

The Korean Society of Clean Technology

2014년 한국청정기술학회 순계 학술발표회 소록집



Electrochemical Method

Nanobio Sensor

Fuel Cell

Nanomaterials

Carbon Nanotube

Surfactant Free

Diesel Emission

Clean Environment

Clean Technology

Inorganic Membrane

Green Synthesis

Seawater Desalination

Uni-Material

Marine Macroalgae

Hydrothermal Process

Biomass

Catalyst

Remediation

Nanoporous Materials

Renewable Energy

Recycling

KSCT 한국청정기술학회
한국청정기술학회
The Korean Society of Clean Technology

2014. 3.27(Thu) - 28(Fri) 여수 경도리조트

주최

한국청정기술학회

후원

LG화학, 국가청정지원센터
부경대 청정생산기술연구소
한국과학기술총연합회

2014년 한국청정기술학회 춘계 학술발표회 초록집



일 시 : 2014년 3월 27일(목) - 28일(금)

장 소 : 여수 경도리조트

주 최 : 한국청정기술학회

후 원 : LG화학, 국가청정지원센터

부경대학교 청정생산기술연구소

한국청정기술학회

The Korean Society of Clean Technology

국가의 미래를 위해 나아갈 길, 청정기술

(사)한국청정기술학회

문서번호 청정기술 2014-23 (2014.02.07)

수신각 기관장

제목 한국청정기술학회 회원출장 의뢰

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 한국청정기술학회 2014년도 봄 총회 및 학술대회를 아래와 같이 개최하오니 본 학회 회원들이 많이 참가할 수 있도록 협조해 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

기간 : 2014년 3월 27일(목) ~ 28일(금)

장소 : 여수 경도리조트

등록비 : 사전등록 정회원A(연회비납부) 80,000원, 정회원B 120,000원

 학생회원A 50,000원, 학생회원B 70,000원

 현장등록 정회원A 100,000원, 정회원B 140,000원

 학생회원A 70,000원, 학생회원B 90,000원

사전등록 : 3월14일(금)까지. 끝.

(사)한국청정기술학회



(151-742) 서울시 관악구 관악로 서울대학교 화학공정신기술연구소 311-416

전화 02-880-1583 / 팩스 02-941-5768 / cleantech@kw.ac.kr / cleantech.or.kr

‘에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합’

존경하는 한국청정기술학회 회원 여러분,



회장 이종협

Jonghep Yu

우리 학회는 1995년 7월에 설립되어 지난 20여년 동안 국내의 청정기술에 관한 정보의 보급 과 학술 교류에 일익을 담당해 왔습니다. 청정기술은 원료의 조달에서부터 제품의 생산, 그리고 사용 후 폐기에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 자원과 에너지를 적게 사용하고 환경오염을 사전에 예방하거나 최소화하는 미래형 기술입니다. 구체적으로는 청정생산공정기술, 청정소재제품기술, 청정부품/제품설계, 재활용기술, 청정환경기술, 청정(대체)에너지기술, 산업생태학, 지속가능경영을 포함하고 있습니다.

학회 설립 이래 11분의 역대 회장님들과 임원진들, 그리고 회원 여러분의 노고와 헌신으로 우리 학회는 짧은 기간 내에 괄목할 만한 발전을 이루었습니다. 학회지 청정기술이 2006년 12월에 한국학술진흥재단(현, 한국연구재단)의 등재후보지에 선정된 후, 회원 여러분의 적극적인 후원에 힘입어 마침내 2009년에 등재지에 선정되었습니다. 2011년부터 학술지의 논문 투고와 심사과정을 온라인화하여 논문 투고 편의를 도모하고 있으며 2012년부터는 국제적 요구 수준에 맞도록 형식과 내용을 과감히 정비해 나가고 있습니다.

우리 학회는 1년에 2회 정기학술대회를 개최하여 청정기술에 대한 학술교류를 기하여 왔으며, 특히 2013년 춘계 학회부터는 개최 장소를 대학교에서 리조트 지역으로 변경하여 1박2일의 학회를 개최하고자 합니다. 이를 통해 회원 상호간의 보다 깊이 있는 정보교류와 친목도모의 장을 제공하고자 합니다. 지난 11대 임원진의 노력으로 시작된 국제청정기술심포지엄, 청정생산기술교육, 온라인 결제시스템, 부문위원회를 계승 발전시켜 회원 여러분께 유익한 정보를 신속히 제공하고 학회지 투고와 학술대회 발표 등을 편하게 하실 수 있도록 노력하겠습니다.

학회라는 하나의 조직이 잘 운영되기 위해서는 무엇보다도 구성원의 열정과 전문성, 그리고 화합이 중요하다고 생각합니다. 앞으로도 우리 학회가 계속 발전할 수 있도록 회원 여러분의 애정 어린 관심과 적극적인 협조를 부탁드립니다.

대단히 감사합니다.



여수엑스포역에서 경도리조트 이동

- 택시로 대경도대합실까지(10분) → 페리로 대경도까지(3분) → 셔틀로 리조트까지(3분)
- 버스(2번)로 구봉중학교앞까지(30분) → 도보로 대경도대합실까지(10분) → 페리로 대경도까지(3분) → 셔틀로 리조트까지(3분)

여수시외버스터미널에서 경도리조트 이동

- 택시로 대경도대합실까지(10분) → 페리로 대경도까지(3분) → 셔틀로 리조트까지(3분)
- 버스(18, 31, 666번)로 구봉중학교앞까지(30분) → 도보로 대경도대합실까지(10분) → 페리로 대경도까지(3분) → 셔틀로 리조트까지(3분)



학회장 주변 숙박 안내



0. 여수경도리조트	전라남도 여수시 경호동 438-1	061-660-1000	이영상 지배인
1. 알프스모텔	전라남도 여수시 봉산동 277-11	061-643-4114	
2. 금창모텔	전라남도 여수시 봉산동 276-10	061-643-2822	
3. 월드파크모텔	전라남도 여수시 봉산동 277-3	061-641-5335	
4. 파파야모텔	전라남도 여수시 봉산동 276-3	061-642-4962	
5. 캐슬모텔	전라남도 여수시 봉산동 275-16	061-643-7795	
6. 에쿠스모텔	전라남도 여수시 봉산동 275-1	061-641-1230	
7. 서린모텔	전라남도 여수시 봉산동 273-1	061-642-0515	
8. 리오모텔	전라남도 여수시 봉산동 260-17	061-642-2582	
9. 나폴리모텔	전라남도 여수시 봉산동 261-21	061-641-6170	
10. 하모니모텔	전라남도 여수시 봉산동 262-5	061-641-4545	
11. 휘가로모텔	전라남도 여수시 봉산동 259-1	061-641-2265	
12. 베니스모텔	전라남도 여수시 봉산동 258-15	061-643-3737	
13. 썬플라워모텔	전라남도 여수시 봉산동 257-12	061-642-4545	



경품 추첨

‘학술발표회의 적극적인 참여를 독려하고자
학술발표회 기간내 2회에 걸쳐서 경품추첨 행사를 진행합니다.
발표자들의 많은 참여 바랍니다.’



i-Pad Mini (16GB Wi-Fi) 4대

참여방법

사전등록 또는 현장등록시에 경품응모권 제출



추첨일시

1차 추첨 : 2014년 3월 27일(목) 17:30 등록데스크에 게시
2차 추첨 : 2014년 3월 28일(금) 17:30 등록데스크에 게시

경품지급

2014년 3월 28일(금) 17:30 총회 (대경도홀B)
단, 총회에 참석한 자에 한하여 경품을 지급합니다.

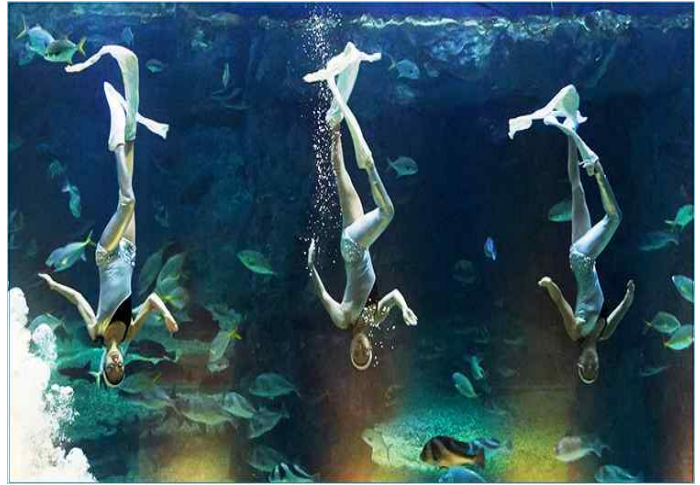


Tour Program

‘오동도·아쿠아플라넷(아쿠아리움 + 박물관은 살아있다)’

2014년 3월 28일(금) 오후 1시~5시

선착순 20명 내외



일 정	1:00	리조트에서 인원 확인 및 출발
	1:30 ~ 2:10	오동도 제방길 및 숲속 산책
	2:10 ~ 2:30	오동도 → 아쿠아플라넷
	2:30 ~ 4:30	아쿠아플라넷 관람
	4:30 ~ 5:00	아쿠아플라넷 → 리조트
참 가 비	개인당 20,000원 (아쿠아플라넷 입장료, 일반은 27,000원)	
접수방법	학술대회 당일 등록 데스크에서 신청 선착순 접수이며, 총회전에 도착하여 총회 참석	
행사진행	이광복 교수 (충남대학교)	



3월27일(목)	대경도홀A	대경도홀B	금호백도홀	초도홍도홀
13:00~14:30	등록			
14:30~15:30	초청강연 서강대 유기풍 총장	포스터 게시		
15:30~17:30	편집위원 워크숍	포스터 발표 Organizer 김영훈 교수		
17:30~18:00	경품추첨			
18:00~20:00	제2차 이사회 (외부)			

3월28일(금)	대경도홀A	대경도홀B	금호백도홀	초도홍도홀
08:30~09:30	등록			
09:30~12:30 (일부 09:10~)	특별세션 산업세정 Organizer 이동기 박사	특별세션 청정석탄 09:10 시작 Organizer 이시훈 박사	일반세션 청정기술 Organizer 이병환 교수	휴게실
12:30~14:00	점심식사			
14:00~17:00 (일부 13:30~)	특별세션 바이오연료및소재 13:30 시작 Organizer 임한권 교수	특별세션 오염저감 Organizer 조용준 교수	일반세션 청정에너지 13:30 시작 Organizer 정종율 교수	성과발표회 환경융합 Organizer 이종협 교수
17:00~17:30	총회 및 경품추첨, 시상식 (대경도홀B)			

※ 안내

1. 일반구두발표 : 20분 (발표 15분, 토의 5분), 학생 15분 발표 (발표 13분, 토의 2분)
2. 포스터발표 : 27일 오후 3시 30분 이전까지 각자 부착하여 전시
☞ Poster 발표시간(15:30-17:30)에는 발표자 정위치
3. 시상 : 학생구두발표 3, 포스터발표 5개를 선정하여 상장 및 상금 수여
(시상식 미참석 시 차순위자 시상)
☞ 구두발표, 포스터발표 시상은 총회(28일 17:30)에서 거행

초청강연

- 일시 2014년 3월 27일(목), 14:30~15:30
- 장소 여수경도리조트 대경도홀A
- Organizer 이종협 교수 (서울대학교)
- 프로그램

진행 : 김영훈 교수 (광운대학교)

- 14:30 **개회사**
이종협 회장 (서울대학교)
- 14:40 **우리나라의 기업가형 대학(Entrepreneurial University) - 서강대학교의 사례를 중심으로**
유기풍 총장 (서강대학교)
- 15:30 Coffee Break

▪ 연사소개



- | | |
|-----------------|--------------------|
| 2013.02~현재 | 서강대학교 총장 |
| 2009.06~2012.08 | 서강대학교 산학부총장 |
| 2008.03~2009.10 | 서강미래기술원 원장 |
| 2008.01~2008.12 | 한국화학공학회 학술부회장 |
| 2007.07~2009.03 | 서강대학교 공학대학 학장 |
| 2007.01~현재 | 한국공학한림원 정회원 |
| 2007.01~현재 | 아시아초임계유체학회 초대회장 |
| 2006.05~현재 | 한국초임계유체학회 초대회장 |
| 2004.09~현재 | 초임계기술연구사업단 단장 |
| 1999.04~2000.05 | 서강대학교 기획처장 |
| 1995.02~1997.01 | 서강대학교 학생처장 |
| 1993.02~1995.02 | 서강대학교 화공생명공학 학과장 |
| 1984.03~ | 서강대학교 화공생명공학 교수 |
| 1983 | 코네티컷대학교 공학박사(국비유학) |
| 2007 | 한국청정기술학회 논문상 |
| 2007 | 대한민국 발명특허 대전 은상 |
| 2000 | 서강대학교 학술상 |
| 1999 | 서강대학교 업적 우수 교수상 |
| 1998 | 한국화학공학회 학술상 |
| 1998 | 한국화학공학회 영문저널 공로상 |

특별 심포지움 산업세정

- 일시 2014년 3월 28일(금), 09:30~12:10
- 장소 여수경도리조트 대경도홀A
- Organizer 이동기 박사 (한국화학융합시험연구원)
- 프로그램

좌장 : 이동기 박사 (한국화학융합시험연구원)

- | | |
|--------------|---|
| 09:30 | (CT-01) 반도체 리소그래피 마스크 세정공정 |
| Invited talk | 박진구 (한양대학교) |
| 09:50 | (CT-02) 메모리 디바이스의 미세 패턴을 위한 세정 공정 고찰 |
| | 황응림 (SK하이닉스) |
| 10:20 | (CT-03) 산업세정기술의 최근 동향 - 전기전자산업을 중심으로 |
| | 배재흠, 이민재, 장윤상 (수원대학교) |
| 10:40 | Coffee Break |

좌장 : 배재흠 교수 (수원대학교)

- | | |
|-------|---|
| 10:50 | (CT-04) 생분해성 친환경 세정제를 이용한 금속가공공정의 이동식 세정 및 세정액회수 장치 개발 |
| | 홍연희, 김석찬 [†] (동원이엠(주), [†] 국민대학교) |
| 11:10 | (CT-05) 친환경 수계/비수계 세정제 개발 및 현장적용 사례 |
| | 이호열, 배수정, 허정무, 김종희, 배재흠 [†] , 이동기 [‡] (에이케이캠텍(주), [†] 수원대학교, [‡] 한국화학융합시험연구원) |
| 11:30 | (CT-06) 강재류 세정용 강알카리 전해이온수 세정시스템 개발에 관한 연구 |
| | 이동기 (한국화학융합시험연구원) |
| 11:50 | (CT-07) 세정산업에서 수처리기술 |
| | 권혁윤 ((주)시노펙스워터) |

특별 심포지움 청정석탄

- 일시 2014년 3월 28일(금), 09:10~12:30
- 장소 여수경도리조트 대경도홀B
- Organizer 이시훈 박사 (한국에너지기술연구원)
- 프로그램 석탄 소비세 부과에 따른 석탄연구기금 조성방안 및 청정석탄기술

좌장 : 이시훈 박사 (한국에너지기술연구원)

09:10 **(CT-11) 석탄 개별소비세 부과에 따른 석탄 연구기금 조성 계획안**

Invited Talk 정 헌 (한국에너지기술연구원)

