유충열, 한상섭
한국에너지기술연구원

수소의 저장체(17.6 wt% H₂)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, 300-550℃)으로 많은 에너지를 소모하고(30 GJ/ton NH₃ 이상), 천연가스 또는 석탄의 개질을 통한 수소 제조로 다량의 온실가스인 CO₂ 배출하며 (2.16 kg CO₂/kg NH₃), 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 캐리어/저장 역할도 수행할 수 있다. 또한, 암모니아는 기존 에너지 시스템인 자동차, 연료 전지, 가스 터빈 등에 바로 적용 가능하다.

본 연구에서는 상압에서 물과 질소를 원료로 한 전기화학적 암모니아 합성 생산 기술에 대해서 소개하고자 한다. 전기화학적 암모니아 합성법, 최근 연구 동향을 소개하고 고체/액상 전해질 합성법에 따른 암모니아 합성률 및 페러데이 효율에 대해서 비교 분석하고자 한다.

모노함량이 높은 Alkyl Phosphate Ester의 합성에 관한 연구

이동기, 지홍진¹, 배재흠²
한국화학융합시험연구원, ¹SJ Chem, ²넥스코아

A Study on the Synthesis of Alkyl Phosphate Ester High Mono Content

Dong Kee Lee, Heung Jin Ji¹, Jae Heum Bae²
Korea Testing & Research Institute, ¹SJ Chem, ²NEXCORE

세정제는 자동차, 전기·전자, 도장, 고금, 철과 비철금속 부품 및 제품등 대부분 전 산업 분야에서 제품 및 부품의 표면 세정공정에서 사용되어지고 있다. 그동안 세정제로 많이 사용되어온 염소계, 불소계, 브롬계등 할로겐 타입의 세정제들이 환경 및 인체 유해성으로 사용이 금지 및 규제됨에 따라 친환경 대체세정제의 니즈(Needs)가 증가되어 왔다. 대체세정제의 한 부류인 수계 세정제는 인체에 안전하기 때문에 산업계에서 선호하는 세정제 타입이다. 그러나 금속에 대한 부식성과 난분해성등 폐수처리 문제가 사용의 걸림돌중 하나의 요인이다. 따라서 본 연구에서는 생분해성이 우수하고 부식 방지 성능을 갖는 세정제에 필요한 세정제 첨가제인 Alkyl Phosphate계 음이온 계면활성제를 개발하고자 하였다. 우수한 세정성능, 생분해성, 저기포성, 저독성 및 부식방지 성능등의 물성을 갖는 제품을 얻기 위해서는 Mono-Alkyl Phosphate Ester 함량이 80% 이상으로 높아야 한다. 본 연구에서는 Mono-Alkyl Phosphate Ester 함량을 높이기 위해 폴리인산(H₃P₄O₁₃)과 오산화인(P₂O₅) 배합비 시험, 지방족 탄화수소계인 Cyclohexane과 Ketone계 Solvent인 Methyl Isobutyl Ketone (MIBK) 배합비 시험, 알코올과 Solvent인 m-Cresol Ethoxylate-4의 조성비 및 반응축매 선정시험을 하였다.

감사

본 연구는 중소기업청에서 시행한 “2014 산연전용 기술개발사업”의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다. (과제번호 C0198886)

석탄가스화 합성가스의 탈황공정에서 SO₂ 발생하는 이유:

1. 탈황반응기와 재생반응기 사이의 가스 누설 영향에 대한 확인

이동호^{1,2}, 선도원¹, 배달희¹, 류호정^{1,*}, 박승빈^{2,*}
¹한국에너지기술연구원, ²한국과학기술원

Why SO₂ Forms in a Desulfurization Process of Syngas from Coal Gasifier?

1. Check Effect of Gas Leakage between Desulfurizer and Regenerator

Dong-Ho Lee^{1,2}, Dal-Hee Bae¹, Dowon Shun¹, Ho-Jung Ryu^{1,*} and Seung Bin Park^{2,*}

¹Korea Institute of Energy Research, ²Korea Advance Institute of Science and Technology

석탄가스화 합성가스에 포함된 H₂S를 제거하기 위한 고온정제공정은 고속유동층형태의 탈황반응기, 탈황반응기로부터 비산된 탈황제를 분리하여 재생반응기로 순환시키기 위한 사이클론, 원활한 고체순환과 기체의 역흐름 방지를 위한 루프실, 기포유동층형태의 재생반응기 및 재생반응기로부터 탈황반응기로 탈황제를 재순환시키기 위한 고체순환밸브로 구성되어 있다. 탈황공정의 개발 과정에서 실제 합성가스를 사용하거나, 모사 합성가스에 H₂S가 포함된 경우를 사용하여 탈황공정을 운전할 경우에는 큰 문제가 없었으나 N₂ balance로 H₂S를 주입하는 경우 탈황반응기에서 SO₂가 발생하는 것을 확인하였다. 탈황반응기에서 SO₂가 발생할 수 있는 원인으로 재생반응기에서 발생한 SO₂가 탈황반응기로 누설될 경우와 재생반응기에 주입한 O₂가 탈황반응기로 누설되어 H₂S와 O₂의 반응에 의해 탈황반응기에서 SO₂가 발생하는 반응(H₂S + 1.5O₂ = H₂O + SO₂)을 고려하였으며 이를 실험적으로 확인하였다. 탈황반응기에서 재생반응기로 원활한 고체순환이 이루어지고 있는 상태에서 재생반응기에 O₂를 주입하였으며 이 때 탈황반응기 후단에서 O₂가 검지되는지 확인한 결과 탈황반응기에서는 O₂가 배출되지 않았다. 또한 원활한 고체순환이 이루어지고 있는 상태에서 탈황반응기에 O₂를 주입하였으며 이 때 재생반응기 후단에서 O₂가 검지되는지 확인한 결과 재생반응기에서도 O₂가 배출되지 않았다. 이를 통해 두 반응기 사이의 O₂ 누설은 없는 것을 확인할 수 있었으며 결과적으로 두 반응기 사이의 가스 누설에 의해 탈황반응기에서 SO₂가 발생한 것은 아니라는 결론을 얻을 수 있었다. 따라서 탈황반응기에서 SO₂가 발생하는 것은 탈황반응기 또는 재생반응기에서 새로운 반응이 일어나기 때문으로 유추할 수 있었다.

Reaction Enhanced RCS²⁾를 통한 고효율 PFCs 처리기술에 관한 연구

이신근*, 임한권¹, 정호영², 최상현³, 한재운, 김창현, 나채진
한국에너지기술연구원, 대구가톨릭대학교¹, 전남대학교², (주)에코프로³

Study on PFCs Treatment System Using Reaction Enhanced RCS

Shin-Kun Ryi*, Han-Kwon Lim¹, Ho-Young Jung², Sang-Hyun Choi³, Jae-Yun Han, Chang-Hyun Kim,
Chae-Jin Na

Korea Institute of Energy Research, ¹Catholic University of Daegu, ²Chonnam National University, ³ECOPRO

CF₄, C₂F₆, C₃F₈, C₄F₁₀ 및 SF₆로 대표되는 PFCs (Perfluorocompounds)는 주로 반도체 제조공정, 액정 제조공정, 태양전지 제조공정, 마그네슘(Mg) 주조공정, 고전압장비의 절연 등에 주로 사용되며 공급된 과불화물의 약 10~50%가 미반응 상태로 대기 중으로 방출된다. 상기 반도체 공정에서 배출되는 PFCs는 폐가스냉매로 사용하는 CFC (Chlorofluorocompound) 보다도 장기간 안정한 화합물로 화학 반응을 통한 제거가 용이하지 않고 지구온난화 지수가 이산화탄소 대비 6,000~24,000배에 달하는 대표적인 온실가스이다. 지금까지의 불화가스 저감 기술은 분해기술을 중심으로 연구되어 왔으며 연소 방법은 가장 간단한 방법이고 입증된 기술이라 할 수 있으나 불화가스의 안정성 때문에 산화반응 전에 고온 가열이 필요하고, 연소에 따른 2차적인 대기환경문제가 유발될 가능성이 있다. 최근까지 연소법을 대체하기 위하여 플라즈마, 분리막 및 물리화학적 공정 개발을 진행하고 있으나 처리 용량의 한계, 고 에너지 요구 및 낮은 공정효율로 상용화에 어려움이 있다. 본 연구에서는 촉매분해법을 이용한 PFCs 처리공정에서 가수분해반응 시 발생하는 HF를 CaO, CaCO₃ 등 고상환원제를 사용하여 지속적으로 제거하여 르샤를리에 원리에 의하여 평형을 파괴함으로써 반응온도를 낮춤과 동시에 후단 HF유출을 근본적으로 차단할 수 있는 혁신기술을 개발하고자 하였다. RE-RCS (Reaction Enhanced-RCS)는 배출되는 불화수소를 원천적으로 차단하여 1) 열교환기를 통한 폐열회수로 에너지효율을 극대화할 수 있고, 2) 저온반응 및 이물질 제거를 통하여 촉매 내구성 향상이 가능하며, 3) 후단 HF흡수공정 배제로 인한 공정 콤팩트화, 및 4) CaF₂ 생산에 의한 자원회수 가능 등의 다양한 장점들이 있다. 이러한 RE-RCS를 구현하기 위하여 직경 1인치인 인코넬 소재의 튜브로 제작된 반응기를 사용하여 촉매/환원제를 다단으로 충전하여 반응특성을 확인하였다. 이때 GHSV = 2,000 h⁻¹, 반응온도는 700℃로 유지하였으며, MFC를 통하여 공급한 공기 중에 CF₄ 및 SF₆는 각각 5,000ppm이 되도록 공급하였으며, 스팀은 절대습도 8%가 되도록 액체펌프를 이용하여 공급하였다. 그 결과 동일한 조건에서 촉매 활성은 90%를 유지한 반면 촉매/환원제를 다단으로 충전한 반응에서는 98% 이상의 전환율 확보가 가능하였다. 이러한 결과는 가수분해반응으로 생성된 불화수소를 환원제를 통하여 제거하여 평형이 파괴된 가스 조성을 다음 단으로 유입시켜 반응기의 성능을 향상시켰고, 이에 따라 진행되는 일련의 반응이 반복되어 반응/분리 동시 효과를 구현하였으며 이를 통하여 저온에서도 PFCs 제거효율이 우수한 공정 구성이 가능함을 확인하였다.

감사

본 연구는 환경부의 글로벌탑 환경기술개발사업 중 Non-CO₂ 온실가스 저감기술 개발 사업단(2015001690003)에서 지원받았습니다.

2) RCS : Regenerative Catalytic System

가축분뇨에서 질소회수 및 질소화합물 제조를 통한 자원회수 기술연구

이은실, 양승규, 김호*
고등기술연구원 바이오자원순환팀

A Study on the Nitrogen Recovery and the Production of Nitrogen Compound from Animal Manure

Lee Eun-Sil, Yang Sun-kyu, Kim Ho
Bio Resource Team; Institute for Advanced Engineering

가축분뇨의 퇴/액비를 통한 자원화는 경종농가에서의 화학비료 사용으로 인한 양분집적 문제가 발생하고 있다. 따라서 가축분뇨 및 공동자원화시설과 연계한 질소 회수 기술 개발 및 적용을 통해 지역별 양분관리 기술 제공 및 양분총량제에 대응한 가축분뇨 자원화 기술 제공이 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 가축분뇨 내에 존재하는 암모니아를 50% 회수함으로써 경제성을 증가 시키고 공정에서 발생하는 악취 문제를 2차적으로 해결함으로써 부가적인 효율을 증대시킬 수 있다. 또한 회수된 암모니아를 이용하여 암모니아수, 황산암모늄 등 암모니아화합물을 제조하여 제품화함으로써 부가가치를 창출할 수 있어 시설 투자비와 운전비 대비 부가가치 창출을 기대할 수 있다. 이에 실험실 규모에서의 50% 암모니아 회수 최적 조건과 회수된 암모니아를 이용하여 암모니아화합물 생성 최적 조건을 도출하였다.

PA-25

연속식 가열로의 내부 온도분포 예측

임동렬*, 이춘식, 김수현, 신중욱
고등기술연구원

Prediction of Temperature Distribution Inside a Continuous Reheat Furnace

Dong Ryul Rhim*, Chun Sik Lee, Su Hyun Kim, Jung Uk Shin
Institute for advanced Engineering

철강 분야의 압연공정에서는 빌렛(Billet)이나 슬랩(Slab)과 같은 철강 반제품을 성형 가능한 온도로 다시 높이기 위하여 연속식 가열로(Continuous Reheat Furnace)가 사용되고 있다. 철강 반제품(소재)은 상온 ~ 800℃의 온도에서 연속식 가열로에 장입이 되고, 연속식 가열로 내에 장착된 연소기의 연소과정에서 발생하는 열의 직접적인 가열을 통하여 소재가 1150~1250℃로 가열된 후 연속식 가열로에서 배출된다. 연속식 가열로에서 배출된 고온의 소재는 압연 등의 후처리 공정을 거쳐 최종 완제품이 된다. 압연 공정에는 Walking Beam 방식이나 Pusher 방식 또는 Walking Hearth 방식의 연속식 가열로가 일반적으로 사용되고 있으며, 본 연구는 Walking Beam 방식의 연속식 가열로에 대해서 가열로 내부의 분위기 온도와 가열로 내화재 온도분포를 예측하기 위하여 수치 해석을 실시하였다.

3차원 정상상태의 수치 해석은 상용 열유체 해석 코드인 Ansys Fluent 16.1 버전을 사용하여 진행하였고, 난류 모델은 표준 k-ε 난류모델을 적용하였다. 연료는 메탄(CH₄)으로 가정하였으며 연소 반응은 메탄의 1단계 화학 반응식(One-Step Global Mechanism)을 사용하였다. 예열구역과 가열구역 그리고 균열구역에는 소재 상부와 소재 하부의 양 측면을 합쳐서 각각 6개의 연소기를 장착하였으며, 각 구간의 연소용 공기는 300℃ ~ 600℃로 예열한 후 연소기에 공급하였다.

감사

본 연구는 산업통상부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20142010102710)

참고문헌

1. Radhakrishnan, P., "Evaluation and Improvement of Heat Treat Furnace Model," Ph.D. Dissertation, Worcester Polytechnic Institute, USA, 2008.

Process Simulation and Economic Analysis of Reactor Systems for Perfluorinated Compounds (PFCs) Abatement

Boreum Lee, Sunggeun Lee, Ho Young Jung¹, Shin-Kun Ryi^{2*}, Hankwon Lim*

Department of Advanced Materials and Chemical Engineering; Catholic University of Daegu, ¹Department of Environment and Energy Engineering; Chonnam National University, ²Korea Institute of Energy Research

Carbon tetrafluoride (CF₄) with the high global warming potential (GWP) can be reduced by various methods such as thermal destruction, catalytic decomposition, plasma abatement, and electro-chemical reduction[1]. Among them, catalytic decomposition is preferred because it has reality in most on-site applications in terms of energy efficiency and economic aspects. Process simulation using Aspen HYSYS based on experiment data obtained from Ecopro Co. was carried out to construct reactor systems with single and series reactors. A CaF₂ yield from the reaction of HF and CaO at temperatures ranging from 550°C to 750°C was compared for single and series reactors and cost estimation focusing on operating expenditure (OPEX) was performed to investigate cost savings by employing series reactors instead of a single reactor. As a result, the reaction temperature in series reactors was lower than one in a single reactor by about 100°C resulting in cost savings and lower energy consumption for the overall process.

감사

This project is supported by the “R&D Center for reduction of Non-CO₂ 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., and 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).

고체순환 모사 장치를 이용한 매체순환연소를 위한 산소전달입자의 반응특성 해석

장명수, 이동호, 이승용, 류호정*
한국에너지기술연구원

Reaction Characteristics Analysis of Oxygen Carrier for Chemical Looping Combustion Using Solid Circulation Simulation Apparatus

Myoung-Soo Jang, Dong-Ho Lee, Seung-Yong Lee, Ho-Jung Ryu*
Korea Institute of Energy Research

매체순환 연소기술(Cheical Looping Combustion Technology)은 두 개의 반응기(공기반응기, 연료반응기) 사이를 순환하며 산소를 주고받는 금속매체를 이용하여, 공기에 의한 금속매체의 산화반응과 연료에 의한 금속산화물의 환원반응이 별개의 반응기에서 일어나게 하여 공기반응기에서는 NO_x의 발생이 없고 연료반응기에서는 CO₂와 H₂O만을 발생시킴으로써 별도의 CO₂ 분리설비 없이 배출가스 중의 H₂O 응축만으로 고농도의 CO₂를 분리회수 할 수 있는 연소 중 CO₂ 포집기술의 하나이다. 매체순환 연소기술의 개발을 위해서는 고성능, 저비용의 산소전달입자 개발과 함께 두 반응기 사이의 고체순환이 가능하고 기체의 혼합을 최소화할 수 있는 유동층 공정의 개발이 필수적이다[1-3]. 본 연구에서는 새로 개발된 산소전달입자(OCN717-R1SU)에 대해 매탄을 연료로 사용할 경우 고체순환 모사 실험장치에서 고체순환속도 변화에 따른 연료전환율과 CO₂ 선택도의 변화를 측정 및 고찰하였다. 본 연구에 의해 98% 이상의 CO₂ 선택도를 얻기 위한 고체순환속도를 결정할 수 있었으며 이를 바탕으로 고속유동층-기포유동층으로 구성된 2탑 유동층 공정에서 원하는 고체순환속도를 구현할 수 있는지 확인하였다.

참고문헌

1. Ryu, H. J., Park, S. S., Lee, D. H., Choi, W. K., and LEE, Y. W., "Method for Improvement of Reduction at High Temperature in a Chemical-Looping Combustor," *Korean Chem. Eng. Res.*, **50**(5), 843-849 (2012).
2. Ryu, H. J., Bae, D. H., Jo, S. H., and Jin, G. T., "Reaction Characteristics of Ni and NiO Based Oxygen Carrier Particles for Chemical-Looping Combustor," *Korean Chem. Eng. Res.*, **42**(1), 107-114 (2004).
3. Ryu, H. J., "CO₂-NO_x Free Chemical-Looping Combustion Technology," KOSEN Report, <http://www.kosen21.org> (2003).

1 m³/min 배가스 내 NO 처리를 위한 건식산화제 제조 촉매공정에 대한 운전특성

장정희, 한기보*
고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터

Operation Characteristics of Catalytic Process of Dry Oxidizing Agent Production for NO Treatment in 1 m³/min Exhaust Gas

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

기존 연구를 통해 건식산화제를 이용하여 모사 배가스 내 NO에 대한 전환실험을 수행하였으며, 그 결과 NO가 전환됨을 확인한 바 있다[1]. 실제 배가스는 NO 뿐만 아니라 CO, SO_x과 같은 가스상 오염물질 및 Soot 형태의 입자상 오염물질이 복합적으로 혼합되어 있으며, 시스템의 스케일-업 및 현장적용을 위해서는 실 배가스를 이용한 실험을 통하여 다양한 조건에서의 운전특성 조사가 필요하다. 본 연구에서는 1 m³/min 규모 배가스 내 NO 처리를 위한 스케일-업된 H₂O₂ 촉매분해시스템의 운전특성을 조사하고자 한다. 이를 위해서 1 m³/min 규모의 배가스가 통과하는 반응기를 제작하였으며, H₂O₂ 촉매분해를 통해 건식산화제를 생산/공급 하였다. 이때 건식산화제의 주입량, 배가스 온도, NO 농도 등을 모니터링하였으며, 운전조건 변화에 따른 NO 전환율을 조사하였다.

참고문헌

1. Jang, J. H., Choi, H. Y., and Han, G. B., "Production of Dry Oxidant through Catalytic H₂O₂ Decomposition over Mn-based Catalysts for NO Oxidation," *Clean Technology*, **21**(2), 130-139 (2015).

Sherwood Biomass의 습식 반탄화 특성 연구

정성하, 김상도, 최호경, 이시훈, 유지호, 전동혁, 임영준, 임정환, 이종배
한국에너지기술연구원 청정연료연구실

Study on Wet-Torrefaction Characteristics of Sherwood Biomass

Seongha Jeong, Sangdo Kim, Hokyung Choi, Sihyun Lee, Jiho Yoo, Donghyuk Chun,
Youngjoon Rhim, Jeonghwan Lim, Jeongbae Lee
Clean Fuel Laboratory; Korea Institute of Energy Research

It has been strongly required to reduce carbon dioxide emission due to resolve the global warming. If biomass fuels are burned in the combustor of power plant instead of fossil fuels, a considerable amount of carbon dioxide emission can be reduced. But it has been hard that biomass fuels were applied for power generation applications, as biomass fuels have a high hygroscopic property and a low calorific value. Torrefaction of biomass fuels is a very effective method to increase an energy density, because it makes that the water and volatiles contained in the biomass fuels are released and bio-structures such as hemi-cellulose, cellulose and lignin decompose. Torrefaction is generally conducted under atmospheric pressure without oxygen, called dry-torrefaction. But we proposed that biomass fuels with water were contained in a closed chamber and heated at the desired temperature, called wet-torrefaction. Since wet-torrefaction were conducted in closed chamber, pressure in the chamber increased to saturated water vapor pressure of the desired temperature without extra energy consumption caused by compressors. Accordingly, it could be achieved that high grade biomass fuels were produced by a wet-torrefaction, while taking little energy. In this study, wet-torrefactions of 15g sherwood biomass were conducted with 150 g water for 10 min and 30 min at 225°C and 250°C in comparison with dry-torrefaction conducted for 30 min at 225°C. Samples of wet-torrefaction had lower moisture contents and higher heating value than those of dry-torrefaction. The amount of fixed carbon and heating value of samples of wet-torrefaction increased with increasing reaction temperature and time but the amount of volatile matter decreased. We also confirmed that wet-torrefaction could reduced more ash in the biomass than dry-torrefaction.