09:35 **(CT-12) 선진국의 석탄 정책 및 석탄 R&D 관리현황**

전충환 (부산대학교)

10:00 **(CT-13) 발전용 석탄 사용 현황 및 석탄 소비세 부과가 미치는 영향**

김성철 (한전 전력연구원)

10:25 **(CT-14) 국내 청정석탄 기술 연구개발 현황 및 전망**

유영돈, 윤용승 (고등기술연구원)

10:50 **(CT-15) 석탄연구기금 활용방안**

이원학 (강원발전연구원)

11:15 Coffee Break

좌장 : 박진원 교수 (서울과학기술대학교)

11:30 **(CT-16) 순환유동층 연소로의 석탄-바이오매스 혼소 특성에 대한 전산해석**

이 찬, 이준우⁺, 권안규⁺, 김민수⁺ (수원대학교, ⁺한국동서발전)

11:50 **(CT-17) 국내 석탄화력발전소에서의 저품위 석탄 사용 영향 평가연구**

최석천, 채태영, 이재욱, 문태영, 강기섭⁺, 양 원 (한국생산기술연구원, ⁺성균관대학교)

12:10 **(CT-18) 차압 제어방식의 공급장치 적용 석탄 슬러리 가스화 운전 특성**

정석우, 전동환, 정기진, 이진욱, 윤용승, 김상도⁺, 이시훈⁺ (고등기술연구원, ⁺한국에너지기술연구원)

특별 심포지움 바이오연료및소재

- 일시 2014년 3월 28일(금), 13:30~17:00
- 장소 여수경도리조트 대경도홀A
- Organizer 임한권 교수 (대구가톨릭대학교)
- 프로그램

좌장 : 유 준 교수 (부경대학교)

13:30 **(CT-20) Pilot-scale Production of Bioethanol from Lignocellulosic Biomass**

Invited talk 최기욱 (창해에탄올)

13:50 **(CT-21) Clean production of biofuels and chemicals from microalgae**

이운열 (경희대학교)

14:10 **(CT-22) 해조류 기반 바이오 리파이너리의 개념설계**

유 준 (부경대학교)

14:30 **(CT-23) 바이오에탄올로부터 부타디엔 제조 기술 현황**

채호정, 김태완, 김철웅, 정순용 (한국화학연구원)

14:50 **(CT-24) 바이오화학제품의 국제 인증제도**

김상용, 조재훈 (한국생산기술연구원)

15:10 Coffee Break

좌장 : 임한권 교수 (대구가톨릭대학교)

15:20 **(CT-25) 해조류 바이오매스 유래 바이오가스 생산공정의 상용화 요소기술**

송민경, 우희철 (부경대학교)

15:40 **(CT-26) 국내외 바이오연료 정책동향**

민경일^{†*}, 임의순[†], 하종한[†], 나병기[‡] ([†]한국석유관리원 석유기술연구소, [‡]충북대학교)

16:00 **(CT-27) Bioethanol steam reforming reaction in a catalytic membrane reactor**

임한권 (대구가톨릭대학교)

16:20 **(CT-28) 비응축성 모사가스를 이용한 *Pinon pine*의 열중량 특성 및 열분해반응 속도**

김승수, Alok Shenoy[†], Foster A. Agblevor[†] (강원대학교, [†]유타주립대학교)

16:40 **(CT-29) *Milkweed*의 열중량 분석과 급속 열분해반응 특성**

김승수, Foster A. Agblevor[†] (강원대학교, [†]유타주립대학교)

특별 심포지움 오염저감

■ 일시 2014년 3월 28일(금), 14:00~16:40

■ 장소 여수경도리조트 대경도홀B

■ Organizer 조용준 교수 (신안산대학교)

■ 프로그램

좌장 : 길인섭 박사 (시흥녹색환경지원센터)

14:00 **Invited talk** (CT-31) 시화산단 대표업종별 오염방지시설의 효율검증을 위한 방지시설의 전·후단 오염물질 분석 연구

이영우, 박희재[†], 길인섭[†] (충남대학교 녹색에너지기술전문대학원, [†]시흥녹색환경지원센터)

14:20 (CT-32) 알루미늄계 슬러지를 활용한 악취제거 흡착제 제조연구

최돈혁, 이택수 (한국수자원공사)

14:40 (CT-33) 센서를 활용한 사업장 악취배출량 산정 방안

정의석, 손찬웅, 김준철, 길인섭 ((주)엔버스 부설기술연구소)

15:00 (CT-34) Industrial applications of kapok fibers

Runkai Wang[†], 신철호, 박시호, 유문희[†] (서해환경과학연구소, [†]전북대학교)

15:20 Coffee Break

좌장 : 신철호 박사 (서해환경과학연구소)

15:30 (CT-35) 바이오디젤 폐수의 고온 호기성 처리 방법 연구

황열순, 이돈길, 정성모 ((주)한독이엔지)

15:50 (CT-36) 폐염화철 재생 및 구리회수를 위한 청정 전해공정 개발

박용호, 김영진, 송정호, 강신춘, 김이철[†], 이 강[†] (한양대학교, [†]화백엔지니어링)

16:10 (CT-37) 살초제 atrazine에 의한 미세조류의 생물학적 축적 및 생물학적 분해

학생 Akhil N. Kabra, 이민선, El-Sayed Salama, M. Shatheesh Kumar, 전병훈 (연세대학교)

16:25 (CT-38) Effect of mine drainage on nutrient removal and biochemical properties of microalgae cultivated in concentrated municipal wastewater

학생 지만규, El-Sayed Salama, Akhil N. Kabra, 전병훈 (연세대학교)

일반 심포지움 청정기술

- 일시 2014년 3월 28일(금), 09:30~12:35
- 장소 여수경도리조트 금호백도홀
- Organizer 이병환 교수 (계명대학교)
- 프로그램

좌장 : 이병환 교수 (계명대학교)

- | | |
|---------------------|---|
| 09:30 | (CT-40) 바이오리파이너리에서의 청정기술의 새로운 역할 |
| Invited talk | 김상용 (한국생산기술연구원) |
| 09:50 | (CT-41) 열분해에 의한 폐인조대리석으로부터 유용한 자원의 화학적 재활용
선양곤, 주세영, 조지훈, 나세준, 최우빈, 이용순 [†] (경상대학교, [†] (주)알앤이) |
| 10:10 | (CT-42) 전자빔 조사에 의한 축산 액비 적용 탄소화합물 복합 초흡수제의 특성 향상
학생 성윤기, 김병수, 김준영 [†] , 김탁현 [†] , 이병환 (계명대학교, [†] 한국원자력연구원) |
| 10:25 | (CT-43) DME 생산공정에서 메탄올을 이용한 이산화탄소 제거 공정 연구
학생 노재현, 김동선, 조정호 (공주대학교) |
| 10:40 | (CT-44) LCO₂로부터 발생하는 BOG 측정 실험 및 동적 모사기를 활용한 비교 연구
학생 박진우, 김동선, 고민수 [†] , 조정호 (공주대학교, [†] 삼성중공업(주)) |
| 10:55 | Coffee Break |

좌장 : 서양곤 교수 (경상대학교)

- | | |
|-------|--|
| 11:05 | (CT-45) SNG 합성공정에서 Diethanolamine 수용액을 이용한 고농도 CO₂ 제거공정의 설계
학생 조두희, 김동선, 조정호 (공주대학교) |
| 11:20 | (CT-46) 인시투 메틸화반응을 통한 합성가스 전환반응에서 화학평형 극복
학생 이지혜, 최예슬, 이정규 (동아대학교) |
| 11:35 | (CT-47) 추출제 D2EHPA와 TBP를 Polysulfone으로 고정화한 비드를 이용하여 수중의 스트론튬 이온 제거
학생 박정민, 이민규 (부경대학교) |
| 11:50 | (CT-48) CNG 인젝터의 성능 평가에 대한 실험적 연구
학생 장영석, 이은도, 오광철 [‡] , 신병철 [‡] , 최석천 (한국생산기술연구원, [†] 자동차부품연구원, [‡] 주식회사 씨지에스) |
| 12:05 | (CT-49) 기-고 순환 유동층에서 극미분 철광석 입자의 비산특성 해석
학생 임관희, 이동현 (성균관대학교) |
| 12:20 | (CT-50) 기체유속에 따른 다중벽 탄소나노튜브 응집체들의 수력학적 특성
학생 정승우, 이재훈, 이동현 (성균관대학교) |

일반 심포지움 청정에너지

- 일시 2014년 3월 28일(금), 13:30~16:45
- 장소 여수경도리조트 금호백도홀
- Organizer 정종율 교수 (충남대학교)
- 프로그램

좌장 : 정종율 교수 (충남대학교)

13:30	(CT-51) Recent Research Trends on Polymer Sensor and Organic Photovoltaic Devices Invited talk 이창렬 (고등광기술연구소, 광주과학기술원)
14:10	(CT-52) 합성가스로부터 발열반응이 수반된 촉매반응공정의 개발 현황 강석환, 류재홍, 김진호, 김효식, 이운조 [†] , 전기원 [†] (고등기술연구원, [†] 한국화학연구원)
14:30	(CT-53) 생태 효율성을 이용한 화학섬유 산업의 기후변화 대응과 효과 분석 박재형, 김정인 [†] ((주)웨코스, [†] 중앙대학교)
14:50	(CT-54) 단열반응기를 이용한 SNG 생산 메탄합성 파일럿 공정 운전 류재홍, 강석환, 김진호, 정기진, 이지은, 김효식, 유영돈, 김광준 [†] (고등기술연구원, [†] 포스코)
15:10	Coffee Break

좌장 : 조철희 교수 (충남대학교)

15:20 학생	(CT-55) 폐열을 이용한 발전사업 문제점 및 개선방안 손희철, 김정훈, 김정인 (중앙대학교)
15:45 학생	(CT-56) 하이브리드 석탄을 이용한 고농도 석탄 슬러리 제조에 관한 연구 박주형 ^{†*} , 배종수 [†] , 이동욱 [†] , 이영주 [†] , 박세준 [†] , 홍재창 [†] , 김정근 [†] , 한 춘 [‡] , 박태준 [‡] , 최영찬 [†] ([†] 한국에너지기술연구원, [‡] 광운대학교, [*] 한국과학기술정보연구원)
16:00 학생	(CT-57) 철 산화물 매개체를 통한 FeF₃/C 복합체의 제조 및 전기화학적 특성 연구 김재경, 염대훈, 오창일, 이정규 (동아대학교)
16:15 학생	(CT-58) Optimization Study of Pressure Swing Distillation for the Separation Process of a Maximum Boiling Azeotropic System of Water-Ethylenediamine Alyssa Marie Fulgueras, Leah Jessica, 김동선, 조정호 (공주대학교)
16:30 학생	(CT-59) 바이오에탄올 무수에탄올 정제를 위한 추출증류공정에서 2기의 증류배열과 3기의 증류배열 사이의 에너지 소비 비교 Wu Xuefei, 김동선, 조정호 (공주대학교)

성과발표회 환경융합

- 일시 2014년 3월 28일(금), 14:00~16:20
- 장소 여수경도리조트 초도홍도홀
- Organizer 이종협 교수 (서울대학교)
- 프로그램 나노기술 기반 폐글리세롤 및 폐락틱산/숙식산 활용 고부가가치 바이오 화합물 제조 촉매 기술 및 공정 개발

좌장 : 하정명 박사 (한국과학기술연구원)

14:00 **환경융합과제 개괄**
이종협 (서울대학교)

14:10 **(CT-61) 글리세롤로부터 프로판다이올 및 바이오고분자 생산기술 개발**
윤양식, 박홍석, 이경록, 이종협 (서울대학교)

14:30 **(CT-62) 글리세롤의 산화탈수반응을 통한 아크릴산 생산 기술 개발**
박홍석, 윤양식, 이경록, 이종협 (서울대학교)

14:50 **(CT-63) Chemical conversion of biomass-derived carbohydrates into furanic compounds**
조진구 (한국생산기술연구원, 과학기술연합대학원대학교)

15:10 Coffee Break

좌장 : 조진구 (한국생산기술연구원, 과학기술연합대학원대학교)

15:20 **(CT-64) Heterogeneous selective oxidation of 5-hydroxymethyl-2-furfural (HMF) into 2,5-diformylfuran catalyzed by in situ oxidative vanadium on activated carbon in MIBK, extracting solvent for HMF**
Churchil Angel Antonyraj, 조진구 (한국생산기술연구원)

15:40 **(CT-65) Catalytic conversion of spent soybean oil to hydrocarbon fuels in supercritical fluids**
김석기, 하정명, 김재훈[†] (한국과학기술연구원, [†]성균관대학교)

16:00 **(CT-66) 바이오매스유래 숙식산/락틱산을 원료로 한 고부가가치 촉매공정 개발**
홍웅기, 이종협, 송인규 (서울대학교)

포스터 발표 (1)

에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합

- 일시 2014년 3월 27일(목), 15:30~17:30
 ※오후 3시 30분까지 포스터 게시, 오후 6시 이후 포스터 제거
 - 장소 여수경도리조트 대경도홀B + 복도
 - Organizer 김영훈 교수 (광운대학교)
 - 프로그램 포스터 일반 (PA) 및 학생 (PB)
-
- PA-01 굴패각, 석탄회 및 굴착잔토를 이용한 무다짐 처리공법용 뒷채움재 개발**
 김창준, 김민진, 왕 설, 박경원, 이재주[†], 이상호[†], 김성배 (경상대학교, [†]삼흥토건)
 - PA-02 실증 전기화학반응기 최적 설계 위한 전기장에 의한 폐수 유동 특성**
 송형운, 한성국, 정희숙, 박상민[†] (고등기술연구원, [†]에스엠아이(주))
 - PA-03 발전소 바닥재 및 CO₂ 활용에 의한 건자재 생산 및 안정화기술에 대한 연구**
 한기보, 홍범의, 장정희, 정철진, 최창식 (고등기술연구원)
 - PA-04 CO₂ 흡착모듈기반 건물환기시스템을 위한 O₂ 분리농축용 PSA 시스템 설계/운전인자**
 한기보, 장정희, 정철진, 최창식, 이주열[†], 박병현 (고등기술연구원, [†](주)애니텍)
 - PA-05 Mo계 금속담지촉매 상 수소화반응에 의한 석탄 내 유기물 전환특성**
 한기보, 장정희, 정철진, 최창식, 박노국[†], 이태진[†], 강미숙 (고등기술연구원, [†]영남대학교)
 - PA-06 통합연소로 연소특성을 파악하기 위한 열유동 해석**
 송형운, 한성국, 장은석, 박상민[†] (고등기술연구원, [†]에스엠아이(주))
 - PA-07 Ethanol-Benzene 공비혼합물의 분리를 위한 압력변환 증류공정의 전산모사**
 박회경, 박균영, 김동선, 조정호 (공주대학교)
 - PA-08 비점분리기술을 활용한 섬유코팅공정의 폐 톨루엔 회수/정제 연구**
 박준형, 강민석[†], 류승한, 신동훈, 조영호[†], 김경호[‡], 이상현 (다이텍연구원, [†]씨티에이(주), [‡]대구 EIP사업단)
 - PA-09 Optimal Cleaning Methods of Spent Plastic Fillers from Industrial Cooling Towers**
 김문현, 이효상, 신용훈 (대구대학교)
 - PA-10 해양 기반 바이오연료 생산 공급망의 설계 및 운영의 연구 방향**
 류준형 (동국대학교)