악취 저감시설 유지관리를 위한 악취센서의 활용

정의석*, 손찬웅, 김진완, 임문혁, 신철호¹
(주)엔버스 부설기술연구소, ¹(재)서해환경과학연구소

Application of Odor Sensor for Maintain Management of Odor Reduction Facilities

Eui-Suk Jung*, Chan-Woong Son, Jin-Wan Kim, Moon-Hyuck Im, Chul-Ho Shin¹
R&D Center, Envors Co., Ltd., ¹Seohae Environmental Science Institute Foundation

2014년도 악취배출업체 전수조사 보고서에 의하면, 악취저감시설로는 스크러버가 45.9%, 활성탄 흡착탑이 33.6%, 탈취제가 3.9%로 조사되었으며, 스크러버와 활성탄 흡착탑이 79.4% 차지하는 것으로 확인되었다. 특히, 업종별 점오염원(방지시설)의 냄새현황 조사 결과에 의하면, 유기용제냄새가 760회로서 가장 많이 감지되고 있으며, 이들 시설의 경우 전반적으로 활성탄 흡착시설을 설치하여 운영하고 있는 것으로 확인되고 있다. 이와 같이 시화·반월 산단 내에 위치한 악취배출 사업장의 악취를 효율적으로 관리하고, 개선하기 위해서는 흡착시설의 유지관리 방안이 매우 중요함을 의미하며, 흡착시설의 흡착제 유지관리 방안을 도입하여 흡착제가 파과점에 도달하기 이전에 교체할 수 있는 방안 수립이 필요할 것으로 판단되었다. 이에 본 연구에서는 시화·반월산단에 위치한 H업체 악취저감시설 배출구에 악취센서를 설치하여 실시간 모니터링을 통한 실증 연구를 진행하였으며, 효율적인 저감시설 유지관리 방안을 위한 기초자료를 확보하고자 연구를 수행하였다. H업체 흡착시설 배출구의 측정공에 모니터링 장치 흡입관을 설치하였으며, 악취센서 모니터링 장치를 가까이 설치하여 흡입관의 오염이나 압력손실 등으로 인한 영향이 최소화 되도록 하였다. 배출구 모니터링 결과는 2분 단위 최고값이 데이터수집서버에 저장되며, 실시간 웹프로그램을 이용하여 다양한 조건으로 확인할 수 있도록 하였다. 웹프로그램은 모바일 접속이 가능하여 장소와 시간의 제약을 받지 않으며, 문제점 발생 시 신속한 대응이 가능한 장점이 있다. 모니터링 결과 조업이 시작됨과 동시에 급격한 센서값 상승을 확인 할 수 있었으며, 악취저감시설의 가동을 중지하는 휴식시간과 점심시간, 작업 종료 등의 상황을 확연하게 구분할 수 있었다. 회석배수와 센서값과의 상관성은 R²값으로 0.9377로 우수한 것으로 산정되었으며, 상관성 수식을 이용하여 복합악취 회석배수로 변환하여 배출구 법적 규제수준으로 관리가 가능함을 확인할 수 있었다. 악취모니터링 결과를 회석배수로 환산한 결과 주간 조업시간에는 800~1,000배수에 해당하는 것으로 나타났으며, 조업이 끝난 야간에는 500배수 이하로 떨어지는 것으로 나타났다. 공업지역의 엄격한 배출허용기준인 500~1,000배수를 유지하기 위해서는 모니터링 결과가 4.0 이하가 유지되도록 관리하여야 하며, 보다 안정적인 관리를 위해서는 500배수 수준인 3.7이하로 관리하여야 하는 것으로 확인되었다.

향후 악취배출구에 악취센서를 설치하여 실시간 모니터링을 진행할 경우, 1) 진단 및 후단 모니터링을 통하여 최우선적으로 흡착시설의 악취저감 효율을 판단할 수 있으며, 이를 통하여 2) 흡착제의 성능 및 효율을 우선적으로 판단하는데 기여할 수 있다. 또한, 3) 흡착시설 배출구 실시간 모니터링을 통하여 흡착제 파과점 이전에 흡착제를 교체하여 악취저감 효율성을 높일 수 있으며, 4) 사업장 내 특이한 사항을 전반적으로 관리할 수 있어 악취저감시설의 유지관리 효율을 높이는데 기여할 수 있을 것으로 판단되었다.

감사

본 연구는 시흥녹색환경지원센터의 2015년도 연구개발사업비 지원(15-10-01-01-18-02)에 의해 수행되었습니다.

산성가스 제거용 고기능성 침착활성탄 개발 및 성능 평가

김도훈*, 김상웅, 이창익, 안희아, 김대훈, 고정욱, 정희석
(주)리드제넥스

The Development and Performance Evaluation on High Functional Impregnated Activated-Carbon for Removal of Acid Gases

Do hoon Kim*, Sang woong Kim, Chang ick Lee, Hee ah An, Dae hoon Kim, Jung wook Go, Hee seok Jung
LeadGenex, Inc.

침착활성탄은 비표면적 및 기공 성질 등 물리적 흡착에 의해 흡착성능이 좌우되는 일반 활성탄과 달리 화학흡착이 주된 흡착기구이며, 제거하고자 하는 가스를 선택적으로 흡착제거 할 수 있는 장점이 존재한다. 산업현장에서 발생하는 독성유해물질인 HF, HCl, Cl₂, H₂S, SO₂ 등의 산성가스는 배출되는 양이 ppm, ppb 또는 mg/m³ 등의 단위로 표시되는 저 농도 영역인 경우가 대부분이며 극성을 띄고 있는데, 일반활성탄의 경우 대부분 표면이 비극성으로 이루어져 있어 산성가스의 흡착성능이 낮고, 고온 영역에서의 흡착성능이 낮아 잦은 교체로 인한 경제성이 좋지 않은 단점이 존재한다. 선택성이 높은 침착활성탄을 이용하게 되는 경우, 흡착성능의 증가와 함께 경제적인 운전이 가능하기 때문에 산성가스 제거용 침착활성탄에 관한 연구 및 개발이 이루어지고 있다.

본 발표에서는 저 농도 및 고온영역에서 성능이 좋은 침착활성탄을 개발하고자 국내 수급이 용이하고 비표면적이 잘 발달한 야자각 활성탄으로부터 금속 활성물질 침착 및 표면 염 처리방법을 통해 LGX-V2를 개발하였다. 산성가스를 이용한 흡착성능 평가 및 BET, SEM 등의 특성 및 제조 원가 등을 분석하였으며, 현재 HF, HCl, Cl₂, H₂S, SO₂ 등의 산성가스 제거용으로 사용되고 있는 RBAA3(Norit社)와 비교하였다. 흡착성능 평가는 HF, HCl, Cl₂ 가스를 이용한 가스 종별 One-Pass 방식의 흡착실험을 통해 이루어졌고, 제조 원가는 단위질량당 생산가격 비교를 통해 평가하였다. LGX-V2 침착활성탄의 경우 산성가스 종별 흡착성능 평가에서 더욱 좋은 활성을 나타내었으며, 제조원가 또한 RBAA3(34\$/kg)와 비교하여 12\$/kg으로 보다 경제성이 우수한 것으로 판단되었다.

감사

본 연구는 산업자원통상부와 방위사업청의 민군기술적용 기술개발사업으로 수행된 연구(14-SF-EB-03)입니다. 이에 감사드립니다.

반도체 공정에서 사용되는 금속 부식방지제 개발

최규용, 이호열, 오규화*
에이케이캠텍(주)

Development of the Metal Corrosion Inhibitor Used in the Semiconductor Process

Kyu Yong Choi, Ho Yeoul Lee, Kyu Hwa Oh*
AK ChemTech Co., Ltd.

본 연구에서는 반도체, LCD, 전기전자 산업에서 금속의 부식을 방지 할 수 있는 유기성 부식방지제 연구개발을 진행하였다. 특히 반도체 산업에서 Chemical Mechanical Polishing (CMP) 공정에 사용되는 Triazol 및 Tetrazol계 부식방지제를 개발하였다. 금속 배선형성 재료가 구리로 대체됨에 따라 CMP 공정 및 Damascene 공정이 도입되었고, 공정이 진행된 이후에도 제거되지 않은 슬러리 및 연마제는 구리 박막 표면을 계속 부식시켜 평탄화를 저해하여 반도체 성능 저하시키는 문제가 발생한다. 이를 제거하기 위해서 부식방지제, 착물형성제, 산화제, 계면활성제 등이 포함된 세정제를 이용하는 세정 공정이 수행된다. 본 연구에서 CMP 공정에 필요한 Triazol 및 Tetrazol계 부식방지제를 개발하여 기존 부식방지제와의 CMP 공정에 미치는 영향과 그에 따른 경향성을 확인하였다.

Construction of *Corynebacterium* Cell Factory for Muconic Acid Biosynthesis via Metabolic Pathway Reconstitution

Sisun Choi, Sun ok Park¹, Sang joun Lee¹, Gie-Taek Chun², Sang yong Kim³, Eung-Soo Kim*
Department of Biological Engineering; Inha University, ¹STR Biotech Co., Ltd., ²Department of Molecular Bio-science; Kangwon National University, ³Korea Insititue of Industrial Technology

The widely-used petroleum-based chemical industry faces drawbacks causing environmental problems such as depletion of resources, energy crisis and global warming. Therefore, biotechnological production processes using microorganisms are becoming required and are gaining attention. *cis,cis*-Muconic acid (CCM) is one of platform chemicals and it is a precursor which can produce useful chemicals such as nylon and plastic. Here we describe biosynthesis of CCM by using *Corynebacterium glutamicum*. *C. glutamicum* is widely used for industrial production of amino acids and its metabolic system has been well studied, which suggests that metabolic engineering for *C. glutamicum* is easy. CCM synthesis in microorganisms has been commonly studied for biosynthesis in the shikimate pathway with dehydroshikimate (DHS) dehydratase, protocatechuate (PCA) decarboxylase and catechol 1,2-dioxygenase transferred by genetic engineering. Thus, we conducted codon optimization to insert foreign genes and then promoted pathway optimization. We also blocked competitive pathways to induce accumulation of DHS and PCA and the pathway which catabolizes CCM, the target end product. Thus, we obtained *C. glutamicum* strain whose metabolic pathway has been redesigned for a high yield of CCM.

참고문헌

1. Xie, N., Liang, H., Huang, R., and Xu, P. "Biotechnological production of muconic acid: Current status and future prospects," *Biotechnology Advances*, **32**(3), 615-622.
2. Blombach, B., Riestler, T., Wieschalka, S., and Ziert, C., "Corynebacterium glutamicum tailored for efficient isobutanol production," *Applied Environmental Microbiology*, **77**, 3300-3310 (2011).
3. Niu, W., Draths, K. M., and Frost, J. W., "Benzene-Free Synthesis of Adipic Acid," *American Chemical Society and American Institute of Chemical Engineers*, **18**, 201-211 (2002).

에너지화 통합공정을 위한 생다시마의 파일럿 규모 전처리 연구

최재형¹, 우승한², 박용범³, 이성찬³, 우희철^{1,3,*}

¹부경대학교 청정생산기술연구소, ²한밭대학교 화학생명공학과, ³부경대학교 화학공학과

전 세계적으로 지구의 기후변화대응과 화석연료의 자원고갈에 따라 지속가능한 신재생에너지 개발을 위한 연구가 각광받고 있다. 최근 지속가능한 탄소중립의 자원으로 바이오매스는 생물학적 및 열화학적 공정을 통해 바이오연료 및 바이오소재의 생산이 가능하다[1-3]. 특히, 해조류(Macroalgae)는 육상 바이오매스와는 달리 경작지의 제약이 없는 넓은 해양을 이용할 수 있으며, 성장속도가 빠르고, 비료를 사용할 필요가 없어 환경문제를 발생시키지 않는 장점을 가진 바이오매스로 활용가치가 크다고 할 수 있다[1-2]. 하지만, 바다에서 성장하는 해조류 바이오매스는 다양한 미네랄을 함유하고 있어 에너지 전환공정에 있어서 부식 및 슬래깅 등의 문제가 수반될 수 있어, 탈염공정이 필수적이라 할 수 있다[3].

본 연구에서는 청산도 해역에서 고밀도 양식 생다시마를 수확한 후 Twin Screw Extruder 파쇄기를 이용하여 약 1~3 cm의 입자사이즈로 파쇄 후 파일럿 규모의 회분식 교반장치를 이용하여 전처리 용매 비율과 반응시간에 따른 탈염 효과 및 물질수지에 대한 영향을 조사하였다. 본 실험에서 얻어진 액상과 고상의 바이오매스 전처리 원료는 에너지화 통합공정의 효율을 높이는데 기여할 수 있다.

감사

본 연구는 한국수산자원관리공단의 지원연구에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Song, M., Pham, H. D., Seon, J., and Woo, H. C., "Marine brown algae: A conundrum answer for sustainable biofuels production," *Renewable Sustainable Energy Reviews*, **50**, 782-792 (2015).
2. Song, M., Pham, H. D., Seon, J., and Woo H. C., "Overview of anaerobic digestion process for biofuels production from marine macroalgae: A developmental perspective on brown algae," *Korean Journal Chemical Engineering*, **32**, 567-575 (2015).
3. Choi, J. H., Woo, H. C., and Suh, D. J., "Pyrolysis of seaweeds for bio-oil and bio-char production," *Chem. Eng. Trans.*, **37**, 121-126 (2014).

활성탄 흡착탑 효율개선 및 폐자원 에너지화 방안 (활성탄 공동재생)

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

The Efficiency Improvement of A/C Tower and Strategies for Waste-to-Energy

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

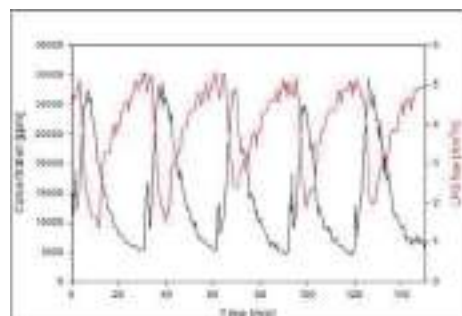
시화/반월 산단에는 약 2,500개의 악취배출업체가 입주해 있고 이들 업체는 의무적으로 악취방지시설을 설치하고 적정하게 운영해야 한다. 2014년 시화/반월산단 전수조사 결과 총 2,693개의 방지시설 중 약 33.6%(1,141개)가 활성탄 흡착탑을 악취 방지시설로 운영하고 있다[1]. 하지만 활성탄 교체가격 부담으로 인한 교체주기 미 준수, 활성탄 가격상승으로 인하여 Char Coal을 사용하는 등 활성탄 흡착탑 운영상의 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 활성탄 흡착탑의 효율 개선과 대기 중으로 배출되는 VOCs를 에너지로 활용하고자 ‘시화/반월산단 활성탄 공동재생 시스템’을 구축하였다.

활성탄 공동재생 시스템 도입을 위하여 포화된 활성탄의 탈착과 탈착된 VOCs의 에너지로서 활용 가능성에 대한 평가를 진행하였다. 활성탄 재생시설에는 1) 활성탄 저온(150~200°C) 탈착시설, 2) 탈착 VOCs 연소시설, 3) 폐열 회수 시설, 4) ORC 발전시설을 갖추어 VOCs탈착에서부터 전기 생산까지 모든 과정을 검증하였다. 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 소각로에 공급되는 LPG양의 변화로 판단하였다.

VOCs 탈착율은 탈착시간, 탈착온도, 탈착 유량, 활성탄 무게, 탈착 챔버 압력 등에 따라 복합적으로 달라지지만, 일반적으로 탈착시간이 길어지고, 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 1] 활성탄 재생시설 공정도.



[그림 2] 탈착 VOCs 농도와 LPG 공급량 변화.

참고문헌

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

플라즈마 토치형상 변경에 따른 폭발성 및 DCS (Dichlorosilane) 가스제거 효율향상

최희영, 홍범의, 최창식*
고등기술연구원

Improvement of Disposal Gases Elimination Efficiency by Changed Plasma Torch Shape

Hee-Young Choi, Bum Ui Hong, Chang Sik Choi*
Institute for Advanced Engineering

반도체 화학공정에서 발생하는 가스(H_2 , NH_3 , GeH_4 및 DCS (Dichlorosilane))들은 폭발성 및 독성을 지니며 가스 배출시 심각한 환경오염 및 인체에 유해하기 때문에 고효율의 가스 처리기술 및 공정개선이 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 화학공정 중에 발생하는 폭발성 및 독성가스를 연소를 통해 제거 하였다. 발생하는 H_2 가스는 연소반응의 점화원으로 사용하고 동시에 Air를 충분히 공급하여 수소가스의 완전연소 반응을 유도하였다. 이때, H_2 가스 연소시 발생하는 고온의 열원($1100^{\circ}C$)을 이용하여 폭발성 및 DCS가스를 안정적으로 제거 하였다. 가스 처리효율을 향상시키기 위해 플라즈마 토치를 사용하였다. 처리가스의 경제적인 효율 향상을 위해 토치를 개선 한 결과 각 가스의 분해효율이 약 10% 정도 증가하였다. 이를 통해 가스의 효율적인 처리를 위해 공정개선이 필요하다는 것을 재확인 하였다.

합침법과 가열 단일층 분산법에 의해 제조된 염화구리/알루미나 흡착제의 CO 및 CO₂ 흡착평형

한상섭*, 정태성, 조강희, 범희태, 김정수, 김종남, 배운상¹
한국에너지기술연구원, ¹연세대학교

Adsorption of CO and CO₂ on CuCl/Alumina Prepared by Impregnation and Thermal Monolayer Dispersion

Sang-Sup Han*, Taesung Jung, Kanghee Cho, Hee-Tae Beum, Jung Su Kim, Jong-Nam Kim, Youn-Sang Bae¹
Korea Institute of Energy Research, ¹Yonsei University

일산화탄소는 초산, 알데하이드, 폴리카보네이트, 폴리우레탄 등을 제조시 원료로서 활용된다. 보통 일산화탄소는 수증기 개질에 의한 합성가스 생산공정과 COG (Coke Oven Gas), BFG (Blast Furnace Gas), LDG (Linz Donawitz Gas) 등의 부생가스로서 제철 공정에서 대량 발생되고 있는데, 최근 이를 분리정제하여 회수하는 기술에 대한 관심이 증가하고 있다. 일반적으로 일산화탄소의 분리에는 심냉법이 적용되어 왔으나 분리효율이 우수하지 않고 에너지가 많이 소요되는 단점이 있다. 이에 비해 흡수법과 흡수법이 에너지 비용 측면에서 우수한 장점이 있다. 특히, PSA, TSA 등의 흡착법은 조업이 상대적으로 유리하여 중규모 이상의 분리공정에서 상업적 활용이 크게 기대되고 있다.

본 연구에서는 LDG에 대량으로 포함된 일산화탄소를 이산화탄소로부터 선택적으로 분리하기 위해 합침법과 가열 단일층 분산법을 이용하여 염화제일구리/알루미나 계열 흡착제를 제조하였고, 이들의 일산화탄소 및 이산화탄소 흡착평형에 대해 연구하였다. 또한, 첨가제를 도입하여 이들이 일산화탄소 흡착특성에 미치는 영향에 대해 관찰하였다.

참고문헌

1. Yang, R. T., *Adsorbents: Fundamentals and Applications*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2003, pp. 216-222.
2. Jin, M. et al., "Redox-buffer Effect of Fe²⁺ Ions on the Selective Olefin/Paraffin Separation and Hydrogen Tolerance of a Cu⁺-based Mesoporous Adsorbent," *J. Mater. Chem. A.*, **1**(22), 6653-6657 (2012).
3. Miltenburg, A. V., "Adsorptive Separation of Light Olefin/Paraffin Mixtures," Ph.D. Dissertation, Technische Universiteit Delft, 2007.
4. Han, S.-S. et al., "Preparation and Characterization of Copper(I)-based CO-selective Adsorbent for the Separation and Production of CO," Paper No. 30, *Proceedings of the 7th Pacific Basin Conference on Adsorption Science and Technology*, Sep. 26, Xiamen, (2015).

산업부산물의 건설자재 활용을 위한 액상촉진탄산화 반응에 반응 탈리액의 재이용 연구

홍범의¹, 최창식^{*1}, 정철진¹, 이민구², 박진원²
¹고등기술연구원, ²연세대학교

Re-Use of the Effluent on the Liquid Accelerated Carbonation for Utilization of Construction Materials using Industrial Wastes

Hong Bum-Ui¹, Choi Chang-Sik^{*1}, Jeong Chul-Jin¹, Lee Min-Goo², Park Jin-Won²
¹Institute for Advanced Engineering, ²Yonsei University

플라이애시, 버팀애시, 슬래그 등의 산업부산물과 순환골재 등의 건설폐기물은 건설재료로 활용이 가능한데, 발생 과정에서 부수적으로 첨가되는 생석회의 영향으로 칼슘옥사이드(CaO)를 포함하게 되며 이는 물과 반응 시 칼슘하이드록사이드(Ca(OH)₂)의 생성으로 알칼리 침출수를 발생케 하여 환경오염을 일으키는 근본적인 원인이 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 국내에서도 이산화탄소를 활용한 광물탄산화 기술이 활발하게 진행되고 있으나, 실용화 수준까지는 도달하지 못했을 뿐만 아니라 대부분 direct gas-solid 탄산화 기술로서 높은 온도와 압력을 요하는 반면 반응 수율은 낮고 반응 시간이 길어지는 등의 단점을 가지며, 비경제적인 방법이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 산업부산물 및 건설폐기물을 활용하고 가속화되는 지구 온난화지수의 감축을 위하고 또한, 환경적 문제가 없는 안정한 골재의 사용을 위하여 효율적이며 경제적인 광물 탄산화 기술에 대한 연구를 수행하였다.

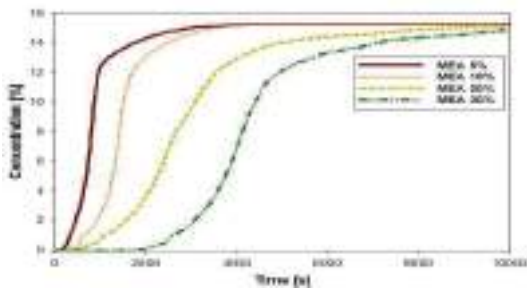


Fig. 1 CO2 absorption curve

Table 1 Amount of CO₂ absorption

ME A Concentration [wt%]	Saturation Time [min]	C O 2 Feeding rate [L/min]	C O 2 Supply [L]	A m o u n t of C O 2 absorption [g]
5	42	1	6.3	12.38
10	66.7	1	10.0	19.65
20	121.7	1	18.26	35.86
30	133	1	19.95	39.19

Table 2 Carbonation conversion

MEA Concentration [wt%]	Weight before reaction [g]	Weight after reaction [g]	Production amount [g]	Conversion [%]
5	1411.7	1412.41	0.71	1.24
10	1423.3	1425.37	2.07	3.68
20	1407.3	1411.53	4.24	7.52
30	1411.2	1417.04	5.84	10.34

PVC-Free 열융착 수지 특성연구

김동욱, 한세미, 이영관¹, 김유철², 이용진², 이기용², 김백진^{*}
 한국생산기술연구원, ¹성균관대학교, ²유니코정밀화학

열가소성 플라스틱의 하나로 강하고, 색을 내기 쉽고, 잘 마모되지 않는 Polyvinyl Chloride (PVC)는 인조가죽, 레코드, 포장재, 파이프, 바닥재 등에 다양하게 사용되고 있다. 하지만 PVC 자체의 염소에서 기인하는 연소생성물질과 PVC 접착공정에 사용되는 다양한 접착제에 의한 VOC 배출 때문에 환경오염이 야기되어진다. 본 연구는 VCM 강판의 적층구조물로 사용되는 PVC 필름을 대체하기 위한 PVC-Free 열융착 필름을 개발하여 기존 PVC 소재 필름에 대한 환경규제에 대응하고자 하였다.