포스터 발표 (2)

에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합

- PA-11 **Hydrolyzate Produced of Collagen Isolated from Mackerel Skin and Bone by Subcritical Water Hydrolysis Contain Amino Acids with Antioxidant Activities**
A. K. M. Asaduzzaman, 전병수 (부경대학교)
- PA-12 **Determination of Fucoxanthin and Fatty Acid Composition of Saccharina japonica Extract using Different Solvent**
A. S. M. Tanbirul Haque, 우희철, 전병수 (부경대학교)
- PA-13 **알지네이트로부터 유기산 생산에 관여하는 혐기성 발효 미생물 군집 분석**
선지윤, 이성찬, Hong Duc Pham, 송민경, 우희철 (부경대학교)
- PA-14 **A Study of Super-Oil Absorbent Materials Based on Kapok**
이영희, 이은진, 배유미, 김한도 (부산대학교)
- PA-15 **자동분리 및 세정장치를 이용한 폐PET스크랩 재활용 기술개발**
서재건, 정인경, 강석진[†], 강민형[†] (한국산업단지공단 경북사업단, [†](주)진영케미칼)
- PA-16 **화학적 방법을 적용한 페리튬 2차전지 코발트(Co) 추출 기술 개발**
서재건, 정인경, 서명수[†], 정연구[†] (한국산업단지공단 경북사업단, [†](주)백셀)
- PA-17 **페타이어를 이용한 미세분말형 TPV(고무플라스틱) 원료 개발**
정인경, 김봉석[†], 윤상필[†], 서재건 (한국산업단지공단 경북사업단, [†]다성)
- PA-18 **고로부생가스 회수 CO₂를 이용한 드라이아이스 세정 기술**
정인경, 이효권[†], 김현순[†], 서재건 (한국산업단지공단 경북사업단, [†](주)CTA)
- PA-19 **Life cycle assessment (LCA) 기법을 이용한 마그네슘 용탕보호 방법들에 관한 환경성 평가**
김경일, 홍태환[†], 윤영옥, 김세광, 임현규 (한국생산기술연구원, [†]한국교통대학교)
- PA-20 **A Study on Production of 5-hydroxymethyl-2-furfural from Fructose Syrup using a Bio-based Solvent and catalyst**
김보라, 조진구 (한국생산기술연구원)
- PA-21 **악취물질저감을 위한 처리기술**
박진원 (서울과학기술대학교)
- PA-22 **에너지 절감형 미세회로구조 제조용 석판 기술의 개발**
박진원, 박민정 (서울과학기술대학교)
- PA-23 **물분해전지용 수소생산 특성향상을 위한 산소생성반응 금속산화물 촉매 연구**
김남인, 조성화, 소인섭, 이내성, 서용호, 김기범, 박준영 (세종대학교)

포스터 발표 (3)

에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합

- PA-24 **나노 및 마이크로 은 입자의 습식제조**
조대철, 이인형, 권성현[†] (순천향대학교, [†]경상대학교)
- PA-25 **금속이온이 분산된 저등급석탄 지지체 촉매를 이용한 톨루엔의 촉매적 스팀 개질**
김수현, 유지호 (한국에너지기술연구원)
- PA-26 **제올라이트 3A, 4A, 5A, 13X 에서 탈착압력이 CO₂/N₂ 혼합기체의 주기적 파과거동에 미치는 영향**
문종호, 심중보[†], 박영철, 이종섭, 민병무 (한국에너지기술연구원, [†]충남대학교)
- PA-27 **기포 유동층 반응기에서 건조된 석탄의 열분해 특성**
박재현, 선도원, 배달희, 류호정, 이승용, 문종호, 신종선, 박재혁[†], 김기영[‡] (한국에너지기술연구원, [†]연세대학교, [‡]충남대학교)
- PA-28 **기포 유동층 건조장치와 스팀 유동층 건조장치의 건조 효율 비교**
박재현, 선도원, 배달희, 진경태, 이승용, 주지봉, 신종선, 박재혁[†], 김기영[‡] (한국에너지기술연구원, [†]연세대학교, [‡]충남대학교)
- PA-29 **용융염 전해질 기반 전기화학적 암모니아 합성**
윤형철, 형찬희, 유충열, 주종훈, 유지행, 김종남 (한국에너지기술연구원)
- PA-30 **다양한 유지를 이용한 고품위화 석탄의 성형 특성 연구**
전동혁, 박인수, 임영준, 김상도, 유지호, 최호경, 임정환, 이시훈 (한국에너지기술연구원)
- PA-31 **저온 산화법을 이용한 석탄등급에 따른 자연발화 특성 분석**
조완택, 최호경, 김상도, 유지호, 전동혁, 임정환, 임영준, 이시훈 (한국에너지기술연구원)
- PA-32 **NMP 용매추출에 의해 제조된 무회분 석탄의 회분 함량 특성**
최호경, 조완택, 김상도, 유지호, 전동혁, 임정환, 임영준, 이시훈 (한국에너지기술연구원)
- PA-33 **Feasibility Study of Geothermal-VMD Hybrid Process**
박기호, 김진현, 김혁수, 김경남, 양대륙 (고려대학교)
- PA-34 **풍화원유오염토양의 가스화기술 원료적합성 평가**
김재환, 신민철[†], 조창용[†], 김한석[†], 신욱균[†], 배은주[‡] (포항공과대학교, [†]에이치플러스에코(주))
- PA-35 **폐식용유로부터 초임계 촉매 융합공정을 이용한 차세대 바이오디젤 생산기술 개발**
공성욱, 이준학, 배양원, 하정명[†] (인우코퍼레이션, [†]한국과학기술연구원)
- PA-36 **나노구조 코발트 및 주석 산화물의 주형합성: 이차전지 음극활물질 응용을 위한 구조 조절**
서경주, 장민수, 안성미, 남성주, 고창현 (전남대학교)

포스터 발표 (4)

에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합

- PA-37 **바이폴라막을 이용한 물분해 전기투석**
권세환, 김지선, 강수연, 김가영, 신현수[†], 김정식[†], 임지원 (한남대학교, [†](주)테크원)
- PA-38 **Estimation of green house gas emission from wastewater treatment pant by batch reactor analysis**
김동진, 이원규[†], 김현기, 임병호 (한림대학교, [†]강원대학교)
- PA-39 **지반복원을 위하여 대수층에 도입된 공기의 유동경로 제어 및 측정**
김현기, 김주영 (한림대학교)
- PA-40 **UV경화형 아크릴계 유리보호용 코팅제의 산가가 박리특성에 미치는 영향**
양지우, 서야영, 우승한, 이철우 (한밭대학교)
- PA-41 **온실가스배출량 저감을 위한 CNG버스 적정성에 관한 연구**
정진도, 최연석, 변태욱, 성운진, 김준환 (호서대학교)
- PA-42 **준수계 세정에서의 PCB 건조에 관한 연구**
이동기 (한국화학융합시험연구원)
- PA-43 **강재 부품류 세척에서 초강 알칼리 전해이온수 recycling 및 활용성 연구**
이동기 (한국화학융합시험연구원)
- PA-44 **롯데케미칼연구의 청정미래 사업**
서영종, 강종원, 김왕규 (롯데케미칼연구소)
- PA-45 **SiC 슬러지 나노입자의 물성에 미치는 기계적 분쇄 조건의 영향**
윤범진, 박은진, 홍성제, 김용성[†], 조숙철[‡] (전자부품연구원, [†]서울과학기술대학교, [‡](주)비에이치세미콘)
- PA-46 **은 나노선을 이용한 터치 센서용 투명전극의 특성**
홍성제, 김종웅, 광민기, 송창현, 양대근, 주병권[†], 손혜란[‡], 노치형[‡], 이성복[‡] (전자부품연구원, [†]고려대학교, [‡](주)네패스중앙연구소)
- PA-47 **재생 ITO를 이용한 Ag 나노와이어와의 하이브리드 투명전극 특성**
홍성제, 차승재, 손용근[†], 최동철[†], 홍태환[‡], 이종건[‡] (전자부품연구원, [†]성균관대학교, [‡](주)나노엘에스아이)

포스터 발표 (5)

에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합

PB-01	The influence of anti-solvent in $K_2CO_3/KHCO_3$ solution for crystallization-based CO_2 capture process 김교희, 홍원희, 김종남 [†] , 김종득 (카이스트, [†] 한국에너지기술연구소)
PB-02	Photocatalytic organic dye degradation using electronic structure modified graphitic carbon nitride (g-CN) 이선욱, 이은주, 전영시, 장용근, 홍원희 (KAIST)
PB-03	탈질설비 후단 미반응 암모니아 제거를 위한 선택적 산화촉매의 반응특성에 관한 연구 김기왕, 이상문, 권동욱, 원종민, 홍성창 (경기대학교)
PB-04	진공증류를 이용한 폐인조대리석에서 회수한 원 MMA의 정제 주세영, 조지훈, 나세준, 최우빈, 서양곤, 이용순 [†] (경상대학교, [†] (주)알앤이)
PB-05	차동펄스 전압전류법을 이용한 다공성 골드 전극의 수은 및 비스페놀A 센싱 강민제, 이상돈, 김영훈 [†] , 이병환 (계명대학교, [†] 광운대학교)
PB-06	기능화 된 메조포러스 실리카와 그래핀의 혼합물질 전극을 이용한 수용액상 비스페놀A 검출 및 제거 권진우, 이병환 (계명대학교)
PB-07	Bifunctional 촉매 (Pt/Al-SBA-15)를 이용한 피셔트롭쉬 왁스의 수소첨가분해 반응 서명기, 이대원, 이관영 (고려대학교)
PB-08	Comparative study of extractive and azeotropic distillation process for IPA dehydration Manish Porhrel, 김동선, 조정호 (공주대학교)
PB-09	Comparative study of extractive and azeotropic distillation process for ethanol dehydration Roshan Ghimire, 김동선, 조정호 (공주대학교)
PB-10	다양한 아민 흡수제를 이용한 산성가스 제거 성능 비교 김정환, 김지윤, 조정호 (공주대학교)
PB-11	암모니아 순환식 반응기(Ammonia Circulation Reactor(ACR))를 이용한 옥수수대의 효소 당화율 향상 이경길, 김태현 (공주대학교)
PB-12	Adsorption of CO_2 on Amine grafted $\gamma-Al_2O_3$ 박종현, 서희민 [†] , 박용기 [†] , 고영수 (공주대학교, [†] 한국화학연구원)

에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합

- PB-13** 그래핀 담지 촉매시스템을 이용한 그래핀/폴리에틸렌 나노 복합체 합성
신정섭, 이정숙, 고영수 (공주대학교)
- PB-14** Multilayer graphene/polyethylene nanocomposite produced by in-situ polymerization with graphene-supported metallocene catalyst
이정숙, 신정섭, 고영수 (공주대학교)
- PB-15** 금/황화카드뮴 화합물의 광촉매적 특성
박지훈, 김영훈 (광운대학교)
- PB-16** 금/은 나노입자를 이용한 중금속이온 검출용 색센서의 개발
성화경, 김영훈 (광운대학교)
- PB-17** 중금속 검출용 Dithizone 기능화 된 색센서 제조
신현호, 김영훈 (광운대학교)
- PB-18** 에탄올 산화를 위한 종이기반 다공성 골드 제조
오승윤, 김지은, 김영훈 (광운대학교)
- PB-19** 다중 코어-셸을 이용한 4-니트로페놀의 환원반응
정의석, 김우식[†], 김영훈 (광운대학교, [†]경희대학교)
- PB-20** 산처리법을 이용하여 페타겟으로부터 재생된 인듐-주석-산화물의 환경성 평가
이영상, 장민혁, 이원희, 홍태환 (한국교통대학교)
- PB-21** 습식환원법으로 제조한 실버 나노 잉크의 환경성 평가
이영상, 이명진, 신현만, 홍태환 (한국교통대학교)
- PB-22** 고용량 리튬이차전지 음극 소재로서 망간산화물이 담지된 다공성 탄소구체의 제조 및 전기화학적 특성 연구
염대훈, 최재호, 변우진, 이정규 (동아대학교)
- PB-23** 경방향족 탄화수소 제조를 위한 다환방향족 화합물의 선택적 수소화 연구
최예슬, 이지혜, 신재욱, 이정규, 강동일[†], 강흥중[†], 송찬주[†] (동아대학교, [†]S-oil주식회사)
- PB-24** 산화처리된 활성탄을 이용한 초저유황 경유의 흡착탈황
Hoang Phuoc Ho, 이소연, 김재곤[†], 박조용[†], 우희철 (부경대학교, [†]한국석유관리원)
- PB-25** 혐기성 발효 공정에서 수열처리한 알지네이트 농도가 유기산 생산에 미치는 영향
Hong Duc Pham, 선지윤, 이성찬, 허광선[†], 송민경, 우희철 (부경대학교, [†]경남정보대학교)

포스터 발표 (7)

에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합

- PB-26** **Antioxidant activities measurement of brown seaweed (*Sargassum honen*) hydrolyzate by subcritical water**
Yin Shipeng, 우희철, 전병수 (부경대학교)
- PB-27** **염분 변화에 따른 가스 하이드레이트의 상평형 이동에 관한 연구**
김아람, 정국, 정재훈, 원용선, 이제근, 이태윤, 임준혁 (부경대학교)
- PB-28** **추출제 D2EHPA와 TOPO를 Polyvinyl alcohol에 고정화한 PVA-D2EHPA/TOPO로 수중의 구리 이온 제거**
박정민, 이민규 (부경대학교)
- PB-29** **라만 분광학과 분자모델링을 이용한 해수 내의 붕소 제거에 관한 연구**
엄기현, 김민경, 원용선 (부경대학교)
- PB-30** **톨루엔, 아세톤, 메틸메르캅탄으로 구성된 2성분 증기의 광축매 분해특성**
전진우, 이민규 (부경대학교)
- PB-31** **PSf/D2EHPA/CNT 비드의 제조 및 스트롬튬 이온의 제거특성**
전진우, 김성학, 이민규 (부경대학교)
- PB-32** **PSf/Al(OH)₃ 비드의 제조 및 불소 이온의 제거특성**
전진우, 이민규 (부경대학교)
- PB-33** **석탄 바이오매스 혼소에 따른 연소 특성 연구**
Lkhagvadorj Shagdarsuren, 김상인, 이병화, 전충환[†] (부경대학교, [†]부산대학교)
- PB-34** **Phenothiazine-Phthalimide계 전도성 고분자의 합성 및 치환된 Alkyl Side-chain이 OPV device 특성에 미치는 영향**
유한솔, 윤대희, 우제완, 박용성 (상명대학교)
- PB-35** **C5 유분을 활용한 di(2-ethylhexyl)-5-norbomene-2,3-dicarboxylate의 합성 및 가소제로서의 특성 분석**
윤대희, 유한솔, 박용성, 우제완 (상명대학교)
- PB-36** **Synthesis of 2,5-furandicarboxylicacid (FDCA) and its di-ester from galactaric acid**
Nhan Huynh Thanh Thien, 조진구 (한국생산기술연구원)
- PB-37** **수용액 상에서 MnO₂에 담지된 루테늄 촉매에 의한 5-히트록시메틸-2-푸르푸랄(HMF)의 산화반응**
문다솜, 설용건[†], 조진구 (한국생산기술연구원, [†]연세대학교)