PVC-Free 열융착 하이브리드 필름은 사슬간 인력을 상승시키는 Styrene 구조를 포함하는 SEBS, SBS, SIS 등을 주재료로 사용하여 재료별 Styrene 함량이나 Acrylic Acid의 함량에 따른 접착 결과를 확인하고자 하였다. 열융착 수지 배합은 재료 비율별로 HAAKE Rheomix Internal Mixer를 사용하여 진행하였다. 배합된 수지는 DMA (Dynamic Mechanical Analysis)를 통해 T_g 를 확인하였고, UTM을 통하여 열융착 수지의 인장강도, 연신율, 모듈러스 등을 확인하였다. 강판과 PET 필름 사이의 접착력 테스트는 롤-라미네이션 기기를 이용하여 강판과 PET 필름 사이에 열융착 필름을 라미네이션 후 Erichsen 테스트를 진행하여 확인하였다. 20 mm/min 속도 하에서 10mm NG의 압력으로 Erichsen 테스트를 진행한 결과 강판과 PET 필름 사이에서 SEBS를 주재료로 사용한 열융착 필름의 접착력이 우수한 것으로 확인되었다.

PB-02

종이 기반 다공성 금을 이용한 비소(III) 검출

김지은, 염창주, 김영훈*
 광운대학교 화학공학과

Electrochemical Detection of Arsenic(III) with Paper Based Porous Gold

Ji-Eun Kim, Changjoo Yeom, Younghun Kim*
 Department of Chemical Engineering, Kwangwoon University

산업분야에서 전극으로 사용되는 금의 경우 박막형태로 되어있어 회수율은 높지만 나노 입자로 제조된 전극에 비해 효율이 떨어지는 단점이 있다. 반면에 나노 입자로 제조된 전극은 효율은 좋으나 안정성이 좋지 않고 회수방법이 복잡하다. 이를 보완하기 위해 표면적이 넓고 회수가 쉬운 다공성 금을 제조하였다. 다공성 금을 만들기 위해서 다공성 구조체를 제조하고 금으로 채운 뒤 구조체를 제거하는 방법이 널리 사용되고 있다. 그러나 다공성 구조체를 제조하기가 번거롭기 때문에 다공성 구조체로써 시린지 필터를 이용하는 간단한 방법으로 다공성 금을 제조하였다. 제조된 다공성 금은 높은 전도성을 지니고 있어 전극으로 사용하기에 적합하다. 제조된 전극의 구조적 특성을 알아보기 위하여 FE-SEM으로 분석한 결과, 다공성 금은 기공이 촘촘하게 형성된 것을 확인하였다. 제조된 다공성 금의 전극 효율성을 확인하기 위해 Potentiostat을 이용하여 SWV실험을 진행하였고, 비교실험으로는 GCE와 Gold Foil로 SWV를 진행하였다. 기준전극은 Ag/AgCl (4.2 M KCl Saturated), 상대전극은 Pt Wire 전극을 사용하였다. 1 M 염산 수용액과 증류수를 섞은 후 비소 3가 이온을 일정하게 넣어주었다. 그 결과 다공성 금 전극과 Gold Foil에서는 비소 3가가 첨가되고 농도가 높아질수록 전류량이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 GCE에서는 별다른 반응을 보이지 않았다. 또한 Gold Foil과 다공성 금의 전류량을 비교한 결과, Gold Foil에 비해 다공성 금의 전류량이 높음을 확인할 수 있었다. 따라서 비소 3가 검출에는 Gold Foil보다 다공성 금의 효율이 좋다는 것을 알 수 있었다. 연구 결과, Gold Foil과 다공성 금 전극에서 비소의 최소 검출농도와, 최대 검출농도를 확인할 수 있었다. 이 연구를 통해 다공성 금을 간단하게 만들 수 있는 방법을 제시하였고, 다공성 금으로 낮은 농도의 비소 검출까지 가능한 것을 확인할 수 있었다.

용액기반 인듐-주석 산화물 (ITO) 나노입자 완충층을 이용하여 제작한 IGZO TFTs의 특성과 접촉 저항에 대한 연구

김채원^{1,2}, 김영훈³ 이미정^{2,*}, 홍성제^{1,*}
¹전자부품연구원, ²국민대학교, ³성균관대학교

Study of Characteristics and Contact Resistance of Indium-Galium-Zinc Oxide (IGZO) Thin-Film Transistors (TFTs) by Using Solution-Based Indium-Tin Oxide (ITO) Nanoparticles as a Buffer Layer

Chaewon Kim^{1,2}, Yong-Hoon Kim³, Mi Jung Lee^{2,*}, Sung-Jei Hong^{1,*}

¹Korea Electronics Technology Institute (KETI), ²Kookmin University, ³Sungkyunkwan University

인듐-주석 산화물(ITO)은 투명 전극으로 이용되고 있는 대표적인 물질이다. 하지만 주석은 희소물질로써 가격이 지속적으로 상승하고 있으며, 고갈에 대한 문제점이 지적되고 있다. 또한, ITO는 무기화합물이기 때문에 스퍼터링 방법을 이용하여 증착된 ITO 박막은 깨지기 쉬우며, 용액 공정으로 증착할 수 없다는 단점이 있다. ITO 나노 분말을 이용하여 ITO 나노 잉크를 제조하였고 이를 용액 공정이 가능한 형태로 개선하였다. 본 연구에서는 ITO 나노 잉크를 Silver Nanowires (Ag NWs)와 함께 소스와 드레인 전극으로 이용하여 제작된 IGZO TFTs 소자에 완충층으로 적용하였다. Ag NWs 만을 소스와 드레인으로 적용시 약 0.013 cm²/Vs의 전기 이동도를 얻을 수 있었지만, ITO 완충층을 추가 적용함으로써 0.44~1.704 cm²/Vs의 높은 전기 이동도를 얻을 수 있었다. 전극은 Ag NWs, Ag NWs/ITO-NPs, ITO-NPs/Ag NWs/ITO-NPs의 구조로 소자가 제작되었으며, 100 °C의 저온에서 열처리를 진행하였다. 그 결과 높은 전기 이동도를 얻을 수 있는 장점을 가지고 있다. 이와 같은 성능향상의 메커니즘을 분석하기 위해, Simultaneous Extraction Model을 이용하여 I-V 커브로부터 접촉 저항을 추출하였다. 그 결과 IGZO TFTs 소자의 Mobility와 접촉 저항이 반비례하는 것을 확인하였으며, ITO 나노입자가 완충층으로써 IGZO TFTs 소자의 접촉 저항을 개선시켜 Mobility의 향상에 기여한 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 Ag NWs와 ITO-NPs 하이브리드 투명 전극을 이용하여 IGZO TFTs를 제작하였으며, 용액기반 ITO 완충층의 추가만으로 높은 전기이동도를 가진 TFT를 구현할 수 있었다. 이 결과는 투명하고 유연한 디스플레이를 구현하는데 있어서 스퍼터링 ITO를 대체할 수 있는 방법 중 하나로 기여를 할 수 있을 것으로 생각된다.

감사

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

참고문헌

1. Riccardo, D. P., "Simultaneous extraction of charge density dependent mobility and variable contact resistance from thin film transistors," *Appl. Phys. Lett.*,**104**, 193501 (2014).

Toluene의 수증기 개질 반응에서 희토류 금속(Ce, Nd, Sm, Gd)의 조촉매 효과

박서윤, 오건웅¹, 이재구², 라호원², 서명원², 문태영², 윤상준^{1,2,*}
 충북대학교 대학원 환경공학과, ¹과학기술연합대학원대학교 신에너지기술, ²한국에너지기술연구원

The Promotor Effect of Rare Earth Metal (Ce, Nd, Sm, Gd) for Toluene Steam Reforming over Ni Catalyst

Seo Yun Park, Kun Woong Oh¹, Jae Goo Lee², Ho Won Ra², Myung Won Seo², Tae Young Mun², Sang Jun Yoon^{1,2,*}

Department of Environmental Engineering; Chungbuk National University, ¹Advanced Energy Technology, Korea University of Science and Technology, ²Korea Institute of Energy Research,

바이오매스 가스화공정에서 발생하는 타르(Tar)는 부식, 막힘, 효율 저하를 가져오기 때문에 촉매를 적용한 개질 연구가 이루어지고 있다. 특히, 니켈금속은 타르 분해 및 개질에 뛰어난 효과가 입증된 금속으로 가장 많이 쓰이고 있으나, 탄소(Carbon)에 대한 저항성이 약해 촉매의 빠른 비활성화 문제점이 있다. 이 때문에 Ni의 Carbon 저항성을 높여주는 조촉매를 첨가한다. 본 연구에서는 타르의 대표물질 Toluene을 대상으로 CH₄ 개질용 FCR-4 (Ni12wt%/α-Al)와 Ni (12wt%) Based에 희토류 금속(Ce, Nd, Sm, Gd)을 1 wt%씩 조촉매로 첨가한 촉매의 개질 효과를 살펴보았다. 반응온도(400~800℃), 공간 속도(10000 hr⁻¹), Steam/Toluene 몰 비(25) 등의 반응 조건에 따른 생성가스의 조성 및 Toluene의 전환을 변화를 확인하였다. 전반적으로 온도가 증가함에 따라, Toluene 전환율과 H₂ 생성량이 증가하는 경향을 나타냈다. 반응온도 400℃ 기준으로 전환율을 비교하면 FCR-4는 약 14%, 제조된 촉매의 경우 Gd을 조촉매로 첨가한 촉매는 가장 높은 약 43%의 전환율을 보였다. 이 때, H₂의 생성량 또한 가장 높게 나타났다. SEM 분석 결과, FCR-4 촉매에서 다량의 Fiber Carbon이 생성되어 빠른 활성 저하를 야기시켰으며, Gd을 첨가된 촉매는 Carbon이 거의 생성되지 않았음을 알 수 있다. 이로서, 희토류 금속이 Toluene 수증기 개질에 효과적인 성능을 보였고, 원자량이 큰 금속일수록 조촉매로서 더 큰 효과가 나타난 것을 알 수 있었다.

In³⁺-doped SnS₂를 이용한 초기 흡착량이 6가 크롬 환원에 미치는 영향

박성묵, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

Effect of Initial Adsorption on Photocatalytic Degradation of Cr(VI) Using In³⁺-Doped SnS₂

Sungmook Park, Younghun Kim*
Department of Chemical Engineering; Kwangwoon University

광촉매를 이용한 친환경적인 수처리 분야에서 광촉매의 여러 가지 중요한 물성이 요구된다. 오염물질의 분해는 광촉매의 비표면적이 넓을수록 효율적이기 때문에 다공성의 광촉매를 제조하는 등 구조적 특성을 변화시키는 연구가 활발히 진행 중이다. 이번 연구에서는 광촉매 표면에 존재하는 오염물질의 양이 광효율에 어떤 영향을 미치는지 분석하였다. 수계에 노출되었을 때 독성을 가지는 6가 크롬을 오염물질로 선정하였으며 마이크로웨이브로 제조된 3차원 구조를 가지는 인듐이 도핑된 황화주석(InSnS₂)을 이용하여 가시광 영역에서 독성이 없는 3가 크롬으로 환원시키는 실험을 진행하였다. InSnS₂가 6가 크롬에 노출되면 시간에 따라 InSnS₂ 표면에 6가 크롬이 흡착되며 2시간 이후에는 흡착-탈착 평형에 도달한다. InSnS₂ 표면에 흡착된 6가 크롬의 양에 따른 환원 효율을 비교하였다. 제조된 InSnS₂의 구조와 비표면적은 SEM, BET를 이용하여 분석하였으며 용액에 잔류, 입자 표면에 흡착된 6가 크롬의 양은 각각 UV-vis 분광광도계와 유도결합플라즈마 분광분석기를 이용하여 분석하였다. 시간에 따라 용액에 잔류하는 6가 크롬의 양과 입자에 흡착된 6가 크롬의 양을 정량 분석을 할 수 있었으며 초기 흡착량에 따라 모든 6가 크롬이 3가 크롬으로 환원되는 시간이 달라짐을 확인하였다. InSnS₂ 표면에 6가 크롬이 많이 흡착될수록 환원효율이 증가하였으며 흡착-탈착 평형에 도달한 경우 더 이상의 효율증가는 나타나지 않았다. 6가 크롬은 가장 먼저 InSnS₂의 표면에 흡착이 되고 이후 빛에 노출되었을 때 InSnS₂의 표면에서 환원반응이 진행되기 때문에 초기 흡착량이 6가 크롬환원에 직접적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. 이번 연구는 흡착과 광효율의 상관관계에 관한 연구에 활용될 것이다.

Synthesis of Bio-Based Plasticizers in Replacement for Conventional Phthalate Esters

TanPhat Nguyen^{1,2}, Anh H. T. Vo^{1,2}, Nhan T. T. Huynh^{1,2}, Bora Kim², Seok Kyu Park², Hongsik Lee², JinKu Cho^{1,2,*}

¹Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²University of Science and Technology (UST)

Phthalate esters play a huge role in worldwide plasticizer market. Due to eco-unfriendliness and harm to human health, they are considered being replaced by new generations of plasticizers. Bio-based plasticizers are thus potential candidates. This study has focused on the syntheses of some kinds of plasticizers originated from biomass. Di- and/or tri- alkyl ester products of isosorbide (ISO), 1,1,1-trimethylolpropane (TMP) and furan-2,5-dicarboxylic acid (FDCA) with fatty alcohols were obtained, isolated and characterized by ¹H-NMR, ¹³C-NMR and EI(+)-MS spectra. Whilst their plasticizing properties are still under investigation and will soon be reported in near future.

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., and 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).
4. Yang, Y. et al., "Isosorbide dioctoate as a "green" plasticizer for poly(lactic acid)," *Materials and Design*, **91**, 262-268 (2016).

PB-08

UV 경화 잉크를 이용한 투명전극 층의 내산 특성 향상

송수민, 홍성제*, 황용진¹, 장승일¹
전자부품연구원 디스플레이소재부품연구센터, ¹(주)엠엠테크

Enhancement of Corrosion Resistance by Acid of Transparent Conductive Electrode Layer by Using UV Curable Ink

Soo-Min Song, Sung-Jei Hong*, Yong Jin Hwang¹, Seung Il Chang¹

Display Materials and Components Research Center; Korea Electronics Technology Institute, ¹MM Tech Co., Ltd.

본 연구에서는, 투명 전도성 전극(TCE)이 코팅 된 유리 기판 위에 보호 잉크를 코팅하고 UV 경화를 통해 투명 전도성 전극(TCE)층을 강산인 불산(HF)으로부터 보호 하였다. 잉크는 UV 경화형 조성물인 Monomer, Oligomer 및 Acrylic Group을 포함한 Pre-Polymer 조성물과 광개시제로 Formulation화 하였다. 또한 무기물 나노입자를 첨가하여 코팅 특성을 향상하였다. UV 경화 잉크는 TCE가 코팅된 유리기판과 TCE가 코팅 되지 않은 반대 면에 코팅하였다. 양쪽 면을 코팅한 후 UV 경화시키고 코팅 된 잉크 층은 HF에 노출시켰다. 그 결과, TCE 층은 HF에 의해 손상되지 않았다. 내산성을 유지하기 위해서는 TCE 층 위에 코팅된 UV 경화 잉크층의 경도 및 접착성이 양호해야 하는데 본 연구에서 UV 경화된 코팅막의 경도는 4 H 이상 얻을 수 있었고, 접착성도 양호하였다. 또한 실험 후 보호 잉크층을 박리 한 결과, TCE 층을 포함하는 유리 기판의 양측 표면은 손상되지 않고 양호하였으며 전기 및 광학적 특성도 잘 유지되었다. HF 노출 전후의 표면 저항의 변화는 1% 미만이었으며 550 nm에서의 광 투과율의 변화도 1% 미만이었다. 따라서, UV 경화 잉크 층에 내산 특성이 향상되어 TCE 층 및 유리 기판이 거의 손상되지 않았다.

감사

본 연구는 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술진흥원(KIAT)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (No. A007700085).

참고문헌

1. Allen, N. S., *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.*, **100**, 101 (1996).

VRFB용 탄화수소계 고분자 복합막의 제조 및 그 평가

신동석, 임민화, 박미정, 정호영*
전남대학교 환경에너지공학과

대용량 에너지저장장치의 일종인 바나듐 레독스 흐름전지(Vanadium Redox Flow Battery, VRFB)에 적용하기 위하여 저가의 탄화수소계 고분자인 Poly(phenylene oxide) (PPO)를 술폰화하여 이온전도성을 부여하여 고분자막으로 성형하였다. 제조한 이온전도성 고분자 막의 치수안정성을 향상시키기 위하여 소수성고분자인 Poly(vinylidene difluoride) (PVdF)를 도입하고, 두 고분자 물질간의 계면안정성을 향상시키기 위하여 양친성 상용화제인 Urethane Acrylate Non-ionomer (UAN)을 첨가해 복합막으로 제조하였다. 제조된 복합막의 기본물성과 VRFB 단위셀에서의 성능을 평가한 결과 UAN이 첨가되면서 sPPO와 PVdF간의 계면안정성이 향상되었음을 확인하였다. 향상된 계면안정성에 의하여 고분자 막의 저항이 감소하고, 투과도과 낮아져 VRFB셀의 효율이 향상된 것으로 판단된다.

고점도 지하수대역 설치에 따른 NAPL 제거공정의 효율 증대 연구

안다영, 최재경, 김헌기*
한림대학교 환경생명공학과·에너지환경 연구소

Enhanced NAPL Removal Using Hydraulic Barriers of High Viscosity

Da Yeong Ahn, Jae Gyung Choi, Heonki Kim*

Department of Environmental Science & Biotechnology; Hallym University, Energy and Environment Institute;
Hallym University

본 연구에서는 실험실 규모의 2차원 물리적 모델을 사용하여 Source Zone으로 지하수 흐름을 집중시키기 위한 연구가 진행되었다. 이 연구의 목적은 대수층에서의 NAPL을 세정 제거하는 공정에서 Source Zone 주변에 높은 점도를 갖는 수리적 장벽을 세팅함으로써 대수층으로부터 NAPL 용해 제거를 증대시키는 것에 있다. PCE와 n-Hexane 혼합용액을 NAPL을 대표하여 사용하였다. 물의 흐름을 조절하기 위한 수리적 장벽으로는 0.05% Sodium Carboxymethylcellulose (SCMC) 수용액을 사용하였다. 증점제의 밀도는 1.013 g/cm^3 , 동점도는 2.817 cP이며 증류수의 밀도는 1.010 g/cm^3 , 동점도는 0.961 cP으로 확인 되었다(25°C 표준상태). 모델 내에서의 SCMC 용액이 차지하는 영역은 지하수 Flux 및 지하수내의 오염물질의 질량 Flux를 거의 100% 증가시키는 수리적 장벽으로 작용하는 것으로 확인되었다. 이에 따른 근거로는 Control 실험의 회수율보다 SCMC를 사용한 실험에서의 회수율이 2배 높음을 실험으로 증명하였다. 따라서 오염된 지하수를 세정함에 있어 Source Zone 주변에 높은 점도를 갖는 영역을 설정하는 것은 Source Zone을 통한 세정물질의 흐름 방향을 바꿀 수 있어 목표 오염물질의 제거를 향상시키는 것으로 확인되었다.

IEA-CFBC 모델을 이용한 Oxy-fuel CFB 수치해석

양창원^{1,2,3}, 정수화^{1,3}, 이은도^{1,2,3}, 문태영³, 방병열^{1,3,*}

¹한국생산기술연구원 고온에너지시스템그룹, ²과학기술연합대학원대학교 청정공정 및 시스템공학과, ³한국에너지기술연구원 FEP 융합연구단

Numerical Simulation of Oxy-Fuel CFB with IEA-CFBC Model

Changwon Yang^{1,2,3}, Suhwa Jeong^{1,3}, Uendo Lee^{1,2,3}, Taeyoung Mun³, Byungryeul Bang^{1,3,*}

¹Thermochemical Energy System R&D Group; Korea Institute of Industrial Technology, ²Department of Green Process and System Engineering; University of Science and Technology ³Future Energy Plant Convergence Research Center; Korea Institute of Energy Research

최근 우리나라는 2030년 배출전망치(BAU) 대비 37%에 해당하는 온실가스 배출 저감 목표를 발표하고 COP21 이후 파리협정 이행에 필요한 다양한 청정에너지 기술개발과 사업화를 진행 중에 있다. 이 목표를 달성하기 위해서는 신재생에너지 보급 확대와 함께 1차 에너지의 85% 이상을 차지하는 화석연료 이용 시스템의 효율향상과 온실가스 배출 저감기술 확보가 필요하다.

국내 온실가스 배출원을 살펴보면 에너지 분야가 약 87.2%를 차지하고 있는데 국가 주력산업에서 철강, 석유화학, 시멘트와 같이 에너지 다소비 산업의 비중이 높은 것도 큰 원인이지만 국내 발전량의 40%를 담당하는 석탄 화력의 온실가스 배출도 중요한 문제이다.

석탄 화력의 이산화탄소 저감은 결국 CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage) 기술과 접목되어야 하며 이를 위해서는 이산화탄소의 포집이 필수적이다. CO₂ 포집은 방법에 따라 연소전·연소중·연소후 기술로 나눌 수 있으며 본 연구는 연소중 포집 기술로 분류되는 순산소 연소 기술에 대한 내용이다.

순산소 연소 기술은 연소에 필요한 산화제를 공기 대신 산소로 치환하여 운전하는 기술로 산화제로 순산소를 사용하므로 배출가스가 물과 이산화탄소로만 구성되어 배출가스의 적절한 처리를 거치면 큰 어려움 없이 고농도의 이산화탄소를 회수할 수 있다. 산화제를 산소로 바꿀 경우 연소 관점에서는 저발열량, 고수분 연료를 연소시킬 수 있는 등 유리한 점이 많지만 3000도가 넘는 단열화염 온도가 발생하기 때문에 배기가스 재순환, 적절한 열교환 등 보일러 내 온도제어 방안이 필수적이며, 특히 순환유동층 (CFB, Circulating Fluidized Bed) 보일러의 경우 유동사의 순환량도 중요한 인자이다. 본 연구에서는 Oxy-Fuel CFB 수치해석을 위해 IEA-CFBC 모델을 사용하였다. IEA-CFBC 모델은 반응기 내의 고체 입자의 유동, 층물질의 크기 분포 변화, 기체의 흐름과 고체 연료(석탄)의 반응, 기체 반응물의 Homogeneous, Heterogeneous 반응, 열전달 등을 포함한 수치해석이 가능하여 순환유동층 연소로의 주요 특성을 살펴보기에 적절한 모델로 평가받고 있다. 이 모델을 이용해 다양한 연구들이 수행되어 왔으나 순산소 연소 해석에 적용한 경우는 드문 편으로 먼저 IEA-CFBC 모델을 Oxy-Fuel CFB 해석에 적용할 경우 모델의 안정성을 비교하기 위해 산화제로 공기와 순산소를 사용할 경우에 대해 비교 검토하였다. 보다 상세한 산화제의 조성 변화, 유동사 및 전열면의 변화를 통한 연소로 온도제어 등 보다 효과적인 순산소 연소 제어기술과 관련된 수치해석 방안을 함께 살펴보았다.

폴리아닐린을 이용한 다공성 금 전극 제조

염창주, 김지은, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

Preparation of Porous Au Electrode Using Polyaniline Template

Changju Yeom, Jieun Kim, Younghun Kim*
Department of Chemical Engineering, Kwangwoon University

최근 삼차원 나노 및 미세 다공성 구조는 흡착 및 전기화학 분야에서 큰 관심을 받고 있다. 다공성 구조는 박막 구조보다 많은 기공과 높은 표면적을 갖기 때문에 전극 표면과 전해질 간의 전하이동이 원활하게 이뤄지고, 많은 기공들 사이에서 빠른 전기화학 반응이 일어난다. 일반적으로 다공성 구조는 서로 다른 금속으로 합금을 만든 후 선택적으로 한 가지 금속을 용해하는 Dealloying 기법을 이용한다. 하지만 이는 합금을 만드는 과정이 복잡하고 용해하는 금속이 한정적인 단점이 있다. 따라서 지지체의 종류에 영향을 받지 않고 다양한 형태로 제조할 수 있는 Templating 기법을 사용하여 제조하였다. 이번 연구에서는 전도성 고분자인 Polyaniline (PANI)을 이용하여 다공성 금 구조체를 제조하였다. PANI는 전도성이 있고 금과의 결합력이 좋으며 형태변환이 간단하다는 장점이 있다. PANI/Au 복합 구조체를 Self Assembly Sol-Gel 용법을 통해 제조하였다. 이 구조체는 PANI와 Au가 서로 연속적으로 스며들어 Interpenetrating Polymer Network (IPN) 구조를 형성하고 있다. Porous Au (PAu) 전극은 IPN을 형성하고 있는 PANI/Au 복합 구조체에서 PANI를 소성하여 제조한다. 제조 단계별로 SEM, TEM을 통해 구조를 분석하였다. 전기화학적 효율을 확인하기 위해 순환전류 실험과 면적계산 실험을 진행하였고, 4-Nitrophenol (4-NP)를 4-Aminophenol (4-AP)로 환원하는 실험을 진행하였다. GCE, Gold Foil, PANI, PANI/Au 구조체들과 비교 실험을 진행하여 PAu 전극의 전기화학적 효율을 확인하였다. 이 연구를 통해 IPN을 형성하고 있는 PANI/Au 구조체를 이용하여 PAu 전극을 만드는 새로운 방법을 제시하였다.

산화탈황을 위한 헤테로폴리산과 금속산화물 담지 촉매의 제조 및 스크리닝 평가

오현우, 이성찬, 허광선¹, 우희철*
부경대학교 화학공학과, ¹경남정보대학교 신소재응용화학과

Synthesis and Screening Test of Heteropoly Acid and Metal Oxide Supported on Catalyst for Oxidative Desulfurization

Hyeonwoo Oh, Seong Chan Lee, Kwang-Sun Huh¹, Hee Chul Woo*

Department of Chemical Engineering, Pukyong National University, ¹Department of Advanced Materials and Chemical Engineering, Kyungnam College of Information & Technology

원유의 매장량이 감소됨에 따라 증가하는 황화합물로 인하여 원유로부터 얻을 수 있는 연료의 질이 낮아지고 있다. 이러한 원유로부터 생산되는 연료에 존재하는 황화합물은 연소 시 환경오염을 일으키는 이산화황(SO₂) 또는 황산염(Sulfate)의 형태로 배출된다. 이에 따라 황화합물의 규제가 엄격해지고 있으며 탄화수소 액체연료 중, 특히 자동차용 경유에 포함된 황화합물의 농도는 10 ppm 이하로 규제되고 있다. 경유는 다른 액체 탄화수소 연료에 비해 상대적으로 높은 에너지 밀도를 가지고 있어 연료전지의 연료로서 매우 적합한 연료로 평가되고 있으나 경유 속의 황 성분은 연료전지에 사용되는 촉매 또는 전극에 피독 현상을 일으켜 연료전지의 효율성을 감소시킨다. 따라서 연료전지에 사용되는 경유의 황 농도를 1 ppm 이하로 낮출 수 있는 탈황공정이 필수적이다. 경유 속의 황화합물의 제거를 위한 탈황공정으로는 수소를 첨가하여 황을 황화수소로 전환시켜 제거하는 수첨탈황(HDS, Hydrodesulfurization)공정이 대표적이다. 그러나 이 공정은 높은 온도, 높은 압력을 요구하며 다환형 황화합물에 대해 매우 낮은 제거효율을 나타내므로 연료전지에 사용하기 위한 경유의 생산을 목적으로 하는 탈황공정으로는 적합하지 않다. 이에 황화합물의 산화반응을 통해 보다 큰 극성을 띠는 화합물로 전환시켜 이를 분리하는 산화탈황(OXS, Oxidative Desulfurization)공정은 낮은 온도와 대기압에서도 가능하며 수첨탈황공정에서 제거하기 어려운 다환형 황화합물의 제거가 가능하다는 장점이 있다. 본 연구에서는 경유(황 농도 250 ppmw) 속 황화합물의 제거를 위해 산화탈황공정의 산화 촉매로 IWI (Incipient Wetness Impregnation) 방법을 통한 헤테로폴리산 또는 함침법(Impregnation)을 통한 금속산화물을 실리카(SiO₂)에 담지시켜 제조하였다. 그리고 산화제로 과산화수소를 사용한 산화공정과 아세토나이트릴(Acetonitrile)을 용매로 사용한 추출공정을 통해 제조한 촉매의 산화탈황능력 스크리닝 평가를 수행하였다.

참고문헌

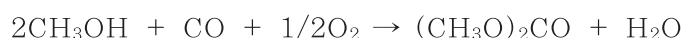
1. Arellano, U. et al., "Dibenzothiophene oxidation in a model diesel fuel using CuO/GC catalysts and H₂O₂ in the presence of acetic acid under acidic condition," *Fuel.*, **149**, 15-25 (2015).
2. Bakar, W. A. et al., "Effect of transition metal oxides catalysts on oxidative desulfurization of model diesel," *Fuel Processing Technology.*, **101**, 78-84 (2012).

DMC 합성반응 시 촉매제조 중 합침법의 영향

우제민^{1,2}, 유지인¹, 문중호^{1,*}, 박영성²¹한국에너지기술연구원, ²대전대학교

Dimethyl Carbonate (DMC)는 상온에서 무색, 무취인 액체 상태의 화합물로 최근 환경 친화적인 카르보닐화제 혹은 메틸화제로 알려져있다. 그에 따라 독성이 강한 포스겐이나 염화메틸 및 어려운 폐액처리가 수반되는 디메틸황산 등의 대체 물질로 주목을 끌고 있는 물질로 각광받고 있다. 여러 가지 정밀화학제품의 중간체로서도 그 용도가 매우 다양하여 앞으로 그 수요가 꾸준히 증가할 것으로 전망되고 있으며 자동차연료의 옥탄가를 높이기 위한 첨가제로서의 사용가능성도 높아지고 있다.

DMC 제조 방법은 포스겐법, 메탄올산화법, 메틸티트리법, 에스테르 교환법등이 있으며 이중 메탄올산화법은 액상법과 기상법으로 나눌 수 있으며, 메탄올의 산화법에 의한 DMC 합성반응식은 다음과 같다.



본 연구에서는 CuCl_2 금속을 Zeolite Y- NH_3 에 함침하는 방법으로 제조하여 Batch 고압반응기에서 구리촉매를 이용한 디메틸카보네이트(DMC) 합성에 대하여 연구하였다. DMC는 메탄올을 일산화탄소와 산소로 직접 산화성 카르보닐화하여 합성되었다. 촉매에 구리함량을 50 wt%로 설정한 상태에서 금속을 함침하는 방법으로 SSIE, 용매종류별(물, 메탄올, 에탄올, 암모니아수) 그리고 제조과정별(Microwave, Ultrasonic)로 변화시켜 제조하였다.

촉매 특성 분석은 BET, TPD, SEM-EDX 등을 이용하였다. DMC 합성반응은 Batch 고압반응기를 사용하였으며 메탄올과 촉매를 넣은 후 MFC를 이용하여 주입가스(CO , O_2 , Ar)을 반응기에 주입하여 30 bar, 110°C로 실험하였다. 반응 후 생성물은 막 필터로 여과하여 GC(FID)를 이용해 분석하였다.

반응조건(온도, 압력, 시간)을 일정하게 유지한 후 촉매제조방법에 따른 반응성에 대하여 연구하였다.

참고문헌

1. Han, M. S., Lee, B. G., Suh, I., Kim, H. S., Ahn, B. S., and Hong, S. I., *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **170**, 225 (2001).
2. Merza, G., Laszlo, B., Oszko, A., Potari, G., Kaan, K., and Erdohelyi, A., *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **393**, 117 (2014).

산처리된 알지네이트로부터 휘발성 유기산 생성 연구

이성찬, 김혜경, 권현주¹, 우희철*
부경대학교 화학공학과, ¹부경대학교 청정생산기술연구소

Study for Volatile Fatty Acids Production from Acid Pretreated Alginate

Seong Chan Lee, Huiqing Jin, Hyun Joo Kwon¹, Hee Chul Woo*
Department of Chemical Engineering, Pukyong National University, ¹The Institute of Cleaner Production,
Pukyong National University

Recently brown algae has received considerable attention as a feedstock for biofuel production due to its fast growth rate and high carbon fixation ability. Alginate is the major component of polysaccharide in brown algae, however, it has low solubility in water and low biodegradability due to its chemical structure. The objectives of this study are to evaluate the effects of acid pretreatment on volatile fatty acids (VFAs) production from alginate in anaerobic fermentation. The dilute sulfuric acid and Amberlyst-15 were catalysts for the pretreatment of alginate, and different variables (catalyst concentration and reaction temperature) were investigated in order to enhance VFAs production. A series of anaerobic fermentation tests were carried out in a glass bottle of 250 mL with working a volume of 200 mL and placed in a shaking incubator of 120 rpm at 35°C. The molecular weight of alginate for all conditions was significantly reduced by acid pretreatment, and increases of catalyst concentrations and reaction temperatures. The maximum VFAs production yield of 45.4% from alginate of 10 g/L was obtained 3% (w/w) at 120°C for 2h, which was 1.5 times higher than the control set in dilute sulfuric acid. And in the Amberlyst-15 pretreatment, the highest yield of 18.1% obtained was 5% (w/w) at 80°C for 4h. These results indicate that acid pretreatment of alginate could be affected by the reduction of molecular weight, and could enhance the VFAs production compared with raw alginate.

팔라듐 입자를 포함한 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-Pd-SiO}_2$ 입자의 합성과 촉매 활성

이혜진, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

Synthesis of Pd Nanoparticle-Embedded $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-Pd-SiO}_2$ and Catalytic Performance

Hye-jin Lee, Younghun Kim*
Department of Chemical Engineering, Kwangwoon University

해로운 유기 폐기물을 보다 낮은 독성을 지니면서도 재사용이 가능한 물질로 분해하는 연구는 최근 화학 연구에서 중요한 분야로 간주되고 있다. 그 중 4-Nitrophenol (4-NP)은 산업 폐기물 중 하나로 특유의 독성으로 수생생물 및 인체에 악영향을 미친다. 따라서 4-NP을 보다 독성이 낮은 물질로 분해하는 실험은 환경적으로 매우 필요한 일이다.

그 중 촉매를 사용한 환원 과정은 효과적이며 친환경적으로 알려져 있다. 팔라듐 입자는 높은 활성도와 다양한 활성을 지니고 있는데, 4-NP을 환원시키는 촉매로도 작용할 수 있다. 팔라듐 입자의 환원 촉매 과정은 표면에서 일어나기 때문에 부피당 표면적이 높을수록 좋다. 그러나 입자의 크기가 작을수록 입자의 표면 에너지가 증가하게 되고, 그 결과 응집이 발생하게 되어 촉매의 활성이 감소하는 문제점이 발생한다. 이를 해결하기 위하여 작은 팔라듐 입자를 사용하여 그 효율을 높이면서도 팔라듐 위치를 고정하여 탈착 및 응집을 방지할 수 있는 방법을 간구하였다.

안정성이 높고 철 나노입자 특유의 자성을 지녀 재사용에 용이한 입자인, 철 나노 입자를 이용한 Core-Shell 구조는 이 해결책 중 하나가 될 수 있을 것이다. 철 나노 입자를 이용한 Core-Shell은 다음과 같은 방법으로 제조되었다. 철 나노입자 생성 후 20 nm의 얇은 실리카 층을 코팅한다. 이후 팔라듐 입자를 그 위에 데코레이션(Decoration)한 뒤 다시 실리카 층을 한 겹 코팅하였다. 그 결과 팔라듐 입자는 구조 내에 고정되어 응집을 방지할 수 있으면서도 활성을 나타낼 수 있게 된다. 표층이 견고한 실리카로 코팅되어 있을 때 팔라듐 입자는 시료와의 접근성이 떨어져 활성을 나타내지 못한다. 그러나 Mesoporous한 표층 및 에칭 과정은 팔라듐 입자가 시료에 충분히 접근할 수 있어 그 활성을 나타낼 수 있게 된다.

에칭 과정과 Mesoporous 실리카 코팅을 통하여 표면이 개질된 Core-Shell 입자를 이용하여 실험을 진행되었으며, 수소화붕소나트륨 하에서 4-NP의 환원을 관찰하였다. UV-Vis Spectrometer의 흡광도를 측정하여 농도의 변화를 확인하였으며, 5회 반복 실험을 하여 촉매 활성을 평가하였다. 따라서 이번 연구 결과로 팔라듐을 이용한 친환경적이며 활성도가 높고, 쉽게 재사용할 수 있는 유기 폐기물 분해 촉매의 가능성을 제시하였다.

HF 제거용 고흥환원제를 위한 CaO/SiO₂ 제조 및 성능평가

임민화, 신동석, 박미정, 정호영*
전남대학교 환경에너지공학과

공정을 이용하여 배가스 내의 HF를 제거하기 위하여 HF와 CaO/SiO₂ 흡착제의 반응성을 연구하였다. 700°C의 반응온도에서 반응기로부터 배출되는 기체를 FT-IR로 분석하였으며 흡착제의 물성을 확인하기 위하여 BET, Pore Size Distribution, XRD, SEM/EDS 등의 기기 분석을 진행하였다. 흡착제는 Ca(OH)₂가 60 wt%로 구성될 때 높은 성능을 보였으며 650°C에서 4시간동안 소성이 가장 적합하였고 PVA를 첨가한 고흥환원제는 2 wt% 일때 기공형성이 가장 잘 생성되었고 기공 평균 직경이 가장 컸다. 상기 고흥환원제와 HF의 반응성을 살펴본 결과 높은 성능인 것으로 확인되었다.

이산화탄소 활성화 방법들에 따른 참나무 활성탄 특성에 관한 연구

정재용, 이은도¹, 장원석², 정수화^{1,*}

과학기술연합대학원대학교, ¹한국생산기술연구원, ²한국지역난방공사

활성탄은 유해 가스 흡착제나 수질 정화용 외에도 그 쓰임새가 다양해 점점 사용량이 증대되고 있다. 일반적인 활성탄의 제조 방법은 탄화 공정, 파쇄 공정 그리고 활성화 공정으로 단계적으로 이루어진다. 본 논문에서는 단일 공정으로 활성탄을 생산하는 방법을 소개하고자 한다. 일반적으로 활성탄 제조는 이산화탄소나 수증기를 사용하는 물리적 활성화(Physical Activation) 방법과 염화아연이나 인산 등을 사용하는 화학적 활성화(Chemical Activation) 방법으로 나눌 수 있다. 본 실험에서는 활성화제로 이산화탄소를 사용하였으며 활성화 방법으로는 세 가지를 사용하였는데 첫 번째는 일반적인 활성탄 제조 방법인 질소를 이용하여 탄화를 한 뒤 상온으로 내린 후 다시 이산화탄소로 활성화를 하는 방법이며 두 번째는 실험 초기에 질소로 탄화를 한 뒤 반응기 온도를 내리지 않고 이산화탄소를 투입하는 방법을 사용하였으며 마지막으로 실험 초기부터 마지막까지 이산화탄소만 투입한 방법을 사용하였다. 이들 세 가지 활성화 방법을 통해 활성탄의 특성 변화를 살펴보았다. 시료로는 참나무를 사용하였다. 특성 분석 결과 세 가지 방법 모두 일반적인 활성탄의 비표면적($500 \text{ m}^2/\text{g}$) 이상을 나타내는 것을 확인하였으며 특히 본 실험에서는 첫 번째 활성화 방법으로 생산된 활성탄의 비표면적(약 $1100 \text{ m}^2/\text{g}$)이 가장 높았으나 단일 공정인 두 번째 방법으로 생산된 활성탄의 비표면적($800 \text{ m}^2/\text{g}$) 역시 높은 것을 확인할 수 있었다.

감사

본 연구는 한국지역난방공사의 에너지 연구개발 과제인 “바이오매스 이용 열분해 바이오오일 생산 최적화 기술개발 및 활용방안 연구”(과제번호 : 1003542015S015)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사의 뜻을 전합니다.

친환경 고에너지 이온성 액체 분해용 촉매 연구

홍성훈, 허수정, 서성경, 조영민¹, 전종기*
공주대학교 화학공학부, ¹경희대학교 환경응용과학과

Study on Catalysts for Decomposition of Green Energetic Ionic Liquid

Sung-Hoon Hong, Su-Jeong Heo, Sung-Kyeong Seo, Young-Min Jo¹, Jong-Ki Jeon*

Department of Chemical Engineering; Kongju National University, ¹Department of Environmental science and Engineering; KyungHee University

ADN (Ammonium Dinitramide) 기반의 고에너지 이온성 액상 단일추진제는 기존에 사용되던 하이드라진을 대체 할 수 있는 친환경 녹색 추진제의 강력한 후보이다. 고에너지 이온성 액상 추진제의 장점으로는 하이드라진에 비해 저독성, 저가연성, 고비추력, 저장성, 저민감성 등이 있다. 그럼에도 불구하고 실제 추진 기관에 적용시, ADN의 수분함량이 높아 점화가 어렵다. 따라서 ADN 기반의 추진제는 촉매에 의한 분해가 필수적이다. 최근에 ADN 기반 추진제 분해용 촉매에 대한 특성 및 분해 성능에 대한 연구가 이루어지고 있다. 그러나, 촉매 작용, 조촉매, 촉매의 제조, 분해 성능 및 수명 등에 대하여 종합적으로 다룬 저술 또는 논문은 없다. 본 연구는 Alumina에 CuO를 담지한 촉매 상에서 ZnO 첨가가 ADN 기반의 액상 추진제의 촉매 분해에 미치는 영향을 연구하였다.

CuO, Al₂O₃, ZnO의 3성분계 촉매는 공침법을 통해 제조하였다. ADN 기반 액상 추진제의 촉매 분해 반응은 DTA-TG를 사용하였다. 제조한 촉매 분말 8 mg을 알루미늄 샘플 홀더에 넣고 ADN 기반 액상 추진제를 5 μ L 첨가하였다. N₂ 가스를 흘려주면서 10 $^{\circ}$ C/min 승온속도로 열을 가하여 시간에 따른 질량과 온도의 변화를 기록하였다. DTA-TG 결과로부터 곡선의 변곡점에 의한 분해 개시 온도를 비교 분석하였다.

ADN 기반 액상 추진제의 촉매 분해 반응을 진행한 결과, 열 분해 반응과 촉매 분해 반응에 따른 경향은 확연히 달랐다. ADN 기반 액상 추진제는 함유된 물이 완전히 기화된 후에 발열 반응을 동반하며 급격한 분해가 이루어 졌다. 실제 추진 기관에서 추진제와 촉매간 반응하여 분해되기까지 예열구간이 존재하는 점을 고려하면 분해 개시 온도는 촉매의 성능을 결정하는 중요 인자이다. ZnO의 함량에 따라 각각의 촉매에서 분해 개시 온도가 차이를 보였다.

참고문헌

1. Amrousse, R., Fujisato, K., Habu, H., Bachar, A., Houttemane C. F., and Hori, K., "Catalytic decomposition of ammonium dinitramide (ADN) as high energetic material over CuO-based catalysts," *Catal. Sci. Technol.*, **3**, 2614 (2013).

폐 LCD TV 해체·분리 시스템 구축에 관한 연구

김미소, 김예린, 상현정, 김용¹, 박현수¹, 홍현선*
성신여자대학교 청정융합과학과, ¹성신여자대학교 기초과학연구소

Establishment of Database (DB) System for Waste LCD TV Dismantling

Mi So Kim, Ye Lin Kim, Hyeon Jeung Sang, Yong Kim¹, Hun Su Park¹, Hyun Seon Hong*
Department of Interdisciplinary Eco Science; Sungshin Women's University, ¹Basic Science Research Institute;
Sungshin Women's University

국내 디스플레이 산업의 핵심기술과 이를 통한 평판 TV 글로벌 점유율은 세계 최고 수준이지만 폐 디스플레이에 관한 재활용 기술 및 재활용 현황은 선진국 대비 낮은 수준이다. 이에 따라 본 연구에서는 폐 디스플레이의 효과적인 분리해체 후 모듈 및 부품으로부터 회수 가능한 유용자원의 양과 성분을 분석하여 향후 실증 파일럿 플랜트 구축 및 운용에 필요한 데이터베이스를 확보하고자 하였다. 폐 디스플레이 분석 결과에서 평균적으로 플라스틱은 약 22%, PCB는 약 9%, 기타 패널부가 약 31%이고 이외 나머지 금속류는 약 38 %로 금, 은, 구리 등의 유가 자원이 함유되어 있을 것으로 추정되는 PCB 기판은 비교적 양이 적은 것으로 나타났지만, 향후 폐 디스플레이 재활용 기술의 상용화가 이루어져서 대량의 폐 디스플레이를 처리할 수 있다면 경제성 측면에서는 문제가 없을 것으로 사료된다. 본 연구에서 얻어진 폐 디스플레이 데이터베이스는 폐 LCD 전자 제품의 재활용률 향상은 물론 폐기물 발생 최소화를 통한 친환경 물리적 해체/분리 공정 시스템을 구축하는데 기여할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Hong et al., "Overview and Future Concerns for Recycling Display Wastes", Korea Industrial Chemistry News, 13(1), 10-19 (2010).
2. Cryan et al., "Demonstration of Flat Panel Display Recycling Technologies", WRAP (Waste & Resources Action Programme), Banbury, UK (2010).
3. Lee et al., "Disassembly and Compositional Analysis of Waste LCD Displays", J. of Korean Inst. of Resources Recycling, 22(2), 29-36 (2013).