에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합

- PB-38** 바이오매스 유래물질의 맞춤형 탈수반응을 위한 비시널 디올로부터 에폭사이드 유래 물질 생성
김태용, 백자연, 송찬경, 윤양식, 박대성, 한정우[†], 이종협 (서울대학교, [†]서울시립대학교)
- PB-39** 패턴화를 통한 고전압 슈퍼커패시터 시스템
남인호, 김길표, 박수민, 한정우[†], 이종협 (서울대학교, [†]서울시립대학교)
- PB-40** 3차원 중형기공 탄소물질의 개발 및 목질계 바이오매스 전환을 통한 당알코올 생산기술에의 응용
박대성, 윤다님, 윤양식, 김우식[†], 이종협 (서울대학교, [†]경희대학교)
- PB-41** 전도성 탄소 네트워크 제조 및 슈퍼커패시터 전극으로서 응용
박수민, 유영근, 남인호, 배성준, 이종협 (서울대학교)
- PB-42** Hydrothermal depolymerization of alginate into organic acids under subcritical conditions
반충현, 전원진, 송인학, 김도희 (서울대학교)
- PB-43** 수치해석을 통한 리튬 이온 전지 활물질 특성 평가
배성준, 송현돈, 남인호, 김길표, 이종민, 이종협 (서울대학교)
- PB-44** 글루코오스 발효액을 이용한 1,3-부타디엔 생성 반응
백자연, 김태용, 송찬경, 이종협 (서울대학교)
- PB-45** 가시광의 효율적 에너지 전환을 위한 플라즈모닉 코어-셸 나노구조체
윤성주, 김용화, 이수영, 송현돈, 이종협 (서울대학교)
- PB-46** 열린 기공 구조를 갖는 브뤼스टे드 산촉매의 제조 및 글리세롤 탈수반응에의 적용
윤다님, 김태용, 박대성, 윤양식, 한정우[†], 이종협 (서울대학교, [†]서울시립대학교)
- PB-47** 계층구조를 갖는 나노크기의 고체산촉매 제조 및 응용
윤양식, 박홍석, 윤다님, 박대성, 김태용, 백자연, 이경록, 이종협 (서울대학교)
- PB-48** 사용된 담배필터를 재활용한 기공성 탄소제조 및 슈퍼커패시터 성능평가
이민재, 김길표, 송현돈, 박수민, 문원균, 이종협 (서울대학교)
- PB-49** Complete oxidation of methane in catalyst-plasma hybrid reaction system
이희수, 박건우, 이재하, 김도희 (서울대학교)
- PB-50** BiFeO₃-TiO₂ 이종접합구조 제조 및 태양광 물분해 특성평가
주호용, 최우영, 이준봉, 서용호, 김기범, 박배호[†], 최택집 (세종대학교, [†]건국대학교)

포스터 발표 (9)

에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합

- PB-51** **탄화수소계 세정제의 물성 및 세정성능 평가**
엄가운, 정원준, 차재용, 배재흠, 이민재, 장윤상 (수원대학교)
- PB-52** **알루미늄 소재에 대한 nPB와 DCP 세정제의 부식성 저감 방안 연구**
이준성, 원바다, 배재흠, 이민재, 장윤상 (수원대학교)
- PB-53** **1,3-Propylene glycol을 이용한 친환경 태양열매체유 개발**
이준성, 장성화, 명 도[†], 성경환 (수원대학교, [†](주)태원시스켐)
- PB-54** **전기아크로를 이용한 코발트 제련공정에서 발생한 슬래그의 특성과 슬래그 잔골재의 활용 특성**
남형욱, 이혁재, 박경봉, 김태희 (안동대학교)
- PB-55** **CCS 연계를 위한 스팀 유동층 건조 장치에서 스팀의 온도가 저등급 석탄 건조율에 미치는 영향**
김기영, 이영우, 박재혁[†], 선도원[‡], 배달희[‡], 문종호[‡], 이동호[‡], 신종선[‡], 박재현[‡] (충남대학교, [†]연세대학교, [‡]한국에너지기술연구원)
- PB-56** **기포 유동층 건조기와 순환 유동층 건조기의 건조 특성 분석**
박재혁, 이창하, 선도원[†], 배달희[†], 이창근[†], 조성호[†], 박영철[†], 신종선[†], 김기영[‡], 박재현[‡] (연세대학교, [†]한국에너지기술연구원, [‡]충남대학교)
- PB-57** **교량 결빙방지 시스템을 위한 발열장치 발열 효율성에 관한 수치해석 연구**
김경매, 정진도, 구경완, 최원근 (호서대학교)
- PB-58** **유동층 반응기에서 목질계 바이오매스(Red-Oak)의 촉매 분해에 의한 바이오-오일 생산 연구**
이경환, 이진혁, 최용석, R.C. Brown[†], B.H. Shanks[†] (한국에너지기술연구원, [†]아이와주립대)
- PB-59** **Synthesis of sintering, coking-resistant silica-coated nickel catalyst for dry reforming of methane reaction**
박준성, 한정우, 이현주 (연세대학교)
- PB-60** **반응증류탑을 이용한 포름산공정의 열통합 설계**
Felicia Januarlia Novita, Hao-Yeh Lee[†], Feng Wei, Le Cao Nhien, 김경민, Le Quang Minh, 이문용 (영남대학교, [†]대만국립과학기술대학교)
- PB-61** **반 정적 챔버 조건하에 강의 메탄 배출과 수집의 최적화 기술 연구**
Feng Wei, Riezqa Andika, Yuli Amalia Husnil, Le Cao Nhien, 이문용 (영남대학교)

에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합

- PB-62** 수경재배의 오염물제거를 위한 초미세여과 멤브레인 적용
Gregorius Rionugroho Harvianto, Heru Susanto[†], I Nyoman Widiasta[†], Feng Wei, Le Cao Nhien, 김경민, Le Quang Minh, 이문용 (영남대학교, [†]디포노고로대학교)
- PB-63** 열통합 방법을 이용한 납사 스프리터 증설
Le Quang Minh, Feng Wei, 최봉구, 김경민, 이문용 (영남대학교)
- PB-64** MVR를 이용한 아세톤 메탄올 분리 연구
Le Cao Nhien, 최봉구, 김경민, Riezqa Andika, Yuli Amalia Husnil, 이문용 (영남대학교)
- PB-65** 300MW급 IGCC 실증플랜트 합성가스 처리공정의 운전성 연구
Riezqa Andika, 최봉구, Yuli Amalia Husnil, Le Cao Nhien, 전진희, 이문용 (영남대학교)
- PB-66** 배치타입의 반응 증류탑 시뮬레이션 모델링
Wahid Ali, Mohd. Shariq Khan, Yus Donald Chaniago, Mudassir Hasan, Riezqa Andika, Le Cao Nhien 이문용 (영남대학교)
- PB-67** 액화공정의 에너지 검토를 위한 정상상태의 최적 분석
Yuli Amalia Husnil, 최봉구, Le Cao Nhien, Wei Feng, Riezqa Andika, 이문용 (영남대학교)
- PB-68** SMR 냉각 사이클을 이용한 에너지 절약형 증류탑
Yus Donald Chaniago, Mohd Shariq Khan, Riezqa Andika, Wahid Ali, 최봉구, 이문용 (영남대학교)
- PB-69** 수정된 축 하향 방법을 사용한 천연가스 처리공장 최적화
 김경민, Mohd Shariq Khan, 박진호, Wahid Ali, 최봉구, 이문용 (영남대학교)
- PB-70** 금속산화물 종류에 따른 NF₃ 촉매분해 특성
 김용술, 최희영, 지찬태, 이태훈, 성연백, 박노국, 이태진, 장원철[†] (영남대학교, [†](주)코켓)
- PB-71** 디젤 연료 개질을 위한 촉매 지지체 개발
 성연백, 이태훈, 김용술, 지찬태, 최희영, 박노국, 이태진 (영남대학교)
- PB-72** 메탄올-요소 반응계로부터 생성되는 최적의 디메틸카보네이트 합성
 지찬태, 박노국, 김용술, 최희영, 성연백, 이태훈, 이태진, 강석환[†] (영남대학교, [†]고등기술연구소)
- PB-73** 진공증류를 이용한 폐감광액 회수
 최봉구, Yus Donald Chaniago, Riezqa Andika, Wahid Ali, 구기갑[†], 이문용 (영남대학교, [†]서강대학교)

포스터 발표 (11)

에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합

- PB-74** Power generation characteristics of a sandwich-type self-heating thermoelectric generator
신수진, 손효주, 윤한라, 윤혜진, 위대현 (이화여자대학교)
- PB-75** Cr(VI) 이온 제거용 Pd-Fe₃O₄ 합성 및 특성평가
손연선, 박인수[†], 정강섭[†], 허윤혜, 원동신, 김필 (전북대학교, [†]한국 지질자원연구원)
- PB-76** 밀집도 분석을 통해 본 국내 바이오매스 에너지 잠재량
신지훈, 국진우, 김예라, 이시훈 (전북대학교)
- PB-77** Methanol preparation from water soluble cellulose by Fenton type radical reaction
김주일, 이주현, 김대근, 이인화 (조선대학교)
- PB-78** Bioalcohol preparation with chemically saccharified glucose from methyl cellulose by *Zymomonas mobilis*
박서진, 서정은, 이인화 (조선대학교)
- PB-79** Emerging chinese emission trading scheme and prospects for implementing northeast asian emission trading scheme
김현아, 박현준, Zixin Wei (중앙대학교)
- PB-80** One-pot synthesis of high magnetization FeCo nanoparticles by modified polyol process and effect of ultrasound irradiation
Rambabu Kuchi, Chi Hieu Luong, 이경민, Thanh Son Vo, 이예림, 정종율 (충남대학교)
- PB-81** Study on magnetic resonance of metal/insulator/metal artificial magnetic structures
Thanh-Son Vo, Hieu Luong Chi, 정종율 (충남대학교)
- PB-82** RF magnetron sputtering 방식으로 증착한 gadolinium gallium garnet (GGG)기판 위의 yttrium iron garnet (YIG) 박막의 구조적, 자기광학적 특성 연구
이경민, 이예림, 정종율 (충남대학교)
- PB-83** Roto탄 Char의 열분해 온도 (300 - 900 °C)에 따른 가스화 반응 연구
공용진, 임영준, 임정환, 이영우[†], 이시훈, 유지호 (한국에너지기술연구원, [†]충남대학교)
- PB-84** 촉매를 이용한 Samwha탄과 Drayton탄의 최-이산화탄소 가스화 반응특성 연구
김상겸, 황순철, 조종훈, 김정수, 이도균, 이상현, 이시훈[†], 유지호[†], 이영우 (충남대학교, [†]한국 에너지기술연구원)
- PB-85** 고압고온 유동층 열중량 분석기를 이용한 K/Mg계열 건식흡수제의 이산화탄소 흡수 특성 변창기, 임효빈, 권순진, 류호정[†], 조두용, 이광복 (충남대학교, [†]한국에너지기술연구원)

포스터 발표 (12)

에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합

- PB-86** Kinetic model을 이용한 인도네시아 갈탄의 CO_2 촉매가스화 반응특성연구
이도균, 김상겸, 황순철, 김정수, 이시훈[†], 이영우 (충남대학교, [†]한국에너지기술연구원)
- PB-87** 원유회수증진을 위한 국내산 ASP용액의 염도 변화에 따른 상 거동 연구
이상현, 김상겸, 배위섭[†], 이영우 (충남대학교, [†]세종대학교)
- PB-88** 염료감응형 태양전지의 효율향상을 위한 Rutile TiO_2 나노로드 길이성장 연구
임효빈, 권순진, 변창기, 황택성, 이광복 (충남대학교)
- PB-89** 산업부산물을 재활용한 무시멘트 콘크리트의 역학적 특성
이종원, 장영일, 배준영, 조두용, 김정환[†] (충남대학교, [†]한일에코산업)
- PB-90** 등온상태에서 알칼리 염류가 첨가된 Eco탄의 char-CO_2 가스화의 반응특성
황순철, 김상겸, 이도균, 이시훈[†], 이영우 (충남대학교, [†]한국에너지기술연구원)
- PB-91** CFD분석을 통한 여과집진기 탈진 보조장치의 최적형상 개발에 대한 연구
금영호, 서혜민, 민윤식[†], 박재홍[†], 정유진[‡], 손병현 (한서대학교, [†]금강씨앤티, [‡]씨이테크)
- PB-92** 폐석고로부터 침강성 탄산칼슘 회수
서혜민, 금영호, 박형숙 (한서대학교)
- PB-93** 에너지 절감을 위한 조명기기 효율향상에 관한 연구
오경학, 정진도, 황승민, 정윤정 (호서대학교)
- PB-94** 최적효율을 고려한 고체산화물 연료전지시스템의 운전조건에 관한 연구
정진도, 신태용, 조환성, 김장우, 변태욱[†], 김성후[†] (호서대학교, [†]신흥대학교)
- PB-95** Synthesis of nanosize silicalite-1 zeolite particle and the application to membrane preparation
Si Gui Hu, Pankaj Sharma, 한문희, 조철희 (충남대학교)
- PB-96** CHA 제올라이트 분체 합성 및 CO_2 기체 흡착 특성
김민지, Pankaj Sharma, 한문희, 조철희 (충남대학교)
- PB-97** 순수한 RHO 제올라이트 입자 합성 및 작은 기체 흡착
김범주, Pankaj Sharma, 한문희, 조철희 (충남대학교)
- PB-98** 다른 종류의 용매를 이용한 ZIF-8 입자 합성과 특성 비교
김영진, 한문희, 조철희 (충남대학교)

포스터 발표 (13)

에너지, 환경 그리고 청정기술과의 융합

- PB-99** NaA 제올라이트의 입자크기가 수증기 흡착에 미치는 영향
송주섭, Pankaj Sharma, 한문희, 조철희 (충남대학교)
- PB-100** NaY 제올라이트 막 제조 및 기체투과거동 연구
정수정, Pankaj Sharma, 한문희, 조철희 (충남대학교)
- PB-101** 초음파 공정에 의한 은-세리아 복합 촉매 합성 및 특성 분석
차다솜, 유충열[†], 유지행[†], 한문희, 조철희 (충남대학교, [†]한국에너지기술연구원)
- PB-102** Extraction of Carnauba Wax and Polyvinyl Acetate in Supercritical Carbon Dioxide
Elvina Fitrisia, Kaikai Chen, Thi Toan Nguyen, Van Chin Tran, 심재진 (영남대학교)
- PB-103** Controlled synthesis of porous Co₃O₄ micro/nanostructures and their photocatalysis property
Jiarui Huang, Kaikai Chen, Thi Toan Nguyen, 심재진 (영남대학교)
- PB-104** Preparation of Block Copolymer of Methyl Methacrylate and Vinyl Acetate by Successive Atom Transfer Radical Mechanism
Chen Kaikai, Muhammad Naoshad Islam, Van Chinh Tran, 심재진 (영남대학교)
- PB-105** 3D TiO₂/Graphene and Ag-TiO₂/Graphene nanocomposite aerogels with enhanced photocatalytic activity
Xiaofeng Fan, Dain Kharismadewi, Trung Hieu Tran, 심재진 (영남대학교)

특별세션
산업세정

3월 28일(금) 09:30~12:10

대경도홀A

반도체 리소그래피 마스크 세정공정

박진구

한양대학교 재료공학과

반도체 제조 기술이 발전함에 따라 반도체 소자의 크기는 점점 작아지고 성능은 더욱 향상되고 있다. 이처럼 반도체 소자의 고집적화에 따라 현재 최소 선폭은 20 nm대로 감소하였으며, 미세 패턴 형성의 중축을 담당하는 포토리소그래피(photo-lithography) 기술의 발전이 요구되고 있다. 포토마스크는 반도체 칩이나 메모리 등의 제작에 중요한 역할을 하게 되며 포토마스크의 품질에 따라 반도체 소자의 품질이 좌우된다. 포토리소그래피 공정 시 광원에 의한 노광 에너지 증가로 인해 마스크 표면에 남아있는 잔류 이온들간의 반응으로부터 생성된 결함인 헤이즈(haze)가 발생한다. 이러한 마스크 표면 결함은 반도체 소자 수율 감소의 직접적인 원인이 되므로 이러한 표면 오염물을 제거하기 위한 포토마스크 표면 세정공정에 대한 연구가 많이 진행되어 왔다 [1, 2].