포스터세션 II

3월 24일(목) 09:30~12:00

그라벨호텔제주 홀B 복도

해수담수화 농축수를 이용한 AA 공법 적용 경화체 제조에 관한 연구

박병현^{1,*}, 김해기¹, 이주열^{1,2}, 최진식^{1,2}
¹(주)에니텍 기술연구소, ²경희대학교 환경응용과학과

Study on Preparation of Cured Material using Alkali Activation with Desalination Concentrated Water

Byung Hyun Park^{1,*}, Hae Gi Kim¹, Ju Yeol Lee^{1,2}, Jin Sic Choi^{1,2}

¹Technology Institute; ANYTECH Co., Ltd., ²Department of Applied Environmental Science; Kyung Hee University

해수담수화 농축수의 해양방류에 의한 환경영향을 최소화 하기 위해서는 농축수를 재이용하기 위한 공정에 대한 연구가 필요하다고 할 수 있으며, 이를 건설자재 등의 제조에 필요한 경화체로 이용하기 위해서는 농축수 내에 포함되어 염분을 제거할 수 있는 기술과 연계한 기술적 노력이 필요하다고 할 수 있다. 이를 위해서 농축수를 전기분해를 통한 알칼리 활성화 공정의 적용성에 대하여 일부 연구가 진행되고 있으나, 이러한 공정의 경제성을 확보하기 위한 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다. 다시 말해서, 농축수의 전기분해를 통해 생산이 되어 연속공정으로 공급되는 2.5~3% 농도의 NaOH를 이용한 알칼리 활성화 공정을 이용한 경화체 제조기술에 있어 NaOH의 농도 및 공급량이 경화체 강도확보를 위한 기준치에 미달할 경우 추가적으로 산업부산물의 잠재수경성을 이끌어내어 강도를 발현할 수 있도록 하여야 하고, 또한 추가적인 알칼리수용액 공급에 따른 경제성을 고려한 실용적인 연구가 필요하다고 할 수 있다. 이러한 연구의 일환으로 본 연구에서는 해수담수화 농축수를 이용한 알칼리활성화 공법 적용에 있어 강도를 확보할 수 있으면서 경제성을 확보할 수 있는 기술에 대한 실험적 연구를 실시하였다.

감사

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

참고문헌

1. Oh, S. H., Hong, S. H., and Lee, K. M., “Autogenous Shrinkage Properties of High Strength Alkali Activated Slag Mortar,” *J. Rec. Const Resources*, **2**(1), 60-65 (2014).
2. Park, S. G., Kwon, S. J., Kim, Y. M., and Lee, S. S., “Reaction Properties on Non-Cement Mortar Using Ground Granulated Blast Furnace Slag,” *JKCA*, **13**(9), 392-399 (2013).
3. Kim, G. W., Kim, B. J., Yang, K. H., and Song, J. K., “Strength Development of Blended Sodium Alkali-Activated Ground Granulated Blast-Furnace Slag (GGBS) Mortar,” *JKCI*, **24**(2), 137-145 (2012).

경주 지역 산업단지 내 자원순환네트워크 구축을 위한 잉여 에너지 활용방안 연구

서재건, 정인경*, 고근환¹, 윤석재¹, 박상민¹
 한국산업단지공단 경북EIP사업단, ¹(사)에너지절약전문기업협회

A Study Utilizing Surplus Energy for the Construction of Resource Recycling Network in Gyeongju Industrial Complex

Jaegun Seo, Ingyung Jung*, Geunhwan Goh¹, Seokjae Yoon¹, Sangmin Park¹
 Korea Industrial Complex Corp. Kyungbuk Regional EIP Division, ¹Korea Association of ESCO (KAESCO)

경주 지역은 포항과 인접하여 철강, 석유화학, 기계 등의 업체가 주로 입주해 있으며, 특히 새로이 생태산업단지로 지정된 두류공업단지는 폐기물 재활용 업체의 입주 및 에너지 사용량 또한 계속 증가하는 추세에 있다. 향후 경주 지역의 에너지 수요 증대에 발맞추어 지역 내 잉여 에너지 자원순환을 위하여 에너지 발생량 조사 등을 통한 효율적인 에너지 자원순환 네트워크를 구축할 필요가 있다.

본 연구는 국내·외 에너지 재이용 관련된 기술 및 사례를 조사하고, 해당 지역 내 입주업체들의 에너지 사용현황 및 온실가스 배출 현황 조사, 환경기초시설 현황 조사를 통하여 대상 지역 내 에너지 사용현황을 검토하고, 이를 바탕으로 경주 산업단지 내의 효율적인 잉여 에너지 자원순환네트워크 파악하고자 한다. 연구 범위는 경주지역 3개 산업단지(외동일반산업단지, 천북일반산업단지, 두류공업지역)을 대상으로 한다.

해당 산업단지내의 에너지 다소비사업장 에너지 사용량은 총 53,920 TOE로써 경주 지역 내 에너지 다소비 사업장 에너지 사용량의 40%를 차지하고 있으며, 온실가스도 111,588 tCO₂을 배출하고 있는 것으로 조사되었다.

잉여에너지 활용으로 단독 전력이용과 에너지 네트워크 두가지로 분류하여 가능성을 타진하였다. 단독전력이용은 기존전력생산과 동일한 설비를 추가 설치하여 잉여증기를 전력으로 생산하여 한국전력에 추가적인 매전을 하는 방안을 도출하였으며, 두 번째 방안은 인근기업을 활용한 스팀 공급네트워크를 구축하는 방법으로 경제성 및 사업성을 검토하였다.

이러한 잉여에너지 네트워크를 추진함으로써 기업차원의 폐기물 처리비용 감소, 근로여건 및 기업환경 개선, 부산물 및 잉여에너지 자원화를 통한 생산비용 절감 등이 있으며, 환경적 기대효과는 에너지 네트워크 구축을 통해 최소 에너지 6,733 TOE/년, 온실가스 14,206 tCO₂/년 발생 저감이 예상되며, 최대 에너지 17,093 TOE/년, 온실가스 46,061 tCO₂/년 발생 저감이 기대된다.

또한 정부차원에서 저탄소 녹색성장을 실현하는데 있어, 산업단지 차원에서 연계가 가능하며, 환경과 경제라는 이원적 관계로부터 발생하는 갈등의 해소가 가능하리라 예상된다. 또한 지속가능한 산업발전, 환경오염의 집적지라는 이미지를 개선하고, 친환경적 공간을 조성함으로써 지역사회와의 상생을 기대할 수 있다.

감사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업단지공단의 생태산업단지구축사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

질산암모늄 폐기물의 액상비료 제조 기술 개발

서재건, 정인경*, 서태권¹, 김인¹
한국산업단지공단 대구/경북EIP 사업단, ¹(주)성은

The Development of a UAN (Urea Ammonium Nitrate) Manufacturing Using Ammonium Nitrate Waste

Jaegun Seo, Ingyung Jung*, Taekwon Seo¹, In Kim¹
Korea Industrial Complex Corp. Kyungbuk Regional EIP Division, ¹Sung Eun Corp.

기존의 전자산업 투명전극 소재인 인듐 및 갈륨 산화물 제조공정에서 발생, 위탁처리를 통해 매립되던 질산암모늄계 폐기물(고상 및 액상)을 용해 및 중화시키고 이를 통해 금속(In) 슬러지를 추출하고, 그 여액(정제된 질산암모늄)을 액체비료(UAN, Urea Ammonium Nitrate) 및 미생물영양제의 원료로 사용하는 네트워크를 구축, 도시광산 사업 및 고부가가치 비료의 제조를 통한 지역 산업의 기술 경쟁력을 강화하며 정제된 질산암모늄을 이용, 비료 미생물 영양제 및 금속(Metal)의 원재료 등으로 활용하는 고부가 자원순환 네트워크를 구축하고자 한다.

본 연구는 질산암모늄 함유 폐기물을 용해 및 중화시키고 이를 통해 금속 슬러지를 추출한 후 금속 정련 및 그 여액을 액체비료(UAN) 및 미생물영양제로 제조하는 것을 목적으로 한다. 기존의 폐기물 위탁처리를 통해 매립되던 질산암모늄 폐기물을 재활용하여 사업경쟁력을 강화하고, 비료제조업체 및 금속정련업체에 안정적인 원료 공급을 통해 비료제조 네트워크 및 금속 정련기술 확보에 대한 기술 개발을 진행하였다. 핵심 기술로는 질산암모늄 폐기물을 용해 및 중화시키고, 이를 통한 금속을 제거한 후 그 여액(정제된 질산암모늄)을 복합비료, 미생물 영양제 등으로 제조, 활용하고, 회수된 슬러지를 정제 후 금속 Ingot화 하였다. 현재 국내 질소포함 폐기물의 경우 재활용이 난해하며, 용액의 경우 폐수 처리 시 고도처리가 필요하고, 폐수처리오니의 경우 매립처리함으로써 재활용이 전무한 실정이다. 본 연구를 통하여 질소 포함 폐기물의 재활용을 진행하였으며, 자원순환 폐기물의 증가 및 정제된 UAN 및 액상비료 판매를 통한 고부가가치 비료 판매 및 회소금속(In)을 제조하여 지역 산업의 기술 경쟁력을 강화하였다.

본 연구를 통하여 질산암모늄 폐기물의 전처리 공정을 구축하고, 추출 기술개발을 통한 금속성분 분리 및 회수 기술을 구축하였다. UAN비료 및 미생물영양제 제조를 위한 질산 암모늄 원재료 정제 기술을 구축하였고, 이를 통한 폐기물 원재료 수급 및 재활용을 통한 자원순환형 네트워크를 구축하였다.

Oxide Metal 제조 공정의 차이에 따른 발생 폐기물의 pH가 변화되는 것을 선행 실험을 통해 분석하였다. pH 조절제로는 원료에 대한 동일한 성분을 제공하기 위하여 질산과 암모니아를 선정하였다.

폐기물내 중금속(회소금속)을 회수하는 기술은 용매추출법 및 이온교환수지법등이 존재하며 본 실험에서는 용매를 사용하여 고체 또는 액체중에서 성분물질의 1종(혹은 2종)을 용매를 통해 분리하는 방식으로 용해된 질산암모늄 내 In, Ga등의 회소금속 성분을 제거하기 위하여 혼합조와 분리조를 사용한 회분방식의 용매 추출 장치를 구축하였다.

제조된 UAN 제품에 대하여 질산암모늄 원재료의 Spec에 대한 분석 및 Lab. Test를 선행 연구하고 그 결과를 도출하였다.

감사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업단지공단의 생태산업단지구축사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

포항·경주 산업단지에서 발생하는 금속가공폐유의 재활용 네트워크 구축

정인경*, 서재건, 진길근¹, 이동근¹
한국산업단지공단 경북EIP 사업단, ¹(주)동양에코

Construction of Recycling Network for Metal Processing Waste Oil in Pohang and Gyeongju

InGyung Jung*, JaeGun Seo, GilGeun Jin¹, Donggeun Lee¹
Korea Industrial Complex Corp. Gyeongbuk EIP Development Division, ¹Dongyang Eco Corp.

포항과 경주지역 산업단지에서는 기계 및 금속가공 업체가 많이 입주하여 기계 및 금속류 가공에 따른 윤활유, 연마유, 절삭유, 기계유, 및 작동유 등의 금속가공유를 많이 사용한다. 금속가공유는 기계의 구동 시 마찰을 줄여주는 윤활유, 철, 구리, 알루미늄 등의 냉간 압연에 재료와 롤 사이의 윤활 목적으로 사용하는 압연유, 금속가공에 있어 선삭이나 연삭과 같은 고속 가공의 경우 냉각작용을 위한 절삭유 등으로 분류된다.

금속가공유 사용에 따라 폐유가 발생하게 되며 포항 및 경주지역 산단 업체들로부터 약 25,000톤/년의 금속가공폐유가 발생한다. 금속가공폐유는 기능향상을 위해 방부제, 윤활제, 방청제, 부식방지제, 세정제, 극압 첨가제등 다양한 화학물질과 금속의 절삭과정에서 발생하는 금속, 중금속이 다량 함유되어있어 처리가 매우 어렵고 별도의 처리가 필요한 산업폐기물로 분류되어 수질오염 방지법이나 하수도법에 의해 엄격한 규제를 받고 있다. 일반적으로 금속가공 폐유는 톤당 100,000~200,000원의 처리비용으로 소각 처리 되고 있어 업체에 많은 부담이 되고 있다. 금속가공폐유는 많은 양의 수분을 포함하고 있어 소각처리 시 불완전연소 발생 시 다량의 대기오염물질이 배출되는 등의 문제가 있다.

본 연구에서는 포항철강산업단지 및 경주외동산업단지에서 폐기되는 금속가공폐유로부터 불순물 및 수분을 제거한 뒤 유분을 분리·회수하여 재생연료유로 재활용하는 자원순환 네트워크 구축하고자 한다. 이를 위해 금속가공폐유의 수거, 재생연료유로의 활용 네트워크 구축, 및 폐스팀을 이용한 경제적인 유분의 분리·회수 기술 개발을 수행하였다.

감사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업단지공단의 생태산업단지구축사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

재생규사를 이용한 RCS (Resin Coated Sand) 제조 기술 개발

정인경*, 서재건, 신우승¹, 이재원¹
한국산업단지공단 경북EIP사업단, ¹대화산업

Development of Manufacturing Technology for Resin Coated Sand Using Recycled Sand

InGyung Jung*, JaeGun Seo, Useung Shin¹, Jaewon Lee¹
Korea Industrial Complex Corp. Gyungbuk EIP Development Division, ¹Daehwasaneop Corp.

우리나라에서의 폐주물사는 주로 기계, 자동차, 조선공업 등이 발달한 지역에서 주로 발생하며 대구/경북(다산주물공단 등), 경남/부산 지역(진해, 마천 주물공단등)에서 약 65% 발생하며 또한, 경인지역(경서주물공단 등)에서도 약 25% 정도가 발생하고 있다. 대부분의 폐주물사는 중간재활용 업체에서 중간처리하여 성토/복토, 벽돌공장 시멘트 공장 및 매립장으로 처리되고 있다.

이중 자원순환 측면에서 다시 주물공장으로 순환할 수 있는 물량도 성토/복토, 매립등으로 처리되고 있고 부족한 물량은 수입사로 공급하고 있는 실정으로 자원순환측면에서는 별 도움이 되지 않고 있다. 국내 자동차 산업의 비약적인 발전에 따라 주물용 주물사의 수요가 증가일로에 있으나, 국내 주물사의 채광이 불가능한 실정에 있다. 현재 비철주물업체는 주로 베트남이나 호주 등에서 주물사를 전량 수입하여 사용하고 있으며, 이미 중국의 주물사 수출금지, 인도네시아의 주물사 수출금지가 시행되어 주물사의 가격이 점차 상승할 것으로 예상되므로 폐주물사를 재생한 규사 생산 및 이를 이용한 RCS 제조에 대한 수요는 매우 크다.

본 연구에서는 폐주물사를 재생한 재생규사를 이용한 셀몰드용 RCS를 제조하기 위한 코팅제 선정 및 재생규사와 코팅제의 온도, 방법 등 최적 혼합조건을 도출하는 RCS 제조 기술을 개발하였다.

감사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업단지공단의 생태산업단지구축사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

음식물쓰레기 발효소멸 장치의 효율 향상을 위한 실시간 모니터링 및 제어 방법연구

장은석, 이은실, 김석휘, 김호*
고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터 바이오자원순환팀

A Study on Monitoring and Control Methods for Improving the Efficiency of the Fermentation-Extinction of Food Waste

Eun-Suk Jang, Eun-Sil Lee, Seok-Hwi Kim, Ho Kim*
Plant Engineering Division; Bio Resource Team; Institute for Advanced Engineering

발효소멸은 유기물을 산화 분해시키는 미생물이 바이오매스 내의 유기물질을 분해하여 궁극적인 폐기물의 감량화와 동시에 분해잔재물을 토지개량제로 이용할 수 있는 퇴비 또는 고형연료 등 자원화가 가능한 기술이다. 발효소멸은 오랜 시간 이용된 완성된 기술로 미생물의 생장에 필요한 주요 운전인자들은 이미 많은 연구를 통해서 알려져 있다. 그러나 현재 상용화 공정이 대부분 경험적인 운전으로 인해서 낮은 효율로 운전되고 있으며, 운영관리에도 많은 어려움이 있어서 상용화에 어려움이 있다. 이러한 문제점을 모두 인식하면서도 모니터링을 통한 제어 운전이 어려운 이유는 음식물 발효소멸 반응이 대부분 고상형태에서 진행되어 다양한 운전영향 인자를 실시간 연속적으로 측정 및 평가가 어렵기 때문이다. 본 연구는 기존 연구를 통해서 밝혀진 운전인자와 직접 연속측정이 가능한 인자의 상관관계를 도출을 통해서 모니터링을 통한 과학적인 운전제어가 가능한 시스템을 개발하는 것이다. 따라서 기존의 다양한 센서를 이용하여 음식물쓰레기 발효소멸 장치의 실시간 모니터링 가능 여부와 운전인자의 상관관계를 확인하였다.

Mn계 불균일계 촉매에 대한 형상 및 열적 안정성 개선을 위한 결합제 및 기질/지지체 조성 최적화

장정희, 한기보*

고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부/센터 에너지공정팀

Optimization of Binder Content and Substrate/Support for the Improvement of Shape and Thermal Stability of Mn-Based Heterogeneous Catalyst

Jung Hee Jang, Gi Bo Han*

Energy Process Team; Plant Engineering Division/Center; Institute for Advanced Engineering

본 연구에서는 불균일계 고체 촉매가 Mn계 활성물질 및 첨가제를 이용하여 다양한 형태와 조성으로 제조되었다. 이러한 활성물질 및 첨가제, 그리고 지지체(Support)의 종류와 조성으로 다양한 종류의 고체 촉매가 제조되었으며, 이들에 대한 표면형상, 결정구조 및 조성 등의 다양한 물리화학적 성상과 더불어 고체산 촉매로서 산점에 대한 정량 및 정성 분석이 수행되었다. 이러한 물성들을 기반으로 하는 촉매들에 대하여 기질(Substrate) 사용 여부에 따라 기질 없이 수행된 그레놀 형태, 그리고 허니컴 및 메탈폼 등의 기질을 사용한 허니컴 및 메탈폼 등의 형태로 형상화된 성형 촉매가 제조되었다. 이러한 형태 및 기질 사용 여부에 따른 성형 과정에서 사용된 유기 및 무기 결합제의 종류 및 조성에 따라 물리화학적 특성이 조사되었다. 촉매 사용 시 고온 및 고압의 운전 조건을 고려하여 제조된 성형 촉매의 열 및 기계적 강도를 확보하고자 최적화 과정이 수행되었다.

실내 공기질 개선을 위한 환기시스템에서 효율적 산소공급을 위한 PSA 공정의 적용

장정희, 최창식, 한기보*
고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부/센터 에너지공정팀

Application of PSA Process for the Efficient O₂ Supply in Building Ventilation System to Improve the Indoor Air Quality

Jung Hee Jang, Changsik Choi, Gi Bo Han*
Energy Process Team; Plant Engineering Division/Center; Institute for Advanced Engineering

공기 중에 포함된 산소를 분리하는 다양한 공정 가운데 흡착제 기반의 압력차에 의한 PSA (Pressure Swing Adsorption) 공정이 다양한 분야에 널리 이용되고 있다. 그러나 이러한 PSA 공정은 에너지 비용 절감 측면에서 사용하려는 활용 분야에 따라 적절한 설계가 필요하다. 본 연구에서는 건물 내 실내 공기질을 쾌적한 상태로 유지할 수 있는 환기시스템에 외부의 산소를 적절한 양으로 분리하여 필요한 양만큼 실내로 공급하는 모듈로서 적용하고자 하였다. 건물 내 사람들의 호흡활동에 의해 발생하는 CO₂를 효과적으로 처리할 수 있는 흡착모듈과 소모되는 산소를 일정 농도 이상으로 유지하기 위하여 산소공급시스템이 적용하는 과정에서 외부 산소를 PSA 공정을 통해 효과적으로 분리함과 동시에 실내로 공급할 수 있도록 설계하여 환기시스템 상에서 적용되었다. 이를 통해 유효 환기량을 최소화함으로써 여름철과 겨울철에 사용하는 냉방과 난방시스템의 운영으로 발생하는 높은 에너지 비용을 절감함과 동시에 실내 공기질을 쾌적하게 유지할 수 있는 공정-시스템이 설계 및 운전되었으며, 더불어 PSA 공정에 대한 현장 적용성을 확보하였다.

인도네시아산 역청으로부터 발전-리파이너리 오일 생산을 위한 열분해 특성 및 오일 성상 조사

장정희, 한기보*

고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부/센터 에너지공정팀

Investigation of Pyrolysis Characteristics and Oil Properties for Generation-Refinery Oil Production from Indonesian Bitumen

Jung Hee Jang, Gi Bo Han*

Energy Process Team; Plant Engineering Division/Center; Institute for Advanced Engineering

석유를 대체하기 위한 비전통원유 등의 자원 확보 및 확보된 자원의 유용한 활용을 위한 자원화 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 비전통원유로 역청 및 오일샌드 등이 대두되고 있는 가운데 캐나다, 남미 등지에서는 오일샌드를 생산하여 이를 석유대체 자원으로 활용하고자 하고 있다. 더불어 최근 인도네시아 부탄섬 지역에서 지층 하부에 역청이 포함된 원료로부터 유용한 오일로 생산하여 이를 발전 및 리파이너리 오일로 활용함과 동시에 이를 자원화할 수 있는 기술을 확보하고자 하고 있다. 인도네시아산 중질류 역청 내에는 다비점 오일들이 혼재되어 있는 것으로 분석되었으며, 이들 서로 다른 비점을 지니는 오일들을 분리하여 그 활용도 및 가치를 극대화하기 위한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 인도네시아산 역청으로부터 발전 및 석유화학산업에서 활용 가능한 리파이너리 오일로 전환하기 위한 열분해 기술을 개발하기 위하여 포함된 다비점 오일에 대한 열분해 특성을 조사하고 제조된 오일에 대하여 비점별로 분리하여 성상을 조사하고자 하였다.

Thermogravimetric Characteristics and Pyrolysis Kinetics of Water-Washed *Saccharina Japonica*

Jae Hyung Choi^{1,2}, Hee Chul Woo^{1,3}, Jinsoo Kim⁴ and Seung-Soo Kim^{2,*}

¹Institute of Cleaner Production Technology; Pukyong National University, ²Department of Chemical Engineering; Kangwon National University, ³Department of Chemical Engineering; Pukyong National University, ⁴Department of Chemical Engineering; Kyung Hee University

Brown algal *Saccharina japonica* as macroalgae is a potential source of renewable energy (e.g., bio-oil and bio-ethanol), as well as of bio-materials (e.g., fucoidan and fucoxanthin). A pre-treatment process from *S. japonica* biomass have been required for desalts and dewatering because salts in biomass feedstocks can cause severe problems, including corrosion and slagging[1]. The desalt process from *S. japonica* for minerals removal can simply be treated by water washing method. In this study, the pyrolysis characteristics and kinetics of water-washed *S. japonica* (WWSJ) cultured high-density were investigated using a thermogravimetric analyzer and micro tubing reactor[2]. Most of the materials decomposed with endothermic reaction in temperature range of 200 °C and 350 °C at different heating rates of 5-20 °C/min, meanwhile the remainder decomposed with exothermic reaction in temperature range of 350 °C and 900 °C. This observation implies that the pyrolysis vapors generated from biomass lead to catalytic secondary reaction with many minerals of biomass at a high temperature[3]. The calculated activation energy increased from 72.68 kJ/mol to 526.50 kJ/mol with increasing pyrolysis conversion between 10% and 50%. The kinetic parameters of WWSJ pyrolysis at 360 to 380 °C and for the reaction times of 0.5 to 3.0 min were determined using nonlinear least-squares regression of the experimental data assuming first-order kinetics.

감사

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

참고문헌

1. Song, M., Pham, H. D., Seon, J., and Woo, H. C., "Marine brown algae: A conundrum answer for sustainable biofuels production," *Renewable Sustainable Energy Reviews*, **50**, 782-792 (2015).
2. Kim, S.-S., Ly, H. V., Choi, G.-H., Kim, J., and Woo, H. C., "Pyrolysis characteristics and kinetics of the alga *Saccharina japonica*," *Bioresource Technology*, **123**, 445-451 (2012).
3. Ross, A. B., Jones, J. M., Kubacki, M. L., and Bridgeman, T., "Classification of macroalgae as fuel and its thermochemical behaviour," *Bioresource Technology*, **99**, 6494-6504 (2008).

유증기 처리용 습식 집진 배가스 내 복합악취 저감을 위한 망간산화물 촉매 개발

서민혜, 이민석, 이수영, 조성수, 엄성현*
고등기술연구원 신소재공정센터

Development of Mn Oxide Catalysts for Acetaldehyde Removal from Oil Mist

Minhye Seo, Minseok Lee, Sooyoung Lee, Sungsu Cho, Sunghyun Uhm*

생활악취 발생원 중 하나인 직화구이 음식점에서는 유증기 및 초미세입자 등이 배출되며, 현재 방지시설의 설치 규제가 없어 대기 중으로 배출되어 환경오염 및 악취발생의 원인이 되고 있다. 직화구이 음식점에서 발생하는 복합 악취물질 중 아세트알데히드는 우리나라 대기환경보전법의 8대 악취물질에 속하는 규제 대상물질로, 환경 및 인체에 유해한 물질이므로 적절한 처리가 필요하다. 본 연구에서는 습식 전기집진방법을 통해 초미세입자 및 일부 복합 악취물질을 제거한 후 잔여 악취물질 중 하나인 아세트알데히드를 촉매를 이용하여 분해 및 제거하고자 하였다. 습식 집진 후단의 배출가스를 대상으로 하기 때문에 가습분위기에서의 촉매 활성 유지 및 내구성이 필요하며, 망간산화물을 기본 물질로 하여 수분에 대한 내구성을 평가하고, 이를 증진시키기 위한 최적 조성을 도출하였다. 또한 촉매의 압력강하를 저감시킬 수 있는 촉매 형상을 선정하고, 효율 증대를 위한 최적 운전조건을 도출하였다.

폐목재 및 하수슬러지를 이용한 혼합 폐바이오매스의 Torrefaction 특성

구재회*, 임용택, 박수남, 남성방, 김동주, 민재홍, 김윤명¹, 박길주¹, 남상익¹
고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터, ¹(주)씨이에스

Torrefaction Characteristics of Waste Biomass Mixture Using Waste Wood and Sewage Sludge

Jae-Hoi Gu*, Yong-Taek Lim, Su-Nam Park, Sung-Bang Nam, Dong-Ju Kim, Jaehong Min, Yun-Myung Kim¹,
Gil-Ju Park¹, Sang-Ik Nam¹

Plant Engineering Center; Institute for Advanced Engineer (IAE), ¹Creative Engineering Services (CES)

폐바이오매스가 가지는 국내 인식의 문제로 인해 폐바이오매스가 보유하고 있는 잠재열량이 활용되지 못하고 있으며, 특히 수분함량이 높은 유기성슬러지는 건조, 고화 또는 매립되고 있는 실정이다. 신기후체재 대응 및 에너지 자립성 확보를 위해 폐바이오매스의 효율적으로 이용할 수 있는 기술의 확보가 필요하다. 유기성 폐기물을 포함한 폐바이오매스의 발생량 및 시료 상태는 일정하여 이에 대한 활용도가 높을 것으로 기대하는 반면, 원료 내 높은 함량의 수분 및 낮은 발열량의 폐바이오매스는 에너지원으로 활용하기 위한 전처리 시스템 구축이 필요하다. 또한 활용 가능한 유기성분들의 부패 과정으로 인한 저장 효율성 문제가 있다. 이러한 문제점 인식을 통해 유럽을 기점으로 하여 대표적인 열적처리 기술인 Torrefaction 공정이 제시되고 있다[1,2]. 본 연구에서는 수분함량이 높은 슬러지의 처리 및 에너지화를 위해 고열량의 폐바이오매스인 폐목재와 하수슬러지의 혼합 폐바이오매스에 대한 Torrefaction 특성을 고찰하였다.

혼합 폐바이오매스의 Torrefaction 운전조건은 폐목재 및 하수슬러지 각각의 단일 폐바이오매스의 Torrefaction 특성을 분석한 데이터를 활용하여 혼합비율, 반응온도 및 반응시간을 도출하였다. 혼합 폐바이오매스를 반응시간별 반응온도에 따라 생성된 Torrefied Material의 수율 및 발열량을 분석하였다. 혼합 폐바이오매스는 폐목재와 하수슬러지를 4:6 비율로 혼합한 시료를 사용하였으며 반응온도 250℃, 270℃ 및 반응시간 40 min 조건에서 발열량(HHV) 4,960 kcal/kg, 5,710 kcal/kg, 수율 77.2%, 53.9%, 반응시간 60 min 조건에서 발열량(HHV) 5,000 kcal/kg, 5,740 kcal/kg, 수율 68.0%, 46.2%로 측정되었다. 반응온도의 증가에 발열량은 증가하고, 수율은 감소하므로 생산하고자 하는 Torrefied Material의 발열량과 수율이 운전조건을 결정하는 요인으로 파악되었다. 수분함량이 높은 하수슬러지를 폐목재와의 혼합한 폐바이오매스를 Torrefaction 반응을 통해 에너지 생산이 가능함을 알 수 있다.

감사

본 연구는 2014년도 산업통상부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20143010101910)

참고문헌

1. Bergman, P., Boersma, A., Zwart, R., and Kiel, J., "Torrefaction for biomass co-firing in existing coal-fired power stations" (2005).
2. Arias, B., Pevida, C., Feroso, J., Plaza, M., Rubiera, F., and Pis, J., "Influence of torrefaction on the grindability and reactivity of woody biomass," *Fuel Proc. Tech.*, **89**, 159-175 (2008).

갈조류 급속 열분해 공정 모델링 및 시뮬레이션 : 바이오 오일 모델링

Boris Brigljevic, 유준*
부경대학교 화학공학과

Process Modeling and Simulation of Pyrolysis of Brown Algae: Modeling of Bio-oil

Boris Brigljevic, Jay Liu*
Department of Chemical Engineering; Pukyong National University

Pyrolysis is a thermochemical conversion of carbon based material to smaller molecular products. This conversion is performed at elevated temperatures ranging from 450°C to 500°C in the absence of oxygen and the products are solid carbon rich char, organic liquids, and hydrocarbon gasses. A major goal of pyrolysis for biofuel production is maximization of liquid product yield through appropriate optimization of process parameters. In recent years, this process has been extensively studied and applied to various kinds of terrestrial biomass such as 1st and 2nd generation biomass. Pyrolysis of 3rd generation biomass, i.e. microalgae and macroalgae, has only been recently studied. As the chemical composition of algae differs greatly from terrestrial biomass, especially in large water and ash content, thus the process of pyrolysis has to be redesigned and evaluated for this particular application.

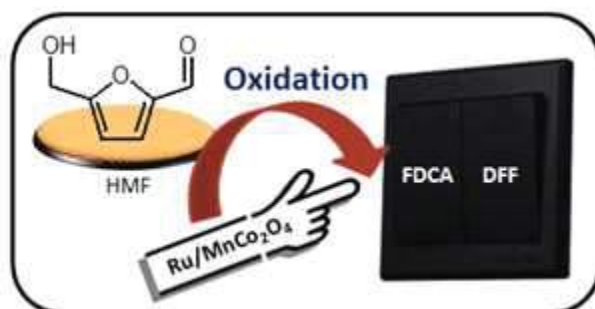
This study aims to simulate and evaluate the pyrolysis conversion pathway of macroalgae in an industrial scale, using bench scale experimental data in Aspen Plus V8.6. Primarily, representative liquid product mixture was determined in order to simulate the conversion accurately and efficiently. The original liquid product mixture, containing around 200 compounds (detected by GC/MS analysis) in liquid and non-soluble organic phases, is reduced to 21 representative compounds based on chemical structure and boiling point range similarities. Simulation of brown seaweed pyrolytic conversion and primary liquid solid separation was made. Future work in pyrolysis process simulation will include appropriate pretreatment methods for ash removal i.e. acid washing as well as product upgrading steps and solid products combustion. Ultimately, the process will be techno economically assessed and strategic points of integration with bioconversion platform will be determined.

Production of Either 2,5-Furandicarboxylic Acid or 2,5-Diformylfuran from Switchable Base-Free Oxidation of 5-Hydroxymethylfurfural

Dinesh Kumar Mishra¹, Tram Huynh Nguyen^{1,2}, Kim Sang Yong¹, Yong Jin Kim^{1,2,*}

¹Green Process and Material R&D Group; Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²University of Science and Technology (UST)

5-hydroxymethyl furfural (HMF) is a platform molecule which is derived from cellulose through isomerization/dehydration of hexoses[1]. Among various transformations of HMF, the oxidation of HMF is one of the most promising routes to produce either 2,5-furandicarboxylic acid (FDCA) or 2,5-diformylfuran (DFF). FDCA has potential to replace the terephthalic acid (TA), and has various applications[2]; DFF has also various applications in the synthesis of drugs, fungicides, and new functional polymers[3]. For the production of FDCA/or DFF, supported gold (Au), platinum (Pt) and palladium (Pd) catalysts in HMF oxidation have mainly been reported, except ruthenium (Ru) based catalyst⁴. This work reports the spinels cobalt-manganese microspheres supported ruthenium nanoparticles, Ru/MnCo₂O₄, efficiently switched the base free oxidation of HMF to FDCA/or DFF with high yields at almost complete HMF conversion (Scheme1). The reaction pathway is also determined by kinetic studies which reveal that HMF oxidation to FDCA in aqueous phase proceeded via the formation of DFF and 5-formylfuran-2-carboxylic acid (FFCA) intermediate products. MnCo₂O₄ and its carbonate precursor (MnCo₂CO₃) as prepared, and its corresponding ruthenium nanoparticles catalyst were thoroughly characterized by different techniques such as Scanning Electron Microscopy (SEM), Transmission Electron Microscopy (TEM), X-Ray Diffraction (XRD), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS).



Scheme 1. Production of FDCA/or DFF from switchable base-free oxidation of HMF.

참고문헌

1. Zhao, H., Holladay, J. E., Brown, H., and Zhang, Z. C., "Metal Chlorides in Ionic Liquid Solvents Convert Sugars to 5-Hydroxymethylfurfural," *Science*, **316**(5831), 1597-1600 (2007).
2. Saha, B., Gupta, D., Abu-Omar, M. M., Modak, A., and Bhaumik, A., "Porphyrin-based porous organic polymer-supported iron(III) catalyst for efficient aerobic oxidation of 5-hydroxymethyl-furfural into 2,5-furandicarboxylic acid," *J. Catal.*, **299**, 316-320 (2013).
3. Tong, X., Sun, Y., Bai, X., and Li, Y., "Highly efficient aerobic oxidation of biomass-derived 5-hydroxymethyl furfural to produce 2,5-diformylfuran in the presence of copper salts," *RSC Adv.*, **4**(83), 44307-44311 (2014).
4. Zhou, C., Deng, W., Wan, X., Zhang, Q., Yang, Y., and Wang, Y., "Functionalized Carbon Nanotubes for Biomass Conversion: The Base-Free Aerobic Oxidation of 5-Hydroxymethylfurfural to 2,5-Furandicarboxylic Acid over Platinum Supported on a Carbon Nanotube Catalyst," *Chem. Cat. Chem.*, **7**(18), 2853-2863 (2015).

Extraction and Characterization of Oil from Atlantic Salmon (*Salmo Salar*) By-Products Using Supercritical Carbon Dioxide

Monjurul Haq, Yeon-jin Cho and Byung-soo Chun*

Department of Food Science and Technology; Pukyong National University

Atlantic salmon, including its by-products is rich of oils containing omega polyunsaturated fatty acids, potential for reducing the risk of various diseases, especially cardiovascular diseases. In the present study, oils from different by-products of salmon namely belly parts, trimmed muscles, frame bone and skin was collected from Wooyoung Fisheries Co. Ltd., Busan, Korea and extracted by supercritical carbon dioxide (SC-CO₂) technology and organic solvent (hexane). Supercritical carbon dioxide (SC-CO₂) extraction method was applied at temperature 45°C and pressure 25 MPa for 3h. Pressed belly parts oils was collected from the same company and was compared with SC-CO₂ and hexane extracted oils regarding physical parameters (color and viscosity), biochemical parameters (acid value, peroxide value, free fatty acid value, oxidative stability index (OSI), p-Anisidine value and Total oxidation (TOTOX)) value and fatty acid composition. Freeze dried salmon by products contain over 40% oils and extracted oil yield by SC-CO₂ is around 70~80 of total oil and physical parameters such as oil color and viscosity of SC-CO₂ extracted oils is superior compared to pressed and hexane extracted oils. Oil stability parameters namely acid value, peroxide value, free fatty acid value of pressed and SC-CO₂ extracted oils showed better quality than solvent extracted oils. p-Anisidine value and OSI value of SC-CO₂ extracted oils was lower than pressed and solvent extracted oils. So, it was concluded that, SC-CO₂ is an effective and environmentally friendly method to extract edible fish oil of high quality rich in omega polyunsaturated fatty acids from salmon by-products.

Synthesis of 5-Acetoxymethyl-2-furaldehyde (AMF) from D-Fructose

Nhan T. T. Huynh^{1,2}, Anh T. H. Vo^{1,2}, Tan Phat Nguyen^{1,2}, Bora Kim¹, Seok-kyu Park¹, HongShik Lee¹,
Jinku Cho^{1,2,*}

¹Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²University of Science and Technology (UST)

5-Hydroxymethyl-2-furaldehyde (HMF) and its derivatives are among 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. Various methods for HMF production from carbohydrates have been widely studied; most of those included the use of acidic catalysts and high boiling point, aprotic polar solvents.

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. The synthesis consists of an enzymatic esterification of D-Fructose into 1,6-Diacetyl-fructofuranose (DAF) and a direct dehydration of DAF into AMF. This approach has several advantages such as high yield and selectivity of the DAF intermediate; simple separation of interested product from catalysts and solvents; etc.

참고문헌

1. Nicolosi, G. et al., “Enzymatic procedures in the preparation of regioprotected D-fructose derivatives,” *Carbohydrate Research*, **340**(2), 319-323 (2005).
2. Cho, J. K. et al., “Commercially attractive process for production of 5-hydroxymethyl-2-furfural from high fructose corn syrup,” *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, **19**(4), 1106-1111 (2013).

Pressurized solvent extraction of fucoidan from brown seaweed

Saravana P.S., Hee-Chul Woo and Byung-soo Chun*

Department of Food Science and Technology; Pukyong National University

Brown seaweed consists of about 2000 species, making it the second most abundant group of marine algae. Fucoidan is a sulfated polysaccharide and it has been shown to have diverse biological activities including anticoagulant, antithrombotic, antiinflammatory, antitumoral, contraceptive, antiviral and antioxidant. Generally, fucoidan consists of α -(1 \rightarrow 3) - and (1 \rightarrow 4)-linked-L-fucose residues, that may be organized in stretches of (1 \rightarrow 3)- α -fucan or of alternating α -(1 \rightarrow 3)- and α -(1 \rightarrow 4)-bonded L-fucose residues. Fucoidan is typically extracted by using large volumes of aqueous or acidic solutions at temperatures from room temperature to 100 °C for several hours. Recently, the extraction methods employing 'green technology' have been preferred these technologies allow for the extraction of natural ingredients without the need of toxic or chemical solvents in various industry. In this regard, pressurized solvent extraction (PSE) is an excellent choice for the production of extract with functional activity from brown seaweed. In the process of PSE, water in subcritical phase employed as a solvent at elevated temperature under pressure modifies the dielectric constant and changes its polarity, thus selectively extracting different classes of compounds. Therefore, the PSE as a green technology can be used for the extraction of fucoidan from brown seaweed for safe and rapid methodology. The objectives of this study were to optimize the process of fucoidan extraction from brown seaweed by PSE technology. The influence of temperature, pressure on fucoidan yield will be studied. The chemical composition, and anti-oxidant activity of recovered crude fucoidan will be investigated.

Hydrolysis of Alginate into Uronic Acids over Glucose-Derived Sulfonated Carbon Catalyst

Chunghyeon Ban, Wonjin Jeon, Hee Chul Woo¹, Do Heui Kim*

School of Chemical and Biological Engineering; Institute of Chemical Processes; Seoul National University,

¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

A wide range of biomass such as edible crops, wood, and algae, has been utilized to alleviate the environmental problems and to reduce a heavy dependence on petroleum-based chemicals and fuel. Among these biomass resources, algal biomass is regarded as a potential renewable resource owing to its rapid growth, inedibility, and lignin-free structure.

Alginate is composed of two uronic acids, β -D-mannuronic acid and α -L-guluronic acid, and can be hydrothermally depolymerized into valuable organic compounds, such as lactic acid, succinic acid, and furfural. To effectively hydrolyze alginate, employment of acids is essential. Despite the effectiveness of mineral acid for biomass hydrolysis, the use of these homogeneous catalysts causes significant issues such as separation, purification, and neutralization. Thus, development of solid acid catalysts easily separable and having a high catalytic activity has drawn world-wide attention. Among various solid acid catalysts, carbon catalysts are reported to be hydrothermally stable.

Hydrolysis of alginate into its monomeric compounds was conducted over glucose-derived sulfonated carbon catalyst. Three functional groups of phenolic OH, -COOH, and -SO₃H were incorporated into the catalyst by partial carbonization of D-glucose followed by sulfonation. It was found that strong brønsted sites (-SO₃H) are required to effectively depolymerize alginate into two uronic acids. The sulfonated carbon catalyst showed higher activity than sulfuric acid and other commercial solid acid catalysts in spite of low surface area. The high activity can be attributed to high acid density and hydrophilic functional groups of the sulfonated carbon.

참고문헌

1. Aida, T. M. et al., "Depolymerization of sodium alginate under hydrothermal conditions," *Carbohydrate Polymers*, **80**, 296-302 (2010).
2. Aida, T. M. et al., "Production of organic acids from alginate in high temperature water," *J. of Supercritical Fluids*, **65**, 39-44 (2012).
3. Fukuhara, K., et al., "Structure and Catalysis of Cellulose-Derived Amorphous Carbon Bearing SO₃H Groups", *Chem. Sus. Chem.*, **4**, 778-784 (2011).
4. Mo, X. et al., "Activation and deactivation characteristics of sulfonated carbon catalysts", *Journal of Catalysis*, **254**, 332-338 (2008).

이차전지용 고분자 전해질 막의 내화학적 특성에 관한 연구

임민화, 신동석, 박미정, 정호영*
전남대학교 환경에너지공학과

Imidazolium-brominated Polyphenylene Oxide (Im-bPPO)는 저가형 고분자 막인 PPO를 Imidazolium-bromination을 통해 음이온 전도성 고분자 막을 합성하였다. VRFB의 장기 성능을 구현하고자 Membrane의 화학적 안정성 실험을 진행하였다. 수화안정성 테스트를 위해 STS 압력용기에 증류수와 Membrane을 넣어 200°C에서 24시간동안 반응 후 무게감소와 증류수의 pH감소를 확인하였고 ATR-FT-IR을 통해 Membrane의 Degradation을 확인하였다. Membrane을 펜톤용액에 50°C 72시간동안 침지하여 Membrane의 무게변화의 잔존량을 확인하였고, Nafion 212가 22%의 가장 낮은 잔존율을 보여주었다. 더 나은 Degradation Mechanism을 확인하고자 0.1 M V(V) 용액에 72시간 동안 함침하여 UV-Vis Spectrum으로 농도변화를 측정하였고, Im-bPPO와 sPPO의 Ether Backbone Degradation을 확인했다.

PD-08

Ruthenium-Catalyzed Formate Synthesis by CO₂ Hydrogenation

Thanh Tung Nguyen^{1,2}, Anh Vy Tran^{1,2}, Sang Yong Kim^{1,2}, Yong Jin Kim^{1,2,*}

¹Green Process and Material R&D Group; Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²University of Science and Technology (UST)

The use of Carbon dioxide (CO₂) as a C₁ feedstock has now become more and more important because CO₂ not only is abundant and inexpensive but also needs to be reduced from the environment to prevent greenhouse effect. In this research we present the hydrogenation of carbon dioxide using various ruthenium complexes with inexpensive ligand systems to generate formates under basic aqueous conditions.

불균일계 Zinc 촉매를 사용한 Methyl-N-phenylcarbamate 의 합성

김민수^{1,2}, 이해진^{1,2}, 안병성^{1,2}, 이현주^{1,2,*}
¹과학기술연합대학원대학교, ²한국과학기술연구원

Polyurethane은 접착제, 탄성중합체, 페인트 등에 쓰이는 고분자 물질이고 보통 Isocyanate를 전구체로 사용하여 합성한다. 현재 Isocyanate는 Amine과 Phosgene을 반응시켜 제조되는 방법이 가장 일반적이거나 MPC(Methyl-N-phenylcarbamate)를 열분해하여 합성하는 방법도 알려져 있다. 이때 MPC는 Amine과 DMC(Dimethyl carbonate)의 메톡시카보닐화 반응으로 합성된다. Amine과 DMC의 반응에 사용되는 균일계 촉매로는 Zinc carboxylate와 Pb, Sn and Zr, Sc의 Triflate 염, La, Yb, L-proline/TBAB, N-containing 유기화합물이, 불균일계 촉매로는 ZnO-Ti-O₂ 또는 고정화된 Co(salen) 촉매 등이 보고되어 있다. 그러나 균일촉매들은 재사용이 어렵고, 불균일계 촉매들은 선택성이 낮은 단점이 있다. 본 연구에서는 새로운 불균일계 Zinc 촉매를 이용하여 Aniline과 DMC의 반응을 수행하였다. 다양한 온도와 시간에서 촉매의 반응성과 재사용을 실험하였고, XRD, IR, NMR, CHON 분석을 통해서 구조를 예측하였다.