기존 포토리소그래피의 미세화 한계를 극복하기 위해 차세대 리소그래피 기술로 13.5 nm 파장을 가지는 극자외선(extreme ultraviolet)을 광원으로 이용한 EUV 리소그래피 공정이 개발되어 양산에 적용하기 위한 연구가 진행되고 있다. 기존의 포토리소그래피는 투과형 마스크를 적용하여 패턴을 전사하였지만, EUV 리소그래피 기술은 EUV 광원을 마스크 표면에서 반사하여 패턴을 전사하는 반사형 마스크를 적용하고 있다 [3]. EUV 광원을 이용하기 위해 고진공의 챔버내에서 진행되지만, 고에너지의 EUV 광원에 의해 hydrocarbon이 EUV 마스크 표면에 형성되어 carbon 오염물이 발생하게 되고 이것은 웨이퍼 상에 패턴 전사 시 패턴 크기의 변화를 유발하게 된다 [4]. 또한 포토마스크는 얇은 박막 형태의 펠리클을 적용하여 마스크 표면에 오염입자가 부착되는 것을 방지하여 마스크의 lifetime을 증가시키지만, EUV 리소그래피 공정에서는 EUV 광원의 흡수로 인해 펠리클 적용이 어려워 EUV 마스크 제작 및 EUV 리소그래피 공정 중 발생된 표면 오염물 제거를 위한 세정공정이 매우 필요하다. EUV 마스크 세정공정에 사용되는 화학약액 및 물리적 세정기구에 의해 마스크 표면의 결함이 발생하게 되면 EUV 광원의 반사도 변화로 인해 미세 패턴 형성이 어려운 문제점들이 발생하고 있어 마스크 표면에 손상 없이 오염물을 제거하는 세정공정에 대한 연구가 매우 중요하다 [5].

따라서 본 발표에서는 마스크 표면상에 존재하는 오염입자 및 유기 오염물을 제거하기 위한 마스크 세정공정의 전반적인 이해와 EUV 마스크 표면 손상을 최소화 하며 표면 오염물 제거를 위한 EUV 마스크 세정기술에 대해 설명하고자 한다.

참고문헌

1. Choi, J., Lee, H., Jung, J., Cha, B. C., Woo, S.-G., and Cho, H., Proc. of SPIE, **6607**, 660709(2007).
2. Marmilion, P., Trybula, W., and Grenon, B., Proc. of SPIE, **5567**, 506(2004).
3. Wu, B., and Kumar, A., J. Vac. Sci. Technol. B, **25**, 1743(2007).
4. Lee, S., Doh, J. G., Lee, J. U., Jeong, C. Y., Lee, D. G., Rah, S., and Ahn, J., Curr. Appl. Phys., **11**, S107(2011).
5. Lee, S., Kang, B., Kim, M., Ahn, J., Cho, H., Lee, H., and Park, J.-G., Jpn. J. Appl. Phys., **51**, 096503(2012).

메모리 디바이스의 미세 패턴을 위한 세정 공정 고찰

황응림

SK 하이닉스 미래기술연구원

메모리 반도체 제조 공정에서 미세 패턴 형성시 적용되는 세정액은 전통적인 RCA standard chemical[1,2]을 기본적으로 사용하고 있으나, 메모리 소자의 성능 향상을 위해 새로운 재료의 적용이 점점 증가하고 있는 추세이므로 종래의 RCA standard chemical을 대체할 수 있는 cleaning chemical 개발은 매우 중요하다. 새로운 재료를 건식 방법(dry etch)으로 패턴을 형성하면서 생기는 post-etch polymer를 효과적으로 제거하는 cleaning chemical 개발과 함께 chemical 처리 후에 필연적으로 적용되는 DIW(deionized water)를 사용하는 rinse와 IPA(isopropyl alcohol)를 사용하는 dry 공정에 의해 미세 패턴이 무너지는 현상도 시급히 해결되어야 한다. 미세 패턴은 이종의 여러 필름들이 연속적으로 증착된 stack 구조인 경우도 있어서 cleaning chemical에 의한 필름간 wet etch loss 차이는 미세 패턴의 무너짐을 더욱 취약하게 하므로 wet etch loss 선택비가 낮은 chemical 개발도 필요하다. 미세 패턴 무너짐을 방지하기 위한 방법으로 cleaning chemical 자체 개발도 중요하지만 세정 장비의 hardware 변경으로도 가능하고 종래에 사용하고 있는 rinse/dry chemical을 변경하는 방법으로도 가능할 수 있다[3].

최근까지는 반도체 소자를 위한 대부분의 세정 공정은 미세 입자(particle) 제거하기 위한 세정 장비의 디자인 변경 혹은 chemical 개발에 집중하였으나, 앞으로는 미세 패턴의 collapse 혹은 leaning을 방지하기 위한 rinse/dry 기술 개발이 더 중요할 수도 있다. 문헌에 자세히 보고되고 있지는 않으나 rinse 공정에 사용하고 있는 DIW는 표면 장력이 크므로 패턴의 표면을 소수성으로 대체하거나 DIW 자체의 표면 장력을 줄여주는 첨가제의 개발이 chemical 업체, 세정 장비 업체 및 chip maker가 공동으로 활발하게 연구되고 있다. 세정의 마지막 스텝인 dry 공정은 주로 IPA가 사용되고 있는데, 표면 장력을 줄이기 위해 상온보다 높은 온도에서 IPA를 적용하거나 표면 장력이 이론적으로 zero인 SCCO₂(SupercriticalCarbonDioxide)에 대한 연구도 보고되고 있다[4].

본 발표에서는 메모리 디바이스 제조 공정에서 일반적으로 적용하고 있는 세정액과 세정 mechanism에 대해 공유하고 향후 미세 패턴의 무너짐을 방지하기 위한 일련의 세정, rinse 및 dry 공정에 대해 간략히 설명하고자 한다.

참고문헌

1. Inomata, C. R., et al., *J. Electrochem. Soc.*, **143**, 2995(1996).
2. Kashkoush, I. et al. "In-situ chemical concentration control of RCA water cleaning and HF etching of SiO₂ processes", Conference Proceedings-Annual Semiconductor Pure Water and Chemicals Conference, 2, 65-80(1997).
3. Ogawa, Y., *Solid State Phenomena*, **195**, 7(2013).
4. Korzenski et al., *Diffusion and Defect Data Pt. B : Solid State Phenomena*, 103-104, 193(2005)

산업세정기술의 최근 동향 - 전기전자산업을 중심으로

배재흠*, 이민재, 장윤상[†]
수원대학교 화학공학과, [†]수원대학교 기계공학과

Recent Trends of Industrial Cleaning Technology in Electric and Electronic Industry

Jae Heum Bae*, Min Jae Lee, Yoonsang Chang[†]
Department of Chemical Engineering, The University of Suwon
[†]Department of Mechanical Engineering, The University of Suwon

전기전자산업이 발전함에 따라 트랜지스터, 콘덴서, 저항장치 등 여러 부품이 소형화(miniaturation)되고 집적화되며 이들 부품간의 간극이 작아지면서 부품의 안전성과 신뢰성의 향상이 중요한 문제로 대두되고 있다. 또한 인쇄회로기판(printed circuit board)과 부품간에 solder paste를 사용하여 접합하는 땀질과정(soldering process)에서 ROHS, REACH 등 국제적인 환경기준 강화로 납을 사용하지 않는 무연땀질공정(lead-free soldering)의 사용이 의무화가 됨에 따라 Reflow soldering process 후에 부품의 안전성과 신뢰성의 향상을 위하여 잔류 오염물들의 철저한 세정이 이루어져야한다.

납땀 공정 후에 제거되어야할 오염물들은 solder process, solder flux, soldering temperature에 따라 달라지며 이들 잔류 오염물질들을 제거하기 위하여 수계, 준수계, 비수계 세정제 등 여러 가지 세정제가 사용되고 있고 개발되어지고 있다.

본 연구에서는 전기전자산업에서 발생하는 여러 가지 오염물질들과 이들 물질을 세정하기 위해 최근에 개발되고 상용화된 환경친화적인 수계 및 비수계 세정제들의 물성과 세정성능, 그리고 이들 세정제들의 유지관리와 재활용 방법들을 조사 분석하였다. 또한 전기전자부품 조립공정시에 고품질을 유지하면서 생산량을 최대화할 수 있는 적정 solder paste 선정방법을 알아보았다. 그리고 세정 후에 세정이 얼마나 잘 되었는지를 결정하는 정량분석방법과 세정 후에 어떠한 잔류물질이 남아있는지를 HPLC, FTIR, IC, GC-MS 등의 정밀분석기기를 이용하여 측정할 수 있는 방법을 조사하였다.

참고문헌

1. Lee et al., "A Study on Formulation of Surfactant-free Aqueous Cleaning agents and Evaluation of Their Physical Properties and Cleaning Ability," *Clean Technology*, 19(3), 219-225 (2013).
2. Bixenman, M., "A New Cleaning Agent Design for Removing No-Clean Lead-free Flux Residues," *IPC Outlook* (20 Jan 2014).
3. Vivari, J. "3 Steps to Successful Solder Paste Selection," *IPC Outlook* (01 May 2013).
4. Petrie, E., "The Evolution of Bio-based Green Solvents," *Metal Finishing*(13 July 2011).
5. Yang et al., "A Study on Cleanliness Evaluation for the Cleaning of Flux Contaminants utilizing HPLC in Electric and Electronic Industries," *Proceedings of 2012 KSCT Fall Meeting*.
6. Song et al., "Analysis of Organic Contaminants utilizing GC-MS in Industrial Cleaning," *Proceedings of 2013 KSCT Spring Meeting*.

CT-04 산업세정

생분해성 친환경 세정제를 이용한 금속가공공정의 이동식 세정 및 세정액회수 장치 개발

홍연희, 김석찬 (동원이엠(주), †국민대학교)

Development of Eco-Metal cleaning process with biodegradable cleaning agent and recycling

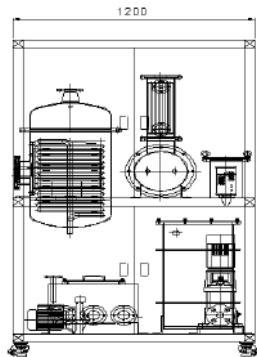
Yeonheui Hong, Seok-Chan Kim[†]

Dongwon EM Co., Ltd., †Kookmin University

산업세정 분야에서 '87년 오존층 파괴 물질 생산 및 사용을 규제한 몬트리올 의정서를 시작으로 기술선진국 등에서는 청정생산 개념이 정착되어 원료도입 및 제품생산, 폐기물 및 부산물의 재 자원화, 생태계로 폐기될 때까지의 전 과정에서 환경오염물질을 원천적으로 방지하고 폐해를 최소화하여 환경보전과 제조원가 절감을 동시에 추구하는 Win-Win 전략의 사전예방 경영기법을 도입하여, 이들 개념을 기술 장벽 화하여 무역규제 수단으로 삼고 있다.

오존층 파괴를 일으키는 염소계 및 할로젠계 세정제인 CFC-113, 1,1,1-TCE, PCE, HCFC, MC 등이 있으며 이들 모두는 폐액으로 인한 2차적인 환경오염문제와 대기 및 수질을 통한 인체유해 문제로 그 사후처리가 매우 어렵고 비용이 막대하게 소요되는 심각한 문제점을 가지고 있다. 이러한, 문제를 해결하기 위하여 일본에서는 90년대 후반부터 탄화수소계 세정제를 개발하였으나 인화점이 상온에서 형성되어 화재로 인한 문제점이 대두되었고, 세정장치는 탄화수소계의 세정공정 특성상 4~5조의 다조식으로 이루어져 있어 에너지 소비가 삼하다. 가격 또한 복잡한 장치로 인하여 매우 비싸고, 표준품의 제작이 어려우며, 세정공간을 많이 차지하는 등 개선해야할 문제점들이 많았다.

본 연구에서 인체·화재에 대한 안전성이 크며 친환경적인 혼합 조성물계 세정제의 개발 및 이를 사용할 수 있는 이동식 표준형의 세정장치, 폐 세정용제를 연속 재생하여 무방류 하는 친환경 재생장치를 개발하여 소개하고자 한다. 연구방법은 생분해성이 우수하며 세정효과가 높은 친환경 일반용제 및 탄화수소계 용제들을 선정하고 이들의 물성을 최적화 하여 공비혼합물을 제조하였다. 간이 세정장치를 이용하여 인발유, 절삭유 및 태핑유 등의 금속가공유에 대한 세정도를 평가하였다.



감사의 글

본 발표내용은 환경부 환경산업선진화기술사업 중 차세대에코이노베이션기술개발사업의 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.(과제번호 : E12-00015-0002-0)

친환경 수계/비수계 세정제 개발 및 현장적용 사례

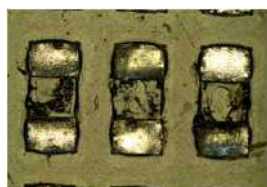
이호열, 배수정, 허정무, 김종희, 배재흠*,[†] 이동기[‡]
에이케이캠텍(주), 수원대학교,[†] 한국화학융합시험연구원[‡]

Development of eco-friendly aqueous/non-aqueous cleaner and their application in the field

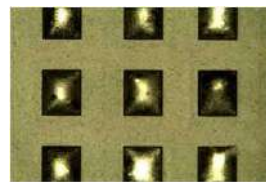
HoYeoul Lee, SooJeong Bae, JungMoo Heo, JongHee Kim, JaeHeum Bae[†], DongKee Lee[‡]
AK ChemTech Co. Ltd., The University of Suwon,[†]Korea Testing & Research Institute[‡]

전기전자, LCD, LED, 반도체 등의 산업현장에서는 제조공정 중 발생하는 오염원을 제거하기 위해 여러 종류의 세정제들을 사용하고 있다. 이들 세정제들은 산업발전과 함께 정밀세정이 더욱 요구되고 있으며 환경친화적인 세정제로 전환하고 있는 상황이다. 세정제의 구분은 크게 수계와 비수계로 나눌 수 있는데, 수계 세정제인 경우 낮은 COD를 유지하거나 계면활성제가 함유되지 않은 세정제들이 유럽, 미국 등에서 개발 되어 산업현장에서 사용하고 있는 상황이다. 비수계 세정제인 경우 VOC와 GWP가 낮거나 없는 세정제들이 개발되고 있다.

본 연구에서는 세정성과 환경적인 측면을 고려하여, 수계/비수계 세정제를 개발하였으며, 이들의 물성과 세정 성능을 평가하였으며, 산업현장의 적용사례를 소개하고자 한다.



세정전



세정후

참고문헌

1. Bae, J. H., "Alternative Cleaning Agents and Alternative Cleaning Technologies for ReplacingCFC", *Prospectives of Industrial Chemistry*, **8**(2), 25~40(2005).
2. 이동기, "솔더페이스트에 혼합된 플렉스의 땀납후 표면 잔류 플렉스에 대한 세정액내 오염물의 농도 증가에 따른1,1,1-TCE와 몇가지 대표 준수계 대체세정액의 세정성능 평가 연구", 한국청정기술학회 총회 및 추계학술 발표회, 2008.

CT-06 산업세정

강재류 세정용 강알카리 전해이온수 세정시스템 개발에 관한 연구

이동기

한국화학융합시험연구원

A study on the development of the highly alkali ionized water cleaning system for steel based cleaning items

Dong-Kee Lee

Korea Testing & Research Institute

부식 발생이 쉬운 탄소강 등 철재료의 세정에는 1,1,1-TCE, TCE 등 염소계 용제와 탄화수소계 등 유기용제가 세정제로 많이 사용되어 지고 있다. 1,1,1-TCE는 2014년 말 사용 및 생산이 금지되고 TCE는 독성이 강해 인명사고들이 발생하고 있으며, 2013년 11월 27일 미국 캘리포니아주 환경보건유해평가국(OEHHA, Office of Environmental Health Hazard Assessment)은 생식독성을 이유로 TCE(Trichloroethylene)을 Proposition 65(the safe Drinking water and toxic enforcement act of 1986)목록에 추가 등재할 예정이다. 탄화수소계 등의 유기용제는 독성면에서 안전하나 비점이 높아 원활한 재생을 위하여 감압시스템이 필요하며 세정속도가 느리며, 탄화수소계의 특성상 인화성이 높아 화재의 위험성이 높다. 수계는 인체에 안전하나 폐수 발생 및 부식 문제가 있다. 따라서 환경친화적이며 안전하여 세정속도가 빠른 신세정시스템의 개발이 필요하게 되었고 이에 pH 13의 강알카리 전해 이온수를 이용한 강재 세정 시스템의 개발을 연구하게 되었다. 초음파를 이용하여 강알카리 전해이온수로 탄소강재질 강재류 피세정물에 대해 세정Test를 진행하였고, 세정액 recycling을 통한 연구를 진행하였으며 세정 후 부식발생 여부를 관찰하였다.

참고문헌

1. Lee, D. K., Han, S. W., Kim, I. K., "A study on the Treatment and Recycling of Rinse Water Containing Flux when Semi-Aqueous Cleaner is used in HIC Board Cleaning", Korea Society of Environmental Engineers, 25(7), pp.823-831(2003).
2. Lee, D. K., Lee, T. J., You, H. Y., Hong, Y. H., "A Study on the Removing Efficiency of Alkaline Electrolyzed Water", 한국청정기술학회 춘계 학술발표회 논문집, pp.166-169(2010).

감사의 글

본 발표내용은 중소기업청 제조현장녹색화기술개발사업의 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.(과제 번호 : S2022163)

세정산업에서 수처리기술

권혁윤
(주)시노팩스워터

Water Treatment for Cleaning Industry

Heoug-Yoon Kweon
SYNOPEXWATER INC.

산업의 고도화에 따라 토목 건축 산업의 발달, 습지의 축소, 용수이용 산업의 확대 등으로 세계의 수자원이 날로 심각한 오염 뿐 아니라 수자원의 부족 또한 심각한 실정인어서 세계적으로 이러한 위기의 대책으로 각종 수자원의 보전, 개발, 재이용에 관심을 갖고 노력을 기울이고 있다.

반도체산업, 철강 산업, 자동차 산업 등 산업 전반 분야에서 세정은 중요한 공정으로 자리 잡고 있으며 필수적으로 세정에 적합한 수질의 수자원이 요구되고 사용한 용수는 폐수로 유발되어 환경오염 뿐 아니라 용수 부족에 일조한다.

세정산업에 사용되는 물은 탁도, 경도, 전도도, 미생물, 유기물 및 각종 오염물질이 제어된 물을 사용하여야 하고 세정 후에 배출되는 폐수는 계면활성제, 유기물, 오일 성분이 함유되어 재이용에 문제시되고 있어 산. 학.연에서 재이용에 관한 기술개발이 이루어 지고 있고 실용화가 진행 중에 있어, 고도화된 재이용으로 수자원의 확보 및 환경오염의 방지를 추구 하고 있으며, 이로서 용수의 재이용, 폐수발생 억제, 세정의 고 효율성 등이 실현되어 환경오염방지 뿐만아니라 원가절감의 실현으로 관련산업의 경쟁력을 한층 높일 수 있다.

세정액의 수질에 적합한 정수 및 폐수 재이용의 기술로 분리막(정밀여과막, 한외여과막, 역삼투막)을 이용하고, 이온교환수지(양이온, 음이온), 활성탄(AC), UV 등으로 적절히 조합할 경우 고순도의 용수로 사용 가능한 공정이 구비될 수 있다.

즉, 탁도, 미생물 및 오일성분을 제거하기 위해 정밀여과막(MF), 한외여과막(UF)을 사용하고 전도도, 경도의 해결을 위해 이온교환수지(I/EX) 또는 역삼투막(RO)을 사용하고 유기물 및 취기물질을 제거하기 위해 활성탄 또는 역삼투막을 사용한다.

각 공정요소의 사양선정 또한 중요한 인자이며 그예로 분리막을 사용할 경우 원수 및 요구되는 처리수의 수질에 따라 분리막의 종류, 재질 및 기공 등이 고려되어야 최적의 재이용장치가 구현될 수 있다.

또한 세정액에 용존된 기체가 존재할 경우 용존기체의 영향으로 세정에 악영향을 미치는 결과를 초래하여 용존기체를 제거하여야 하는데 이러한 탈기의 방법으로는 기계적인 방법과 아황산소다 등의 환원제를 사용하는 방법이 있다.

최근 공법으로 기계적인 방법 중에 분리막을 사용하여 수중 7ppm의 산소농도를 2ppm로 탈기하여 각종금속세정에 효과적으로 사용하고, 더 효과적으로는 2ppb까지 감소시켜 반도체공정 등에 사용되고 있다.

특별세션
청정석탄

3월 28일(금) 09:10~12:30

대경도홀B

CT-11 청정석탄

석탄 개별소비세 부과에 따른 석탄 연구기금 조성 계획안

정헌

한국에너지기술연구원

Planning Study on Establishment of Coal Research Fund

Heon Jung

Korea Institute of Energy Research

정부에서 추진중인 발전용 유연탄에 1kg당 18원의 개별소비세를 적용할 경우 연간 5,900억원의 세수가 예상되며, 현재 에너지복지에 사용을 계획하고 있다. 석탄세 부과에 따라 약 2%의 발전요금 상승이 예상됨에 따라 결국 국민이 부담하는 형태이다. 세수의 일부를 국민 전체의 이익을 위해 사용하는 방안의 하나로 석탄사용의 치명적인 약점을 보완하는 청정화 기술 개발을 들 수 있다. 연구기관을 중심으로 세수의 일부를 석탄연구기금으로 활용하는 논리를 개발하는 작업을 수행하고 있고, 그 초안을 소개하고자 한다.

선진국 석탄정책 및 석탄 R&D 관리 현황

전충환

부산대학교 기계공학부(화력발전에너지센터)

Coal Policy and Status of Coal R&D in Advanced Countries

Chung-Hwan Jeon

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

미국석탄시장은 2008년 경기침체와 Shale Gas 영향으로 석탄화력 총발전량의 15% 감소하였고, 수명이 도래한 64 Units Retrofit 물량 중 절반이상 복합화력으로 전환하였다. 중국의 경우는 Shale Gas 매장량은 2 위이나 지층의 굴곡으로 인해 개발에 10년 이상 소요할 것으로 예상되고, 특히 우리와 유사한 에너지 환경을 가진 일본의 경우 석탄정책은 저급탄 사용을 늘리고 있고, 특히 UBC, HWT를 이용한 고품위화후 자국으로 수송하는 정책을 기본으로 하고 있다.

각국의 석탄정책 및 지원에 대한 총괄기관으로서 일본의 경우 JCOAL의 역할을 이해하는 것이 매우 중요하다. 일본은 이미 1965년부터 자국의 석탄채굴 중심의 석탄공사를 석탄에너지센터로 전환하고, 그후 JCOAL을 설립하여 석탄산업의 모든 주체가 한자리에 모여 정책, 장기적인 R&D 계획, 기술보급, 연구 해외시장 진출의 첨병역할을 담당하고 있다. 특히 중국내 Retrofit 시장에 JCOAL을 중심으로 Financing을 포함하는 제작사, 운영사가 사업을 수주하고 있다.

미국은 EPRI 산하에 CURC(Coal Utilization Research Council)을 운영하고 있으며, 산업체 연구기관 탄광 등 모든 석탄산업이 참여하는 기관으로 국내기술을 해외에 보급하는데 상당한 기여를 하고 있는 실정이다.

특히 앞에서 언급한 것과 같이 우리와 유사한 에너지 환경을 가진 일본 JCOAL(Japan Coal Energy Center)을 심도있게 연구해 보는 것은 의미가 있다. JCOAL은 석탄에 관한 기술개발, 사업화지원, 기술의 보급, 이전, 인재육성을 실시하여, 국제적인 석탄공급의 증대와 지구환경에의 대응을 통하여 국가 에너지의 안전공급과 산업경쟁의 건전한 발전에 기여하는 것을 목적으로 설립되었다. 약 116여개 단체 (Special member (16사), Class 1 member (14사), Class 2 member (30사), Class 3 member (56사)) 등으로 구성되어 있으며, 석탄공급사, 전력관련 기업, 발전사, 설비업체, 연구소등 석탄 관련 산업 총 망라되었다.

정부의 지원금과 참여기관의 보조금으로 재원을 마련하고 있으며 특히 한국과는 다르게 제작사에서 많은 투자가 이루어져 운영되고 있는 모델이다. 내부적인 이사회는 정부의 석탄정책에 관여한 전문행정가, 퇴임한 산업체(제작사, 운영사 등) 임원이 이사장등으로 파견되어 운영에 참여함으로써 JCOAL은 실제적인 일본의 석탄 관련 기관이 모여 통합된 형태의 기관이다. 초기의 일본석탄협회에서 석탄기술연구소, 석탄이용종합센터를 거치면서 오늘날의 JCOAL로 이르게 되었다.

현재 국내의 경우 전체발전량의 40%, 연간 8천만톤 이상을 사용하고 있는 석탄산업분야에 대표적인 협의체나 기관이 부재하여 역할에 비해 그 위상이 저평가되고 있는 시점이다. 석탄세를 부과하는 정부의 정책에 부응하여 세부적인 사업이나 연구개발 아이템 제안에 앞서서 모든 석탄산업의 주체를 하나로 통합할수 있는 KCOAL을 설립하고 이를 정책과 법령으로 지원하는 것이 장기적으로 중요하다. 국내 석탄화력은 500MW 표준화력 20기가 2018년 이후 수명연장을 위한 Retrofit 사업이 중대한 시점에 있다. (보령#3~6, 하동#1~6, 삼천포#1~2, 당진#1~4, 태안#1~4) 이를 국내 석탄산업이 슬기롭게 대처하고, 향후 중국을 비롯한 신흥국가의 신규 및 Retrofit 사업에 구체적인 준비 및 대응 국가적으로 필요한 시점이다.

CT-13 청정석탄

발전용 석탄 사용 현황 및 석탄소비세 부과가 미치는 영향

김성철,

한전 전력연구원

(10 point double spacing)

The Status of coal consumption and effect of coal tax to electricity

Kim Sung Chul

KEPCO Research Institute

한국의 발전설비 용량은 2012년 12월 기준으로 84,370MW 규모이며, 이중에서 한국전력의 발전설비 용량은 69,337MW로서 전체 발전설비의 82%를 점하고 있다. 특히 석탄화력은 전체의 29.1%인 24,533MW규모이나, 전력생산은 전체의 35.5%를 점하고 있어 국내에서 전력생산은 석탄화력에 크게 의존하고 있는 실정이다. 또 발전 5개사의 석탄소비는 2013년 기준으로 남동발전이 7,233천톤, 중부발전이 4,400천톤, 서부발전이 4,000천톤, 남부발전 4,000천톤, 동서발전 4,900천톤으로 연간 소비량이 77,115천톤에 이르고 있다. 정부에서 발표한 제6차 전력수급계획에 의하면 석탄화력 비중이 2015년에는 28,290MW, 2012년에 43,890MW, 2025년에는 44,890MW로 증대함에 따라 향후 12년간 지속적으로 석탄소비는 증가가 예상된다.

한편 기획재정부는 2014년 7월부터 과도한 전기 소비 증가에 따른 해결방안의 일환으로 에너지간 가격구조를 합리화하고 안정적인 에너지 공급과 합리적인 유도를 위해 발전용 유연탄에 개별소비세를 부과하는 법안을 시행할 예정이다. 주요내용은 유연탄 도입 초기시에는 톤당 18,000원의 개별소비세를 부과하기 시작하여 최종적으로는 24,000원까지 부과하겠다는 것이 주요내용이다. 한전에서는 연간 약 7,000천만톤의 유연탄에 개별소비세가 부과된다면 발전회사의 연료비 구매비용이 약 1조 3천억원이 증가하게 되어 전기요금 인상 요인이 발생하게 된다. 60원에서 42원으로 인하되는 비용을 감안 할 때, 석탄소비세 부과에 따라 약 2.0%~2.2% 정도의 전기요금 인상 요인이 발생할 것으로 예측하고 있다.

참고문헌

1. 기재부“에너지 가격 구조 합리화, 2013.11.19
2. 전력거래소, “연구효과 산출을 위한 전력단가 적용 방법”, 2014.2.24.

국내 청정 석탄 기술 연구개발 현황 및 전망

유영돈*, 윤용승
고등기술연구원

Status and Prospects for Clean Coal Technology R&D in Korea

Young Don Yoo*, YongSeung Yun
Institute for Advanced Engineering

석탄은 저렴한 가격과 다양한 지역에 풍부한 매장량으로, 원유나 천연가스에 비해 안정적인 공급이 가능하여 우리나라와 같이 대부분의 에너지를 수입에 의존하는 입장에서는 석탄 사용은 항상 일정량 이상으로 유지될 것으로 예상되지만, 이산화탄소 발생의 주범 등 환경적인 측면에서 많은 부정적인 인식을 받고 있다. 이러한 부정적 시각을 탈피하기 위한 청정 석탄이용 기술은 석탄을 환경적으로 청정하게 고효율로 이용하는 기술로, 석탄 전처리 기술인 업그레이드 기술, 석탄 이용시 에너지 효율을 높이는 기술(발전 효율을 높이는 기술), 발생된 오염물질을 저감하는 기술 그리고 석탄을 청정하고 고부가가치 원료 또는 연료로 전환하는 기술로 나눌 수 있다. 최근 들어서는 저등급 석탄 이용 필요성이 대두되면서 저등급 석탄에 대한 청정 이용 기술에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

먼저, 석탄 전처리 기술인 업그레이드 기술 중에서 석탄 내의 회분과 황 성분을 제거하여 오일과 동급의 석유 대체 산업용 연료를 제조하기 위한 석탄 개질 연구가 국내에서 수행하는 가장 대표적인 연구이다. 석탄 개질 분야는 석탄 이용 기술 중에서 아직까지 상업화 단계에 도달된 기술 보유사가 적어 기술 장벽이 상대적으로 높지 않는 기술 분야로 평가된다.