참고문헌

1. Wang, Y., and Liu B., "Efficient and recyclable heterogeneous zinc alkyl carboxylate catalyst for the synthesis of N-phenyl carbamate from aniline and dimethylcarbonate," *Catalysis Science & Technology*, 109-113 (2015).
2. Yalfani, M. S., Lolli, G., Muller, T. E., Wolf, A., and Mleczko, L., "Methyl N-Phenyl Carbamate Synthesis from Aniline and Methyl Formate: Carbon Recycling to Chemical Products," *Chem. Sus. Chem.*, 443-447 (2015).
3. Zhao, B., Yao, S. J., An, H. L., Zhao, X. Q., and Wang, Y. J., "One-pot synthesis of methyl n-phenyl carbamate from aniline, carbon dioxide and methanol," *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 1553-1558 (2014).

Transformation an Acetone-Butanol-Ethanol(ABE) Mixture to Biogasoline by Using One-Pot Alkylation and Hydrodeoxygenation

Seungmi Yeo, Huyen Thanh Vo, Hyunjoo Lee*, Sangdeuk Lee*
Clean Energy Center; Korea Institute of Science and Technology

Bioethanol 이나 Biobutanol은 당을 발효시켜 얻을 수 있는 Biofuel 이다. 그러나 가솔린과 같은 화석 원료 기반의 연료를 대체하기에는 많은 문제점을 내포하고 있다.

본 연구에서는 무용매 조건에서 Acetone-Butanol-Ethanol 혼합물을 Pd/C-염기 촉매 하에 반응 시켜 Biogasoline 합성 실험을 수행 하였다. 반응 온도, 촉매 량, 촉매의 종류에 대한 Aldol Condensation/Hydrodeoxygenation 실험을 수행하였고, 최적의 반응 조건에서 C7-C11 Alkane 혼합물을 78% 수율로 얻을 수 있었다. 그리고 반응 후 촉매를 XRD, SEM으로 분석하여 비활성화 원인을 규명하고, 또한 활성화 방법을 모색 하였다.

참고문헌

1. Sanil, S., Zachary C. B., Elad G., Sasisanker P., Konstantinos G., Gorkem G., Selim A., Harvey W. B., Douglas S. C., and Dean T., "Chemocatalytic upgrading of tailored fermentation products toward biodisel," *Chem. Sus. Chem.*, 2445-2448 (2014).
2. Pazhamalai, A., Zachary C. B., Sanil. S. Elad. G., Joseph B. B. Harvey W. B., Douglas S. C., and Dean T., "Integration of chemical catalysis with extractive fermentation to produce fuels," *Nature*, 491, 235 (2012).
3. Guoqiang, X., Qiong L., Jiange F., Qiang L., Zoujun Z., Xicheng W., Xiaoyun Z., and Xindong M., "Direct α -alkylation of ketones with alcohols in water," *Chem. Sus. Chem.*, 105-109 (2014).

Synthesis of Deicer from Dolomite and Bio-Oil from the Pyrolysis of Corncob

Seung-Jin Oh, Gyung-Goo Choi, Won-Seok Chang¹, Joo-Sik Kim*
 University of Seoul, ¹R&D Institute, Korea District Heating Corporation (KDHC)

Sodium chloride and calcium chloride have been widely used as deicing agents on the roads and highways due to the ease to storage and transport, the applicability over a wide range of temperature and low cost. However, chloride ion contained in these deicers causes corrosion of roads and motor vehicles. In addition, these deicers can be harmful to environment. Current research on deicer focuses on the development of non-corrosive and environmentally friendly deicer. Calcium magnesium acetate (CMA) is a biodegradable deicing agent with low toxicity that can replace existing deicers. CMA is composed of physical mixture of calcium acetate and magnesium acetate. However, the production cost of CMA from petroleum-derived acetic acid is very expensive. Pyrolysis of biomass is one of the solutions for decreasing CMA production cost, while producing bio-oil having a high content of acetic acid. The aim of this study was to produce CMA from dolomite and acetic acid-rich bio-oil obtained from the fast pyrolysis of corncob. In the experiments, corncob was pyrolyzed in a pyrolysis process equipped with a fluidized bed reactor to produce acetic acid-rich bio-oils (Fig.1). The bio-oils or distillates from the bio-oils were mixed with dolomite to synthesize CMA. Characteristics of the synthesized CMA will be presented on the conference.

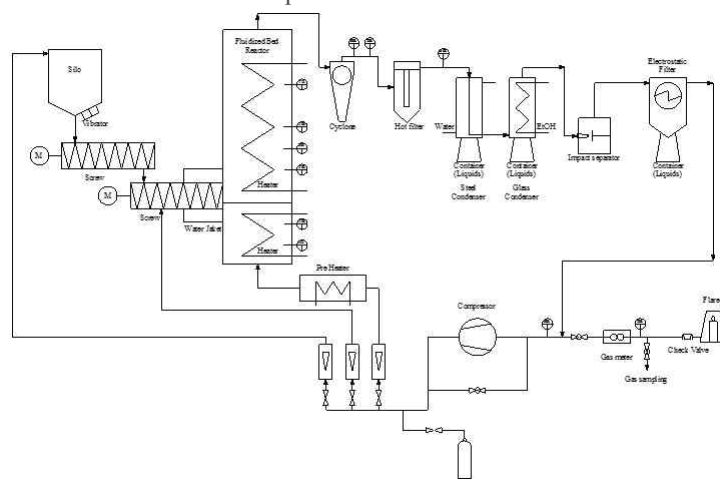


Figure 1. Diagram of pyrolysis unit

감사

This work has been supported by the Korea District Heating Corporation (KDHC) as a parts of the Project of “Development and utilization of technology for optimum production of pyrolysis oil from biomass“ (1003542015S015) in Energy R&D project.

Li₂O/LiCl 용융염에서 Nd₂O₃-NiO 혼합산화물로부터 전해환원을 이용한 전기화학적 금속회수 연구

이민우, 김은미, 정상문*
충북대학교 화학공학과

A Study on Electrochemical Reduction of Nd₂O₃-NiO in Li₂O/LiCl Molten Salt

Min Woo Lee, En Mei Jin, Sang Mun Jeong*
Department of Chemical Engineering; Chungbuk National University

파이로 프로세싱은 고속로의 원료로서 사용될 금속핵연료를 재처리하는 공정으로서, 전단부에 해당하는 전해환원 공정은 산화물상태의 핵연료를 금속으로 전환시켜 후속공정인 전해정련 공정에 공급한다. 가압경수로(PWR)에서 발생하는 사용후핵연료의 94%를 차지하는 우라늄 산화물은 쉽게 금속으로 환원되는 반면, 5%를 차지하는 핵분열생성물 중 희토류 산화물은 열역학적으로 안정하기 때문에 전기화학적으로 환원시키기 어렵다. 본 연구는 파이로 프로세싱의 전해환원 공정과 같은 운전조건인 1wt%의 Li₂O가 용해되어 있는 650℃의 LiCl 고온 용융염에서의 희토류 산화물인 Nd₂O₃의 금속전환율을 극대화시키기 위해서, 전이금속 산화물인 NiO와 혼합 후 소성하여 펠렛을 만들어 환원전극으로 사용하였고, 백금(Pt)을 산화전극으로 사용하였다. 650℃의 1wt% Li₂O/LiCl 용융염에서의 Nd₂O₃-NiO 혼합산화물의 전기화학적 거동을 Cyclic Voltammetry (CV)를 통해 조사하였고, 셀의 작동전압에 따른 Cathodic Potential의 변화와 환원특성을 분석하기 위해 전위제어 실험을 실시하였다. 또한 전해환원 시간에 따른 중간생성물 및 희토류금속의 형상분석과 물리적 특성을 평가하기 위하여 Scanning Electron Microscope (SEM)과 X-ray Diffraction (XRD) 분석을 실시하였다. 본 연구의 결과로 Nd₂O₃와 NiO의 혼합산화물이 소성 후 복합산화물을 형성하는 것을 관찰하였고, 열역학적으로 환원되기 쉬운 NiO가 전기전도도가 높은 Ni 금속으로 먼저 전환되어 복합산화물 중 Nd₂O₃의 환원을 도와 NdNi₅ 합금형태의 금속으로 전환되는 것을 관찰하였다.

Dehydrofluorination of 1,1,1,2,3-Pentafluoropropane (HFC-245eb) to Eco-Friendly Refrigerant 2,3,3,3-Tetrafluoropropene (HFO-1234yf) Using a Chromium Oxyfluoride Catalyst

Seo Yeon Lim^{1,2}, Kwang Ho Song², Hong Gon Kim^{1,3,4}, Byoung Sung Ahn¹, Jeong Myeong Ha^{1,3,4,*}

¹Clean Energy Research Center; Korea Institute of Science and Technology, ²Department of Chemical and Biological Engineering; Korea University, ³Green School; Korea University, ⁴Department of Clean Energy and Chemical Engineering; Korea University of Science and Technology

1,1,1,2-Tetrafluoroethane (HFC-134a) was widely used as a refrigerant for mobile air conditioners because of its zero ozone depletion potential (ODP). Recently, environmental regulations regarding refrigerants with high global warming potentials became stricter and there were efforts to find alternatives having zero ODP, low global warming potential (GWP) and high energy efficiency. 2,3,3,3-Tetrafluoropropene (HFO-1234yf) with excellent environmental properties is selected as a new refrigerant for automobiles. We studied the dehydrofluorination of 1,1,1,2,3-pentafluoropropane (HFC-245eb) to HFO-1234yf using the surface-modified chromium oxide catalysts prepared by modified sol-gel method. To elucidate the origin of catalytic activity, the catalysts were characterized by XPS, XRD, N₂-physisorption, elemental analysis and TG.

Successful Recovery and Upgrading of Prussian Blue from Petroleum Oil-Based Sludges in a BTX Absorption Process

Il Hum Cho, Joung Ho Park, Moon Hyeon Kim*
Daegu University

Coke making plants in iron and steel, and petroleum distillation companies usually heat raw coals to high temperatures for allowing removal of ready-volatile components. During this processing, benzene, toluene and xylene (BTX) are emitted and these are recovered by using iron oxide-wood foam oil scrubber[1]. In doing this, a small fraction of the oxide is converted to ferric ferrocyanide ($\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$), commonly known as prussian blue, through a reaction with hydrogen cyanide[2]. Prussian blue is widely used as chemicals for dyes and pigments in textile and coating industry. Thus, the prussian blue existing in the absorption oils is required to be recovered and upgraded to high purity for such a valuable use.

A mixture of absorption oils, and suspended solids in which small amounts of the prussian blue are present, was firstly separated using a high-speed centrifuge. An appropriate amount of the resulting sludge (ca. 50 g) was placed in a 1 L round suction flask with a rotary evaporator, prior to making a mixture with a 100 mL solvent. The sludge-solvent mixture was vigorously treated at 60°C for 2 h. The solvent treatment was repeated three times and the mixture was finally dried at 110°C overnight before use for ICP, XRD, and IR measurements.

A test, that had been simulated by making a mixture consisting of pure prussian blue and an absorption oil with a weight composition ratio of 1:9 in a 150 mL toluene, was shown that the prussian blue was insoluble in the solvent, as expected. This was consistent with a XRD measurement for the artificially-contaminated sample whose spectrum was very similar to that obtained using the mother chemical. However, the contamination could not be completely purified according to only such a solvent extraction; thus, further treatment processes are required. A total cyanide content in sludges after separation from an on-site sludge-oil mixture might be 3~6%, depending on sampling batches at the BTX plant. This proposes that the prussian blue we want may be less than the total cyanide amounts. Speciation between cyanides will be required for determining the feasibility of the prussian blue recovery process.

Prussian blue could be successfully extracted from an oil-rich sludge using treatments in organic solvents, and its upgrading to high purity can depend on many purification parameters, representatively the kind of petroleum solvents, the overall time exposed to solvents, and the treatment temperature.

참고문헌

1. Thesis, T. L., Young, T. C., Huang, M., and Knutsen, K. C., "Leachate Characteristics and Composition of Cyanide-Bearing Wastes from Manufactured Gas Plants," *Environ. Sci. Technol.*, **28**, 99-106 (1994).
2. Shifrin, N. S., Beck, B. D., Gauthier, T. T., Chapnick, S. D., and Goodman, G., "Chemistry, Toxicology, and Human Health Risk of Cyanide Compounds in Soils at Former Manufactured Gas Plants Sites," *Regulatory Toxic. Pharmacol.*, **23**, 106-116 (1996).

Production of Low Sulfur Containing Pyrolysis Oil from Scrap Tires Using a Newly Developed Two Stage Pyrolysis Process

최경구, 오승진, 최영곤, 김주식*
서울시립대학교 자원재생연구실

오늘날 산업의 발달로 폐타이어의 발생량이 증가하고 있다. 한국에서는 연간 폐타이어 발생량이 약 30만 톤에 이른다. 폐타이어의 기존 처리방법은 환경적 문제를 유발한다. 이에 따라 친환경적으로 폐타이어를 처리하기 위해 열분해 기술이 연구되고 있다. 열분해는 산소가 없는 조건에서 유기물을 열을 가하여 분해하는 공정이다. 생성물로는 가스 및 액체 생성물과 Char가 있다. 이 중 액체 생성물은 대체 에너지로 많은 관심을 받아왔다. 하지만 약 1 wt.%에 달하는 황 함량이 활용의 제한이 되어왔다. 따라서 본 연구에서는 저황 열분해 오일을 생산하기 위하여 새롭게 개발된 2단 열분해 공정을 적용하였다. 2단 열분해 공정은 오거 반응기(Auger Reactor)와 유동층 반응기(Fluidized Bed Reactor)가 결합된 형태이다. 비교를 위해 1단 유동층 열분해 실험도 함께 진행하였다. 모든 실험에서 유동층 반응기의 반응 온도는 약 500℃로 유지하였고 오거 반응기의 반응 온도를 200~450℃로 변화시켜 열분해 오일 내 황 함량 변화를 분석하였다. 액체 생성물은 감압 증류를 통하여 열분해 오일과 증류 잔여물로 분리하였다. 열분해 오일의 황 함량 분석은 원소분석을 통해 이루어졌다. 이 외 생성 char와 증류 잔여물의 원소분석도 함께 진행하였다. 열분해 오일의 정량 및 정성 분석은 GC-FID와 GC-MS를 통하여 이루어졌다. 결과로써 열분해 오일 내 최저 황 함량은 오거 반응기 온도 약 330도에서 0.55 wt.%였다. 반면 char의 최저 황 함량은 오거 반응기 온도 약 230℃에서 1.91 wt.%였다. 새롭게 개발된 2단 열분해 반응기는 열분해 생성물 내 황함량 절감에 효과적인 것으로 나타났다. 따라서 본 반응기는 폐타이어 뿐 아니라 바이오매스 및 기타 폐플라스틱의 열분해에서도 청정 오일을 생산하는데 효과적일 것으로 예상된다.

감사

This work was supported by the New & Renewable Energy Core Technology Program of the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP), granted financial resource from the Ministry of Trade, Industry & Energy, Republic of Korea. (No. 20153030091340)

Steam/Oxygen Gasification of Dried Sewage Sludge in a Two-Stage Gasifier: Effect Ash of the Activated Carbon

Yong-Kon Choi, Ji-Ho Ko, Gyung-Goo Choi, Joo-Sik Kim*

Department of Energy and Environmental System Engineering; University of Seoul

Gasification converts biomass into combustible gases that can be used in various ways, such as in the production of heat, electricity, hydrogen, methanol and in the Fischer-Tropsch process to produce synthetic petroleum. However, one main obstacle that needs to resolve with biomass gasification is the problem associated with the production of impurities (tar and NH_3). The aim of this work was to produce a hydrogen-rich syngas with low concentrations of tar and ammonia from dried sewage sludge. In the experiments, a gasification of dried sewage sludge with a diameter between 0.6~3.35 mm was conducted in a two-stage gasifier consisting of a fluidized bed gasifier (lower reactor) and a tar-cracking zone (upper reactor) in series. The feed material contained 58.6 wt% of volatiles and 28.8 wt% of ash. Nitrogen content of the feed material was about 5.73 wt%. The feed rate were about 30 g/min. Equivalence ratio (ER) maintained at about 0.25. Natural olivine, with a diameter of 150~300 μm , was used as the fluidized bed material. 1500 g of activated carbon with a size range of 3.35~10 mm was used in the upper reactor. Runs 1 and 2 were performed without activated carbon and with activated carbon, the comparison of which would reveal the role of activated carbon. Syngases obtained with activated carbon contained 0 wt% tar and 26.2 ppm ammonia, which were significantly lower than those of Run 1 (without activated carbon). The syngases obtained in the experiments had LHVs above 9 MJ/Nm³.

감사

This research was supported by a Grant (14CHUD-C060573-04) from Architecture & Urban Development Research Program (AUDP) funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport Affairs of Korean government.

중소기업의 생산성 및 환경·안전 융합 컨설팅 플랫폼 개발

가정희, 정수현, 채인석, 성지연, 김재연*, 이다은¹, 김익¹
 호서대 안전환경기술융합학과, ¹(주)스마트에코

Development of Production and Environment·Safety Convergent Consulting Platform for SMEs

Jung-Hee Ga, Su-Hyeon Jeong, In-Seok Chae, Ji-Yeon Seong, Jae Youn Kim*, Da-Eun Lee¹, Ik Kim¹
 Department of Convergence Technology for Safety and Environment; Hoseo University, ¹Smart-Eco Corp.

국제무역 및 기업경영에서 품질요건을 맞추는 것은 기본이고, 이에 더하여 환경과 안전에 대한 엄격한 관리를 요구하는 경우가 늘어나고 있다. 또한 제품의 불량과 환경 및 안전사고의 일반적인 원인이 생산공정의 관리소홀이라는 것이 널리 확산되면서 최근 품질관리와 환경 및 안전사고 등에 대한 관리를 단계적으로 통합하려는 움직임이 커지고 있는 상황이다. 따라서 국내의 중소기업(특히 자동차부품 제조업, 1차 철강 제조업, 섬유제품 가공업 등)의 국제 경쟁력을 배가시킴과 동시에 국내 각종 환경·안전 규제법을 순응하도록 하기 위해서는, 중소기업의 생산성 향상과 함께 환경·안전 준수 방법론 및 경영시스템을 구축하여 보급할 필요가 있다.

본 연구에서는 중소중견기업의 경쟁력 향상을 위한 진단 및 관리용 Toolbox 개발을 개발하고 이를 중소중견기업에 시범적용하는 연구를 수행중에 있다. Toolbox의 구현은 다음과 같다.

- 1) Benchmarking: 국내외의 관련 연구자료 수집 및 분석
- 2) Key Indicators: 분석결과를 토대로 품질, 환경, 안전 측면에 대한 평가지표 선정
- 3) Self Checklist: 생산방식별로 자가 진단용 체크리스트를 개발
- 4) Best Practices: 평가지표별로 해외 우수사례에 대한 수집 및 정리
- 5) Guidelines: 자가진단 등을 통해 실질적인 공정개선을 지원할 지침 개발

또한 개발된 중소기업형 통합경영방법론의 활용을 위한 온라인 평가시스템 개발을 현재 개발 중에 있다. 온라인으로 중소중견기업에서 접속하여 데이터를 입력하는 방식으로 지표의 계산 및 상대적 효율성 계산 등을 할 수 있도록 개발 중에 있다.

본 연구의 내용을 국내 기업에 시범적용하여보고, 이를 통한 보완작업을 거쳐 국내 및 아시아 지역의 중소중견기업을 대상으로 하는 통합경영 패기지(QuEST: Quality, Environment, Safety Management Tool)를 개발할 예정이다.

참고문헌

1. US EPA, "Lean Manufacturing and the Environment" (2003).
2. Pampanelli, A. B., Found, P., and Bernardes, A. M., "A Lean and Green Kaizen Model," 2011 POMS Annual Conference, Reno, Nevada, USA (2011).
3. Skelton, J., et al., "Lean Management for the Green Industry," Crystal Ball Report #26, Professional Landcare Network (2006).

포토레지스트 박리에 대한 박리액 유동의 영향

심재명, 김준현¹, 주기태¹, 김용성^{2*}

서울과학기술대학교, ¹서울과학기술대학교, ²서울과학기술대학교 나노융합대학원

Effect of the Stripper Flow for the Photoresist Strip

Sim Jae Myung, Kim Joon Hyun¹, Joo Gi-Tae¹, Kim Young Sung^{2*}

Seoultech, ¹Seoultech, ²Seoultech Graduate School of NID Fusing Technology

연구 내용

포토레지스트(PR) 박리 조성물은 기판(ITO)으로부터 PR을 제거하는데 사용된다. 일반적으로, 박리 조성물은 높고 낮은 온도에서 모두 만족할 만 수준의 박리력을 갖고 있어야하고, ITO 표면에는 잔유물이 남아 있어서는 안 된다. 그리고 인체 유해성과 대형 display 회로 제조에서는 다량 사용이라는 환경이라는 측면까지 고려되어야 한다. 이밖에도 부식이나 공정시간의 단축을 위한 사용시간과 같은 부분에도 제약을 받고 있다. 이러한 요건을 모두 충족시키기 위해 다양한 포토레지스트와 이에 대응하는 공정 기술들과 장치들이 개발되고 있다 [1].

본 연구는 mono ethanolarmine(15%)과 Dihydrogen Oxide(76%)를 주로 갖는 박리 조성물과 유무기 알카리 혼합물 (35%)과 Dihydrogen Oxide(25%)를 주로 갖는 박리 조성물을 사용 대상으로 하여 Fig. 1에서 확인된 바와 같이 ITO-glass위로 598nm 두께로 coating 되어 있는 PR층을 노광만 거치고 현상을 하지 않는 조건으로 박리 사용을 조건을 분석하여 본질적으로 딥핑상태에서 추가적인 박리력을 상승시킬 수 있는 민감한 조건을 확인하는데 있다.

실험은 조성물별로 딥핑시간 (30-60s), 박리 사용 온도(실온-50°C), 조성비(20-50%, Di water 포함 부치 대비) 등을 조건을 상호 적용시켜 박리 상태를 확인한 뒤 이를 근거로 박리 가능성이 확보되는 major급 strip 공정 map을 작성하였다. 박리공정에 큰 영향을 주는 상기 조건 외에 박리 조성물이 샘플 표면인 PR층에 점착 또는 확산하는 physical potential의 영향도를 확인하기 위해 샘플을 직선 방향으로 이동시키는 방법과 유선 및 속도 구배의 영향의 변화를 주기 위해 샘플의 위치를 변경하는 방법을 적용하였다.

이 과정에서 PR 딥핑시간은 60s로 고정하고 박리 조성물별로 박리 사용온도와 조성비는 맵에서 확인되는 완전 박리가 가능한 수준 아래에서 진행되었다. 박리 후 면저항 변화율은 10% ohm/sq 이내, 광투과 변화율은 85% > λ = 550nm 이상을 획득할 수 있는 조건으로 민감도를 확인하였다. Fig. 2는 20% 조성비에서 샘플 위치 변경에 따라 교반(agitation)을 주었을 때 박리의 향상으로 투과도의 개선이 있음이 보여 주었다 또한 속도의 변화에도 개선이 확인되었다. 이러한 부분은 경화되는 PR층의 박리나 Dihydrogen 사용 비율이 높은 수계 조성물 사용에서 기여할 수 있는 부분으로 보인다.