석탄 이용시 에너지 효율을 높이는 방법으로 미분탄화력발전소의 보일러 증기 온도 및 압력을 높인 초초임계 발전을 통해 발전 효율을 증가시키는 기술과 석탄을 가스화하여 얻어진 합성가스를 가스터빈 연료로 사용하는 복합발전을 통해 발전 효율을 증가시키는 기술이 있다. 이 분야 기술 개발은 국내 발전사 주도로 산학연 연구가 가장 활발하게 추진되고 있으며, 대표적인 연구로, 1000 MW급 초초임계 발전 기술개발, 300 MW급 IGCC 발전 기술개발 등이 있다.

고체 상태의 석탄을 직접 이용하는 경우, 대부분 발전용 연료에 국한된 반면, 석탄을 가스화하여 얻어진 합성가스를 촉매하에서 합성한 경우에는 촉매의 종류에 따라 다양한 원료 또는 청정연료로 전환할 수 있어 석탄 이용 범위를 기존 천연가스와 원유 수준으로 확대할 수 있다. 석탄으로부터 원료 및 청정연료를 생산하는 기술 개발은 주로 파일럿 수준과 실증 수준의 연구가 진행되고 있는데, 대표적인 실증연구로는 청정연료인 합성천연가스(SNG)로의 전환을 들 수 있다. 석탄으로부터 SNG 생산은 이미 국내 업체에서 연산 50만톤 규모의 상용설비가 건설되고 있으며, 이 상용설비와 연계된 SNG 합성 실증연구가 진행되고 있다. 일부 발전사에서는 기존 천연가스 복합발전소 연료로 사용하기 위한 석탄 SNG 사업에 대한 타당성 조사가 완료되어 사업을 추진하고 있다. 그 외에도 석탄으로부터 인조합성원유를 제조하는 CTL(Coal To Liquid) 연구도 연구소 주도로 진행되고 있으며, DME(Dimethyl Ether) 제조 연구도 파일럿 수준의 연구를 수행한 바가 있다.

이상과 같이 국내에서도 석탄을 고효율 청정하게 이용하기 위한 많은 연구가 진행되고 있지만, 아직까지 파일럿 단계를 넘어서 실증 단계에 접어든 수준으로, 개발된 기술에 대한 성능을 보증할 수 있는 라이선싱 수준까지는 아직 도달하지 못한 실정이다. 1990년초 우리나라와 유사한 조건에서 청정 석탄 기술 개발에 집중한 중국은 이미 자국 기술의 상업화에 성공하여 활발한 기술 수출을 시도하고 있어 앞으로 석탄 청정 이용 기술의 시장 주도가 예상된다. 따라서 우리나라와 같이 후발 주자의 석탄 청정 기술에 대한 대외 경쟁력을 확보하기 위해서는 중국의 석탄 기술과의 비교하여 경쟁력 확보 여부가 관건일 것으로 판단된다.

석탄연구기금 활용방안

이원학

강원발전연구원 연구Ⅱ본부

Utilization Plan of Coal Research Fund

Won Hak Lee

Research Institute for Gangwon

최근 정부는 지금까지 면세이던 유연탄에 개별소비세를 적용해 세수를 확대할 예정으로 있다. 개정이유는 전기와 다른 에너지간 상대가격 개선을 위한 것으로 발전용 유연탄은 신규 과세를 하고, LNG, 등유, 프로판은 기존 세율을 낮추는 것이다.

기본적으로 유연탄 1킬로그램당 24원을 적용할 예정으로 있다. 그러나 시행령에서는 탄력세율을 적용하여 2014년 7월 1일부터 5,000kcal/kg 이상의 경우 19원, 5,000kcal/kg 이하의 경우 17원 부과할 예정이다.

2012년 기준으로 국가 전력생산의 42.1%를 차지하는 유연탄은 79,136천톤이 수입되어 발전용으로 활용되고 있다. 이에 과세를 추진할 경우 약 1조 4244억원의 세수가 발생할 것으로 전망된다(평균값인 18원/kg 적용). 반대로 세율을 낮춰 줄어드는 세수는 약 8,021억원 정도로 판단된다. 세수 증가와 감소를 적용할 경우 연간 약 6,223억원의 세수 증가가 전망된다. 증가되는 세수는 에너지 복지를 위한 용도로 활용할 것으로 알려지고 있다.

현재까지 추진되었던 에너지 복지 관련 제도를 살펴보면 소득지원, 가격지원, 이용효율 개선지원 등이 에너지복지재단을 통해 이루어지고 있다. 이들 사업의 경우 대부분 저소득층 지원을 위한 것으로 보편적인 에너지 복지 사업은 아닌것으로 판단되고 향후 일반인에게까지 효과가 확대되어야 할 것이다.

보편적 에너지 복지를 위해서는 모든 사람이 더 저렴하고 깨끗하게 에너지를 사용할 수 있는 시스템이 구축되어야 할 것으로 판단된다. 이를 위해서는 앞으로도 주요 에너지원으로 사용될 석탄에 대한 연구개발 및 인력 양성 등이 추진되어야 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 석탄연구기금의 필요성과 기금을 효율적으로 활용하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

CT-16 청정석탄

순환유동층 연소로의 석탄-바이오매스 혼소 특성에 대한 전산해석

이찬¹, 이준우, 권안규, 김민수^{2†}
 수원대학교 기계공학과¹, †한국동서발전²

Computational Analyses on the Co-firing Characteristics of Coal and Biomass in Circulating Fluidized Bed Combustor

Chan Lee¹, Jun Woo Lee, Ahn Gyu Kwon, Min Soo Kim^{2†}

Dept. of Mechanical Eng., Univ. of Suwon¹, †Korea East-West Power Co., Ltd.²

순환유동층 보일러에서 바이오매스 혼소를 하기 위한 연소로 개선의 설계 검증을 위해, 석탄-바이오매스 혼소 시 연소로에 대한 전산유체역학적 모델링 및 모사기법을 개발하였고, 바이오매스 혼소 비율에 따른 연소로 내부 반응 유동장에 대한 전산해석을 수행하였다[1,2,3,4].

계산결과들로부터, 바이오매스 입자들은 석탄 입자들에 비해 유동화가 거의 이루어지지 않으며, 이로 인해 바이오매스 입자들은 거의 대부분의 휘발분을 dense-bed 영역에서 발생시킴을 알 수 있다. 또한 대부분의 쇄(char) 입자들은 dense-bed 영역에서 연소되나, 일부의 작은 입경의 석탄 쇄 입자들은 연소로 벽면을 따라 비산되며 연소되며 석탄 및 바이오매스 휘발분의 연소는 거의 dense-bed 영역에서 이루어진다. 바이오매스 혼소비율이 10% 이상 증가되는 경우 수증기(H₂O)의 생성 분포가 석탄 전소의 경우에 비해 현저한 변화를 보이며, dense-bed 영역의 고온 부위도 다소 확장되는 경향을 보인다.

바이오매스 혼소 비율에 따라 배기가스 온도는 915~930 °C 범위에서 배출되며, CO₂, H₂O, O₂의 조성은 큰 변화를 보이지 않는다. 결과적으로 화로의 연소거동, 내부 화학종(특히 H₂O), 온도 분포 및 벽면 열전달에 의한 증기발생 모드, 고온 클링커 가능성 등을 감안하면[5,6], 바이오매스 혼소 비율은 10% 이내가 적합한 것으로 판단되었다.

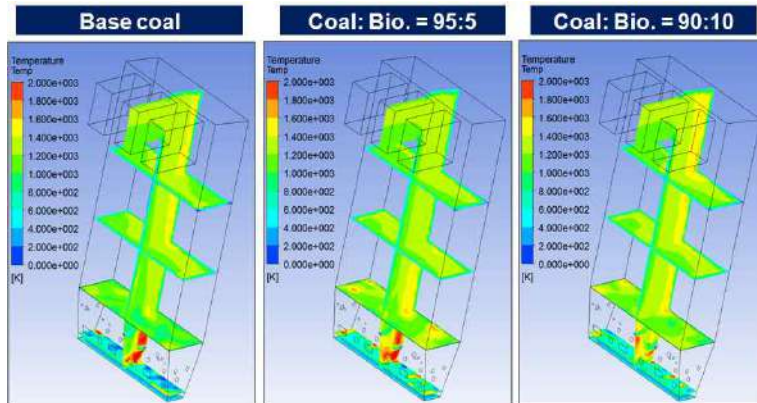


Fig. 1 Temperature distributions of combustor

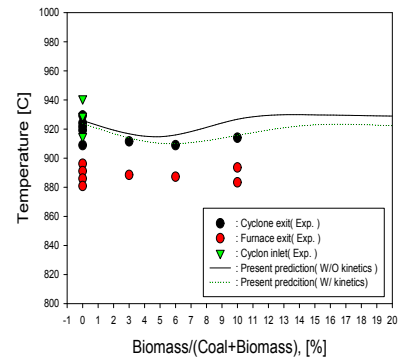


Fig. 2 Exhaust temperature

참고문헌

1. 이종민, "순환유동층 발전설비를 이용한 바이오매스 연소기술," J. of the Electrical World, (2012)
2. ANSYS workbench Fluent manual, (2010)
3. 동해화력 CFBC 보일러 연소로 설계/운전 조건(100% NR기준), 동서발전(KEPRI), (2012)
4. Biagini, E. et al., "Devolatilization rate of biomass and coal-biomass blends: an experimental investigation," Fuel, (81), (2002)
5. 김시문 외, "운전변수에 따른 동해화력 순환유동층 보일러의 성능평가," 한국에너지공학회지, 9(3), (2000)
6. 이시훈 외, "동해화력 순환유동층 연소로에서의 무연탄 연소특성," 한국에너지공학회 춘계학술발표회, (1999)

CT-17 청정석탄

국내 석탄 화력 발전에서의 저품위 석탄 사용 영향 평가 연구 - Pilot급 연소장치를 통한 실험적 연구

최석천, 채태영, 이재욱, 문태영, 강기섭[†], 양원*
한국생산기술연구원, 고온에너지 연구실용화 그룹
[†]성균관대학교, 기계공학과

Study on Evaluation of Assessment Utilizing Low Rank Coal in Korean Pulverized Coal Power Plant - An Experimental Study in Pilot Scale boiler system

Seuk Cheun Choi, Taeyoung Chae, Jaewook Lee, Tae-Young Moon, Kiseup Kang[†], Won Yang*
Korea Institute of Industrial Technology, Thermochemical Energy System R&BD Group
[†]Sungkyungwan University, Department of Mechanical Engineering

Recently, the utilization of low rank coals such as sub-bituminous coal (with low calorific values, high moisture contents and low ash fusion temperatures) is important issue in Korean coal power plants. Also, most of Korean power plants including PC(Pulverized Coal) boiler are designed for bituminous coal(with high heating value and low moisture contents) which were constructed more than 15 years ago. Currently more than 50% of low rank coal introduced to those plants. In PC boiler, ash depositions such as slagging and fouling may cause of significant effect on the operational life of PC boiler. The purpose of this study is to observe slagging and fouling characteristics using a pilot system with 80kW_{th} furnace from burning various ranks of pulverized coals. In present study, two different imported coals such as one bituminous coal(imported from Austria) and (imported from Indonesia) are used. Two different ash deposit location such as slagging zone and fouling zone are also considered. collected ash on the probe of slagging and fouling inside the furnace near burner were analyzed by X-ray diffraction(XRD). Inductively coupled plasma(ICP) and Ash Fusion Temperature(AFT) measurement also performed in present study to observe the influences on ash deposition in PC boiler. Ash deposit analysis reveled that slagging and fouling factors in sub-bituminous coal combustion ash are more higher values than that for bituminous coal combustion in ash experiments.

Key Words: Pulverized coal combustion, Ash deposit, Slagging, Fouling

차압 제어방식의 공급장치 적용 석탄 슬러리 가스화 운전 특성

정석우*, 전동환, 정기진, 이진욱, 윤용승, 김상도†, 이시훈†
고등기술연구원 플랜트엔지니어링본부, †한국에너지기술연구원

Gasification Characteristics of Coal Slurry Supplied by Pressure Difference Control Mode Feeding System

Seok Woo Chung*, Dong Hwan Jeon, Ki Jin Jeong, Jin Wook Lee, Yongseung Yun,
Sang Do Kim†, See Hoon Lee†
Plant Engineering Division, Institute for Advanced Engineering
†Korea Institute of Energy Research

석탄가스화 기술은 저급 연료인 석탄을 직접 연소하여 이용하는 대신 가스화 반응시켜 일산화탄소(CO)와 수소(H₂)가 주성분인 합성가스를 제조하는 기술로서, 석탄 내 열량의 대부분을 화학에너지로 바꾸게 되므로 후단 정제과정에서의 온도변화에 따른 전체공정의 효율감소가 적으며, 주요 생성물인 CO와 H₂는 다양한 용도로 활용이 가능하다. 그리고 이러한 석탄가스화 기술은 연료의 공급방식에 따라 건식과 습식으로 구분이 가능한데, 건식은 석탄을 74 μm 정도의 입자크기로 분쇄/건조한 후 미분탄을 록호퍼(lock hopper) 방식의 공급장치를 이용하여 가스화기에 고압 질소를 이용하여 기류수송 하는 방식이며, 습식은 미분화된 석탄을 물과 일정 비율로 혼합하여 슬러리 형태로 제조한 후 고압 펌프를 이용하여 가스화기에 공급하는 방식이다.

일반적으로 고압 펌프를 이용하여 석탄 슬러리를 공급하는 습식 공급시스템의 경우 구성이 간단하다는 장점을 가지지만, 일정시간 사용 시 고압 펌프의 기계적 작동부에서 발생하는 마모나 갑작스런 파손에 의해 운전정지 상황이 발생할 수 있다는 단점을 가진다. 따라서 본 연구에서는 이러한 고압 펌프를 대체하면서 석탄 슬러리의 정량적이고 안정적인 연속공급을 위하여 공급호퍼(feed hopper)와 충전호퍼(refill hopper)로 구성되는 차압 제어방식의 공급장치를 적용한 후 공급특성 시험을 진행하였다. 차압 제어방식 석탄 슬러리 공급장치의 운전특성 시험은 석탄 슬러리의 공급 차압과 같은 운전조건을 달리하면서 진행하였는데, 시험 결과 석탄 슬러리가 안정적으로 일정하게 공급됨을 확인할 수 있었으며, 공급 차압이 증가함에 따라 석탄 슬러리의 공급량 역시 일정하게 증가하는 것으로 파악되었다. 또한, 이와 같은 차압 제어방식 석탄 슬러리 공급장치 적용 가스화 시험을 진행하였는데, 고온 조건에서 공급되는 석탄 슬러리와 산소의 합성가스 전환반응이 진행되는 콤팩트 가스화기, 제조된 합성가스를 냉각시키기 위한 습식 스크러버 등으로 구성된 시스템을 이용하여 가스화기 운전온도 1,200°C, 운전압력 4 bar 조건에서 CO 39%, H₂ 29%, CO₂ 32% 조성의 합성가스를 제조하였다.