Fig. 1 Pattern on the ITO-glass and sectional view

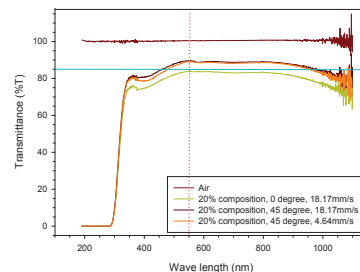


Fig. 2 UV/visible transmittance

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).

포토레지스터 박리공정에 대한 친환경적인 딥핑 방법에 대한 고찰

이준혁, 김준현¹, 주기태¹, 김용성^{2*}

서울과학기술대학교, ¹서울과학기술대학교, ²서울과학기술대학교 나노융합대학원

Eco-dipping Method for Photoresist Strip Process

Lee Joon Hyuk, Kim Joon Hyun¹, Joo Gi-Tae¹, Kim Young Sung^{2*}

Seoultech, ¹Seoultech, ²Seoultech Graduate School of NID Fusing Technology

실험 및 결과

최근 들어 대형화가 이루어진 디스플레이 분야 쪽에서 공정별로 사용되는 공정소재 (process chemical)의 사용은 생산라인이나 공정설계에 따라 매우 민감하게 다양하게 쓰인다. 특히 PR coating → Exposure → Develop → Etch → Strip으로 이어지는 세부공정에서는 미세 선폭, 내부식, 투과성 그리고 친환경 등과 같은 문제 해결을 위해 소재 자체의 개발(화합물, 화학적 조성비 등)뿐만 아니라 이에 대응되는 공정 적용을 위한 응용기술(사용조건)에 기술개발의 중점을 두고 있다 [1].

연구는 PR 박리 능력을 유지하면서 환경에 매우 유해한 성분이 다수 포함되는 유기계 박리액의 쓰임새에 대한 환경 규제에 적극 대응하기 위해 수계 박리액을 적용하거나 화학물질의 사용을 최대한 억제하는 방법으로 폐액 (Waste stripper)발생 감소 등의 과정을 통해 환경성 공정개선을 시도하는데 있다. 따라서 박리 공정에서 사용되는 PR 박리 수계용제를 공정상으로 최소 사용하기 위해 딥핑-추출 방식을 채택했으며 딥핑을 하는 동안 최소 ITO와 PR간의 접촉 연결고리를 끊고 추출 후 표면에 점착한 잔여 박리액 만으로 추가 박리를 진행시키는 완충 (Buffering) 과정을 두어 해결하고자 했다.

실험은 370 x 470mm인 비알카리계 ITO 글라스 박막 위에 발광소자의 전극형성을 위해 40 μ m 두께의 DFR(dry film photoresist, 감광성 필름)에 적용시켜 딥 방식으로 해당 박리액과 PR층과의 상관 박리 관계를 분석하고 이를 토대로 추출 적정시간과 해당 글라스를 토출 후 추가 박리 시간을 주는 방식으로 최종 세정과정을 거친 후 ITO 표면에는 잔사가 없어야 하며 PR의 박리 시간은 1분 이내, 박리 후 면저항 변화율은 10% ohm/sq 이내, 광투과 변화율은 Fig. 1과 같이 85% > $\lambda = 550$ nm 이상을 획득할 수 있는 가능한 기초 공정설계 조건을 제시하여 현장에서 공간 사용 효율성이나 장치 구성의 구조적인 단순화를 기대할 수 있도록 했다.

박리액의 화합물 구성은 Dihydrogen Oxide(76%) Ethanolamine(15%)을 주로 하는 수계형이며 육안 상으로 확인되는 박리 정도를 정밀 검증하기 위하여 UV-visible 측정으로 기준치인 85%의 이상의 투과도를 검사 하였다. Fig. 1은 그 중 ITO 글라스를 추출 각도와 조성 비율을 달리하면서 비교 측정 한 결과이다. 파장 길이가 550nm를 기준으로 볼 때 적용한 모든 사용 조건에서 85%를 넘어서고 있다. 특히 미세하지만 조성 비율이 높아질 수록 그리고 추출각이 수직에 가까워질수록 박리의 상태가 양호한 것으로 확인되었다. 또한 추가 지속 박리시간의 적정 여부로 PR과의 접촉 고리를 끊어 내기에 충분하다.

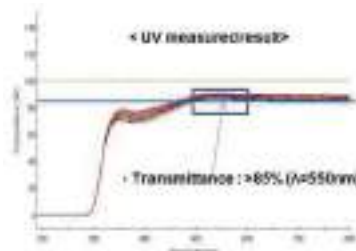


Fig. 1 UV visible transmittance

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).

재활용 SiC 입자에 흑연 및 그래핀의 첨가에 따른 박막히터의 발열 특성 연구

한상진, 김승현¹, 김용성*

서울시 노원구 공릉동 서울과학기술대학교 172 공과대학 전기공학과

¹서울시 노원구 공릉동 서울과학기술대학교 172 NID 대학원

통신 산업의 발달과 그 수요의 증가로 인해 전 세계적으로 반도체 시장은 점점 확대 되어가고 있다. 국내에서는 모바일기기의 성장이 지속적으로 이루어져 국가경제에 미치는 영향이 높아 Si 및 SiC 폐기물의 발생은 점점 늘어가는 추세이다. 반도체 공정에서 기본이 되는 실리콘 웨이퍼에서 나오는 Si 및 SiC 폐기물이 배출되는데 이는 연간 21,000톤에 [1] 달하는 양이 배출되고 있는 실정이다. 이 폐기물은 공정시 배출되는 폐기물이므로 이를 Si 재활용 할 수 있는 신규소자 기술개발이 필요하다. 본 연구에서는 전도특성이 좋은 graphite와 graphene을 폐 Si 및 SiC를 각각 첨가하여 스크린프린팅 기법으로 박막형히터를 만들어 신규발열소자의 역할이 적합한지에 대해 비교하고자 한다.

발열 소자비교를 위해 SiC 60~70 wt%, graphene 20~ 30wt%, binder 10wt%를 혼합하여 페이스트를 제작한 후 기판위에 스크린 프린팅법으로 코팅하였으며, graphite가 첨가된 히터는 SiC 60~80 wt%, graphite 10~30 wt%, Binder 10 wt%를 혼합하여 페이스트를 제작 한 후 AlN 기판 위에 스크린 프린팅법으로 코팅하여 박막형히터를 제작하였다. 히터의 측정 방법은 Power Supply에 전압을 히터에 인가하였을 때 멀티미터를 이용하여 전류를 측정하였으며, IR-Camera를 이용하여 열 특성을 측정하였다.

graphite가 첨가된 히터는 최대 70V, 360℃까지 상승하였으며, graphene이 첨가된 히터는 13V 300℃까지 상승하였다. 접압을 인가하였을 때, graphene이 graphite보다 우수한 전도 및 열적 특성을 가지고 있다는 것을 알 수 있다. 하지만 경제적인 측면을 고려하였을 때, graphene보다 graphite가 단가가 비싸 graphite가 신규발열 소자로 더 적합할 것이라 예상된다. 기존의 폐기처리되는 Si 및 SiC 슬러지를 신규 발열 소자로 재활용함으로써 환경오염을 감소시킬 수 있을 것이라 판단한다.

참고문헌

[1]오세천, 태양광 실리콘 슬러지의 재활용 기술동향, 2011. 4

Author Index

Agnesia Permatasari	CT-43	HongShik Lee	PD-04	Sang yong Kim	PA-34
Amr Hussein Mady Hussein	CT-53	Hongsik Lee	PB-07	Sang Yong Kim	PD-08
Anh H. T. Vo	PB-07	Huyen Thanh Vo	PD-10	Sangcheol Yoon	CT-59
Anh T. H. Vo	PD-04	Hyebin Kim	CT-59	Sangdeuk Lee	PD-10
Anh Vy Tran	PD-08	Hyunjoo Lee	PD-10	Sangdo Kim	PA-15
Basit Ali	CT-20	Il Hum Cho	PD-14	Sangjoung Lee	PA-16
Basudev Swain	PA-10	Inchan Hwang	CT-59	Sangyong Kim	PA-16
Bora Kim	PD-04	Jae Hyung Choi	PC-10	Saravana P.S	PD-05
Bora Kim	PB-07	Jaehoon Cho	PA-16	Sarita Dhaka	CT-39
Boreum Lee	PA-27	Jae-Jin Shim	CT-53	Sarita Dhaka	CT-44
Boris Brigljevic	PD-01	Jae-Wook Choi	CT-02	Seo Yeon Lim	PD-13
Byong-Hun Jeon	CT-39	Jae-Young Kim	PA-04	Seok Kyu Park	PB-07
Byong-Hun Jeon	CT-44	Jeong Myeong Ha	PD-13	Seok-kyu Park	PD-04
Byong-Hun Jeon	CT-46	Jeong-A Choi	CT-39	Seongha Jeong	PA-15
Byong-Hun Jeon	CT-48	Jeonghwan Lim	PA-15	Seung-Jin Oh	PD-11
Byong-Hun Jeon	CT-49	Jeong-Myeong Ha	CT-02	Seungmi Yeo	PD-10
Byoung Sung Ahn	PD-13	Jeon-Seong Jeong	CT-37	Seung-Soo Kim	PC-10
Byung-Hun Jeon	CT-45	Ji-Ho Ko	PD-16	Shin-Kun Ryi	PA-27
Byung-soo Chun	PD-03	Jiho Yoo	PA-15	Sihyun Lee	PA-15
Byung-soo Chun	PD-05	Jinku Cho	PD-04	Sisun Choi	PA-34
Changman Kim	CT-49	JinKu Cho	PB-07	Soo Jin Jeong	CT-49
Cho Rong Lee	CT-49	Jinsoo Kim	PC-10	Sukma Hidayat	PA-15
Chunghyeon Ban	PD-06	Jiuqiang Xiong	CT-48		
Colin E. Snape	PA-13	Jong-Ho Moon	PA-04		
Dinesh Kumar Mishra	PD-02	Joo-Sik Kim	PD-11	Sun ok Park	PA-34
Do Heui Kim	PD-06	Joo-Sik Kim	PD-16	Sung Hun Lee	CT-60
Dohoon Lee	PA-16	Joung Ho Park	PD-14	Sung-Eun Chang	CT-46
Donghyuk Chun	PA-15	Ju Hyun Baek	CT-49	Sunggeun Lee	PA-27
Dong-Jin Suh	CT-02			Sung-Ho Jo	PA-04
		Jung Rae Kim	CT-45	Tan Phat Nguyen	PD-04
		Jung Rae Kim	CT-49	TanPhat Nguyen	PB-07
Eung-Soo Kim	PA-16	Jungheum Yun	CT-60	Thanh Tung Nguyen	PD-08
Eung-Soo Kim	PA-34	Kim Sang Yong	PD-02	Tram Huynh Nguyen	PD-02
Eunjung Lee	PA-16	Kwang Ho Song	PD-13	Uk Hee Nam	CT-60
Gie-Taek Chun	PA-16	Marjorie Baynosa	CT-53	Wonjin Jeon	PD-06
Gie-Taek Chun	PA-34	Marwa M. Eldalatony	CT-46	Won-Seok Chang	PD-11
Gun-Hwan Lee	CT-60	Min-sun Kim	CT-02	Woo-Shik Shin	PA-16
Gyung-Goo Choi	PD-11	Minsun Lee	CT-48	Yeon-jin Cho	PD-03
Gyung-Goo Choi	PD-16	Monjurul Haq	PD-03	Yong Jin Kim	PD-02
Hankwon Lim	PA-27	Moon Hyeon Kim	PD-14	Yong Jin Kim	PD-08
Hee Chul Woo	PD-06	Nhan T. T. Huynh	PD-04	Yong-Kon Choi	PD-16
Hee Chul Woo	PC-10	Nhan T. T. Huynh	PB-07	Young Cheol Park	PA-04
Hee-Chul Woo	PD-05			Young Eun Song	CT-45
Ho Young Jung	PA-27	Pravin P. Upare	CT-04	Youngjoon Rhim	PA-15
Ho-Jung Ryu	PA-04	Rahul Kumar	CT-44	가정희	PD-17
Hokyung Choi	PA-15	RahulKumar	CT-39	강별	CT-07
Hong Gon Kim	PD-13	Sang jung Lee	PA-34	강별	CT-08

강우창	CT-47	김용성	CT-57	김호	PA-24
강인철	CT-22	김용성	PB-21	김호	PC-06
경대현	PA-13	김용성	PD-18	나채진	PA-23
고근환	PC-02	김용성	PD-19	남상익	PC-12
고동준	PA-02	김용성	PD-20	남성방	PC-12
고무석	CT-58	김우형	PA-02	라호원	CT-06
고성윤	CT-50	김유철	PB-01	라호원	PB-05
고정욱	PA-32	김윤명	PC-12	류정령	CT-26
		김은미	PD-12	류창국	CT-08
구재희	PC-12	김익	PD-17	류호정	PA-05
국진우	CT-06	김인	PC-03	류호정	PA-06
권현주	PB-16			류호정	PA-19
길인섭	PA-36	김재곤	CT-09	류호정	PA-22
김대훈	PA-32	김재곤	CT-28	류호정	PA-28
김도훈	PA-32	김재연	PD-17	류호정	CT-14
김동욱	PB-01	김재영	PA-13	류홍열	CT-19
김동주	PC-12	김재호	CT-06		
김명수	CT-25	김정곤	CT-18		
김미소	PB-21	김정수	PA-38	문윤희	CT-05
김민수	PD-09	김정우	CT-54	문종호	PA-07
김백진	PB-01	김정환	PA-05	문종호	PA-08
김범성	CT-16	김종남	PA-01	문종호	PA-13
김범성	CT-21	김종남	PA-07	문종호	PA-17
김범중	CT-03	김종남	PA-20	문종호	PB-15
김보화	CT-06	김종남	PA-38	문지홍	CT-02
김상겸	PA-01	김종필	CT-55	문지홍	PA-09
김상도	PA-30	김종호	CT-56	문태영	CT-06
김상도	CT-12	김주식	PD-15	문태영	PB-05
김상웅	PA-32	김준우	PA-02	문태영	PB-12
김석휘	PC-06	김준현	PD-18	민경일	CT-09
김성중	PA-02	김준현	PD-19	민병무	PA-08
김성훈	CT-40	김지은	PB-03	민재홍	PC-12
김소연	CT-20	김지은	PB-13	박경수	CT-17
		김진완	PA-31	박경수	PA-10
김수현	PA-26	김창현	PA-23	박경태	CT-20
김수현	CT-12	김채원	CT-58	박경태	CT-21
김승현	CT-57	김채원	PB-04	박길주	PC-12
김승현	PD-20	김택수	CT-16		
김승희	CT-56	김택수	CT-21	박미정	PB-10
김영훈	PB-03	김하나	PA-06	박미정	PB-18
김영훈	PB-04	김한석	CT-36	박미정	PD-07
김영훈	PB-06	김해기	PA-11	박백수	CT-40
김영훈	PB-13	김해기	PC-01	박병현	PA-11
김영훈	PB-17	김현기	PB-11	박병현	PC-01
김예린	PB-21	김현욱	PA-07	박상민	PC-02
		김현욱	PA-13	박서운	PB-05
김용구	CT-06	김혜경	PB-16	박성묵	PB-06

박성호	PA-12	손영옥	CT-30	오창호	CT-38
박수남	PC-12	손찬웅	PA-31	오현우	PB-14
박승빈	PA-22	송수민	PB-09	우메시 기미레	CT-41
박영범	CT-55	송연상	CT-05	우승한	PA-35
박영성	PA-05	송한호	CT-25	우제민	PA-17
박영성	PB-15	신동석	PB-10	우제민	PB-15
박영철	PA-08	신동석	PB-18	우희철	PA-35
박영철	PA-13	신동석	PD-07	우희철	PB-14
박영철	CT-14	신범수	CT-47	우희철	PB-16
박용범	PA-35	신우승	PC-05	원장혁	CT-23
박재량	CT-17	신중옥	PA-12	유경단	CT-05
박준영	PA-18	신중옥	PA-26	유미진	CT-61
박지영	CT-16	신철호	PA-31	유은지	CT-25
박진원	PA-39	심동민	CT-35	유준	CT-01
박천규	CT-09	심재구	CT-15	유준	CT-43
박천규	CT-28	심재명	PD-18	유준	PD-01
박헌수	PB-21	심재진	CT-20	유지인	PA-17
박희재	PA-36	안기홍	CT-05	유지인	PB-15
방병열	PB-12	안낙균	PA-10	유지호	PA-30
배달희	PA-22	안다영	PB-11	유지호	CT-12
배수정	PA-14	안병성	PD-09	유충열	PA-20
배운상	PA-38	안재현	CT-42	윤상준	CT-06
배재흠	PA-21	안희아	PA-32	윤상준	PB-05
배하나	CT-42	양수원	CT-18	윤석재	PC-02
배하나	CT-61	양승규	PA-24	윤재식	CT-19
범희태	PA-38	양연식	CT-52	윤정환	PA-18
		양원	CT-07	윤주영	PA-19
상병인	CT-32	양원	CT-08	윤주호	PA-18
상현정	PB-21	양원	CT-10	윤진호	CT-17
서교	CT-27	양재열	CT-19	윤형철	PA-20
서명원	CT-06	양창원	CT-02	윤혜리	CT-61
서명원	PB-05	양창원	PB-12	이경보	CT-05
서민혜	PC-11	엄성현	PC-11	이귀호	CT-40
서석준	CT-20	염창주	PB-13	이귀호	CT-42
서석준	CT-21	염충섭	PA-12	이기용	PB-01
서선일	CT-05	영창주	PB-03	이다은	PD-17
서성경	PB-20	오건웅	PB-05	이동근	PC-04
서영대	CT-58	오광철	CT-23	이동기	PA-21
서재건	PC-02	오규화	PA-14	이동호	PA-05
서재건	PC-03	오규화	PA-33	이동호	PA-06
서재건	PC-04	오길종	CT-33	이동호	PA-19
서재건	PC-05	오상은	CT-41	이동호	PA-22
서태권	PC-03	오상은	CT-47	이동호	PA-28
선도원	PA-22	오상은	CT-50	이동호	CT-14
설은수	CT-25	오승진	PD-15		
성지연	PD-17	오은석	CT-52	이미정	CT-58
성현제	CT-35	오종혁	CT-34	이미정	PB-04

이민구	PA-39	이창근	PA-13	전종기	PB-20
이민석	PC-11	이창근	CT-14	전충환	CT-54
이민우	PD-12	이창익	PA-32	전충환	CT-55
이상엽	CT-31	이춘범	CT-23	전충환	CT-56
이상현	CT-20	이춘식	PA-12	정광필	CT-18
이성찬	PA-35	이춘식	PA-26	정구희	PA-36
이성찬	PB-14	이태호	CT-51	정다운	CT-16
이성찬	PB-16	이한웅	CT-40	정상문	PD-12
이세영	CT-50	이한웅	CT-42	정성하	PA-30
이수영	PC-11	이한웅	CT-61	정수현	PD-17
이승용	PA-13	이현주	PD-09	정수화	CT-03
이승용	PA-28	이혜진	PB-17	정수화	PB-12
이시훈	PA-30	이혜진	PD-09	정수화	PB-19
이시훈	CT-12			정엠마	CT-40
이신근	PA-23	이호열	PA-14	정의석	PA-31
이영관	PB-01	이호열	PA-33	정인경	PC-02
이영우	CT-06	임경목	CT-21	정인경	PC-03
이영우	PA-01	임동렬	PA-12	정인경	PC-04
이영재	CT-07	임동렬	PA-26	정인경	PC-05
이용운	CT-08	임문순	PA-36	정재용	CT-03
이용진	PB-01	임문혁	PA-31	정재용	PB-19
이우황	CT-04	임민화	PB-10	정철진	PA-39
이은경	PA-01	임민화	PB-18	정태성	PA-38
이은도	CT-03	임민화	PD-07	정호영	PA-23
이은도	PA-09	임병용	PA-10	정호영	PB-10
이은도	PB-12	임성린	CT-24	정호영	PB-18
이은도	PB-19	임영준	PA-30	정호영	PD-07
이은실	PA-24	임영준	CT-12	정희석	PA-32
이은실	PC-06	임용택	PC-12	조강희	PA-01
		임정환	PA-30	조강희	PA-07
이재구	CT-06	임정환	CT-12	조강희	PA-38
이재구	PB-05	임한권	PA-23	조서원	CT-40
이재구	CT-11	임호	CT-54	조성수	PC-11
이재욱	CT-07	장명수	PA-28	조성호	PA-06
이재원	PC-05	장승일	PB-09	조성호	PA-13
이종배	PA-30	장원석	CT-02	조안재	CT-58
이종섭	PA-08	장원석	PB-19	조영민	PB-20
이주경	CT-52	장은석	PC-06		
이주열	PA-11	장재준	CT-25		
이주열	PC-01	장정희	PA-29	조현준	CT-36
이준석	CT-56	장정희	PC-07	조홍민	CT-54
이준혁	PD-19	장정희	PC-08	좌용호	CT-16
이지은	CT-05	장정희	PC-09	주기태	PD-18
이지은	PA-10	장종산	CT-04	주기태	PD-19
이진석	CT-29	전동혁	PA-30	지흥진	PA-21
이찬기	CT-17	전동혁	CT-12	진경태	PA-19
이찬기	PA-10	전수지	PA-09	진길근	PC-04

차영록	CT-05	황동원	CT-04
차재민	PA-12	황영규	CT-04
채인석	PD-17	황용진	PB-09
채태영	CT-07	황정호	PA-09
최경구	PD-15		
최규용	PA-33		
최상현	PA-23		
최상훈	CT-20		
최여진	PA-36		
최영곤	PD-15		
최원재	CT-25		
최원정	CT-16		
최재경	PB-11		
최재형	PA-35		
최재호	PA-36		
최지나	CT-13		
최진식	PA-11		
최진식	PC-01		
최창식	PA-37		
최창식	PA-39		
최창식	PC-08		
최호경	PA-30		
최호경	CT-12		
최희영	PA-37		
하종한	CT-09		
하종한	CT-28		
한기보	PA-29		
한기보	PC-07		
한기보	PC-08		
한기보	PC-09		
한상섭	PA-20		
한상섭	PA-38		
한상진	CT-57		
한상진	PD-20		
한세미	PB-01		
한재길	CT-22		
한재운	PA-23		
허광선	PB-14		
허성규	CT-21		
허수정	PB-20		
홍도영	CT-04		
홍범의	PA-37		
홍범의	PA-39		
홍성제	PB-04		
홍성제	PB-09		
홍성훈	PB-20		
홍현선	PB-21		