참고문헌

1. 전동환, 정석우, 정기진, 변용수, 라호원, 김상도, “차압 제어 방식의 석탄 슬러리 공급특성 연구”, JOURNAL OF ENERGY & CLIMATE CHANGE, 8(2), pp. 94-110 (2013).
2. Kosuke Aiuchi, Ryo Moriyama, Shohei Takeda, Shunji Kitada, Masaki Onozaki, Yukuo Katayama, “A pre-heating vaporization technology of coal-water-slurry for the gasification process”, Fuel Processing Technology, 88, pp. 325-331 (2007).

감사

본 연구는 2013년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(NO. 201310101810). 또한, 본 연구는 2013년도 한국에너지기술연구원 주요사업인 청정연료 핵심 기술개발 과제의 위탁연구로 수행되었습니다.

특별세션
바이오연료및소재

3월 28일(금) 13:30~17:00

대경도홀A

CT-20 바이오연료및소재

Pilot-scale Production of Bioethanol from Lignocellulosic Biomass

Gi-Wook Choi

Changhae Advanced Institute of Technology, Changhae Ethanol Co., Ltd., 15 Wonmansung-ro
Duckjin-gu, Jeonju 561-203, Korea
TEL: +82-63-214-7800, FAX: +82-63-214-7805

In order to solve the global environmental problem and the shortage of fossil fuel, alternative means of producing biofuels and biochemical have to be developed. One of the potential energy resources is lignocellulose. Usually, bioethanol is commercially produced by fermenting monomer sugar extracted from starch or sugar based feedstock. However, the use of these feedstock has raised ethical concerns regarding food usage. The rapid growth of bioethanol production based on starch or sugar has increased the price of crops and foodstuffs, whereupon it is important to identify non-edible forms of biomass for biofuel production. Lignocellulosic biomasses such as oil palm empty fruit bunches (EFB), *Miscanthus*, and corn stover 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 facilities for converting lignocellulosic biomass to ethanol have been researched and developed previously. A number of lignocellulosic biofuel production facilities are under construction or operating in the U.S., and several countries. All facilities are striving toward developing greater production capacities, and the facilities located in the U.S. are focusing on satisfying the federal renewable fuel standard (RFS). However, short-term commercialization will require several technologies such as integrated process.

This presentation is mainly about the possibility of bioethanol production from EFB and *Miscanthus* by pilot-scale plant. It includes two pretreatment process: CHEMEX (ChangHae Ethanol Multi EXplosion) was used in pilot plant and CHEMET (ChangHae Ethanol Multi ExTrusion) was applied to bench and pilot plant. CHEMEX pretreatment process was batch-type process and CHEMET pretreatment was adapted twin-screw extruder which was usually used in polymer or food industry. In additions, removing solvent, washing, and feeder system was developed as the integrated facility called CHESAF (ChangHae Ethanol Scant reAgent Feeder). Bench and pilot bioethanol plant was operated under various conditions for several days and all of data was collected. And material balance could be calculated using results obtained from operation of bioethanol plant. 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-21 바이오연료및소재

미세조류 바이오매스로부터 바이오연료 및 화학원료의 청정생산 기술 개발

이 은 열*
경희대학교 화학공학과

Clean production of biofuels and chemicals from microalgae

Eun Yeol LEE*
Dept. Chem. Eng., Kyung Hee Univ.

Microalgae biomass is 3rd-generation renewable feedstock for the production of biofuels and chemicals. In order to enhance the economic feasibility, all cellular components such as lipids and carbohydrates need to be used for the production of biofuels and chemicals. Lipid was used for biodiesel production, and carbohydrates in the lipid-extracted residual biomass was used for bioethanol fermentation after saccharification. Glycerol from biodiesel production process was used for biopolyols production via organo-solvolysis process.

참고문헌

1. Lee, O. K., Kim, A. L., Seong, D. H., Lee, C. G. Y., Jung, T., Lee, J. W., Lee E. Y., "Chemo-enzymatic saccharification and bioethanol fermentation of lipid-extracted residual biomass of the microalgae, *Dunaliella tertiolecta*," *Bioresour. Technol.*, 132, 197-201 (2013).
2. Lee, O. K., Kim, Y. H., Na, J. G., Oh, Y. K., Lee E. Y., "Highly efficient extraction and lipase-catalyzed transesterification of triglycerides from *Chlorella* sp. KR-1 for production of biodiesel", *Bioresour. Technol.*, 147, 240-245 (2013).
3. Jo, Y. J., Lee, O. K., Lee E. Y., "Dimethyl carbonate-mediated lipid extraction and lipase-catalyzed *in situ* transesterification for simultaneous preparation of fatty acid methyl esters and glycerol carbonate from *Chlorella* sp. KR-1 biomass", *Bioresour. Technol.*, DOI 10.1016/j.biortech.2014.01.141 (2014).

CT-22 바이오연료및소재

해조류를 원료로 사용하는 바이오 리파이너리의 개념설계

유준*

부경대학교 화학공학과

Conceptual design of seaweed-based biorefinery

Jay Liu*

Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

국제 에너지 기구 (International Energy Agency, IEA) 의 정의에 따르면 “바이오 리파이너리는 바이오매스를 시장성 있는 바이오 기반 제품과 바이오에너지 등 일련의 제품 스펙트럼으로 전환하는 지속가능한 공정이다.” 여기서 바이오 기반 제품은 식품, 동물용 사료를 포함한 화학제품이나 재료를 말하며, 바이오에너지는 연료, 동력, 그리고 열 등을 포함한다.

해조류는 1차 석유파동 때부터 바이오연료의 바이오매스 원료로서의 가능성을 인정 받아왔다. 또한 해조류는 목질계 또는 초본계 바이오매스 원료와는 달리 리그닌이 없으며, 화장품이나 의약품 등 다른 고부가 가치 제품의 중요 성분으로 사용되어 왔기 때문에, 현존하는 바이오매스 원료 중 바이오 리파이너리에 가장 적합한 원료이다.

본 연구에서는 국제 에너지 기구의 분류에 따라 해조류를 원료로 사용하는 바이오 리파이너리의 모든 가능한 시스템을 정의하고, 이용 가능한 문헌의 실험결과를 이용하여 주요한 바이오 리파이너리 전환 경로에 대해 개념설계를 수행한 결과를 소개하고자 한다. 본 연구에서 다루었던 주요 전환경로는 발효와 혐기성 소화를 포함하는 모든 생화학적 전환공정이며, 최종 제품은 에탄올과 혼합알콜이다.

CT-23 바이오연료및소재

바이오에탄올로부터 부타디엔 제조 기술 현황

채호정*, 김태완, 김철웅, 정순용
한국화학연구원, 그린화학공정연구본부

Overview of Bio-ethanol to 1,3-Butadiene Technology Development

Ho-Jeong Chae, Tae-Wan Kin, Chul-Ung Kim, Soon-Yong Jeong*

Korea Research Institute of Chemical Technology, Green Chemistry Research Division

1,3-Butadiene (BD) is an important chemical intermediate material in the petroleum chemical industry. BD is generally used as a starting material for commercially important synthetic rubbers and polymers such as styrene-butadiene rubber, polybutadiene, styrene-butadiene latex, acrylonitrile-butadiene-styrene polymer and nitrile rubber [1]. Recently, BD has received more attention due to the rapid economic growth of developing countries such as China and India.

Nowadays, the dominant technology for the production of BD is the naphtha cracking process, where BD is obtained as a coproduct. However, the increasing rate of BD demand may lead to a serious shortage in BD production by current naphtha cracking processes. Moreover, in order to cope with the depletion of petroleum reserves, high oil prices and environmental issues including global warming, it is crucial to develop alternative technologies for BD production from renewable, non-petroleum resources such as bioethanol. Bioethanol is one of the most abundant sustainable raw materials of “bio-carbon” sources today [1,2]. Therefore, in the near future, BD production using bioethanol will be the most promising, sustainable and renewable technology among various on-purpose BD production technologies.

The catalytic conversion of ethanol into BD (ETB) is an old industrially proven process which was used from the 1920s to the early 1960s. This process was completely scrapped with increasing oil production after the development of large oilfields. However, the ETB process is becoming more attractive recently as a potential alternative route due to the high oil prices and wide supply of bioethanol. ETB processes are divided into a one-step process developed by Sergey Lebedev using a variety of mixed metal oxide catalysts [1-4] and a two-step process which is also known as Ostromyslensky's process and which was commercialized by Carbide and Carbon Chemicals Corporation in the USA using tantalum oxide silica as a second-step catalyst [5-6]. The two-step process includes partial ethanol dehydrogenation to acetaldehyde as the first step, followed by the transformation of the mixture of ethanol and acetaldehyde into BD as the second step. The two-step process gives higher BD selectivity than one-step process. In this talk, I would like to introduce the overview of ETB research which have been done in my group.

참고문헌

1. Makshina et al., Catal. Today, 198, 338-344 (2012).
2. Jones et al., Catal. Sci. Technol., 1, 267-272 (2011).
3. Bhattacharyya and Ganguly, J. Appl. Chem., 12, 105-110 (1962).
4. Kvisle et al., Appl. Catal. 43, 117-131 (1988).
5. Toussaint et al., Ind. Eng. Chem., 39, 120-125 (1947).
6. Corson et al., Ind. Eng. Chem., 41, 1012-1017 (1949).

CT-24 바이오연료및소재

바이오화학제품의 국제 인증제도

김상용*, 조재훈 (한국생산기술연구원 그린공정연구실용화그룹)

International Certification Scheme of Biobased Products

Sangyong Kim, Jaehoon Cho (Green Materials and Process R&BD Group, KITECH)

바이오매스 유래 화학제품의 효과는 석유자원의 절약면에서 효과가 큰 것으로 알려지고 교토의정서 준수와 최근 원유가격 상승에 의해 한층 더 중요시하게 되었다. 지구온난화 문제가 심각해짐에 따라 기존 석유기반 고분자에서 이산화탄소 저 발생 소재인 바이오매스 기반 화학제품으로의 전환에 대한 인식이 광범위하게 대두되기 시작하였다. 현재까지 개발된 바이오화학 제품은 생분해성을 위주로 개발되어 내열성 및 기계적 강도에 한계를 지니고 있으므로 기존 석유기반 고분자를 대체하기 위해서는 성능이 우수한 새로운 바이오화학제품의 개발이 필요하다. 그리고, 바이오화학제품의 개발과 동시에 이들에 대한 인증제도 확립 또한 시급히 이루어져야 할 당면과제임이 틀림없는 상황이다.



해외선진국(미국, 유럽, 일본)은 이미 국가적 차원에서 바이오화학제품 개발 정책추진 및 인증체계를 확립하여 이들에 대한 제조 표준기술 확보 및 국제표준 시험분석 방법 구축 완료에 따라 자국 산업 적용 및 환경/무역규제 장벽으로의 활용되기 때문에 이를 적극적으로 대응하기 위해서 반드시 관련 국내표준 도입이 시급한 실정이다. 바이오화학제품이 실용화하기 위해서는 그것들이 상업적으로 성립하는 초기시장의 형성이 필수이고 추가로 공적 지원이나 인프라 구축이 중요하다. 또한 바이오매스 활용기술 도입 목적의 명확화나 바이오매스 유래 제품의 적부판정을 실시하고 적합성에 대한 인증을 추진해가는 것이 필요하다. 대부분의 석유화학제품은 단일한 원료로 구성되어 있는 것이 아니라 상당히 많은 성분이 혼합하여 구성되어 있으며, 바이오화학제품의 경우도 현재 상태로서는 바이오매스 원료만으로는 제품으로서 내열성, 난연성, 고강도 등의 요구 성능을 만족할 수 없어 석유원료 유래 화학소재(고분자, 플라스틱 등)를 혼합하여 다국적 기업주도로 제품화하고 있는 추세이다. 최근 국내에서도 바이오화학제품에 대한 바이오매스 유래 제품인지 또한 함유량은 얼마인지에 대한 식별 및 인증을 위한 관련 사업단체 주도의 인증제도가 시도되고 있지만 공식적으로 인정받은 국내기준은 마련되어 있지 않은 상태이다.

국내기업에서 제조된 바이오매스 유래 바이오화학제품은 생산된 제품에 대해 적합성을 판명한 국제적 상호 인정 단계의 국내기준(인증)이 마련되어 있지 않기에, 현재 타국가의 규격에 의해 바이오매스도 시험인증을 거쳐야지만 미주 및 유럽으로 수출 및 판매가 가능한 상황이다. 향후 국내에서도 관련규격 제정을 위한 정책지원을 통해 국내외에서 개발된 바이오화학제품에 대한 국내 시험 및 인증기준을 확립/운영과 동시에 국제 유사 규격간의 교차 검증이나 공통 표준화와 같은 협력네트워크를 통하여 상호인증 협력관계를 구축하여 자국기업 제품의 해외수출 증진 및 판로확대에 이바지할 수 있을 것으로 기대된다.

본 실험실에서는 바이오매스 유래 C3-C6계 모노머와 석유유래 화학소재(고분자, 플라스틱)의 중합에 의해 생산된 다양한 석유대체 바이오화학제품군(자동차/전자정보/섬유/플라스틱 - PET, PU, PTT, PBT, PC 등)의 개발기술 확립과 동시에 이들 제품에 대한 국제적 기준에 부합하는 인증체계 확립과 적용을 추진하고 있으며, 국제협력 네트워크를 통해 바이오매스 유망 원료 공급방안 확보 및 실증단계 연구 추진과 개발된 제품의 인증까지 패키징 연구실용화를 통해 국내기업과의 협력강화 및 기술이전을 추진하여 기업/제품/시장 경쟁력 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

CT-25 바이오연료및소재

해조류 바이오매스 유래 바이오가스 생산 공정의 상용화 요소기술

송민경, 우희철^{†*}

부경대학교 청정생산기술연구소, [†]부경대학교 화학공학과

Advanced Technologies for Biogas Production Process from Seaweeds Biomass

Minkyung Song, Hee-chul Woo^{†*}

The Institute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University, Busan, Korea

[†]Department of Chemical Engineering, Pukyong National University, Busan, Korea

바이오가스는 유기물로부터 혐기성소화 과정을 거쳐 생성되는 가스형태의 에너지를 일컬으며, 주로 바이오메탄(CH₄)과 바이오수소(H₂)로 구성되어 있다. 혐기성소화(anaerobic digestion)란 산소가 없는 혐기성 조건에서 미생물에 의해 고분자의 유기물을 1차 가수분해하여 저분자화 하고, 다시 저분자의 유기물을 유기산(organic acids) 화합물로 2차 분해한 후, 분해산물인 아세트산(acetic acid) 혹은 수소(H₂)와 이산화탄소(CO₂)로부터 최종적으로 바이오가스(메탄, CH₄)를 생산하는 일련의 생물학적 혐기성 분해과정이다. 혐기성소화 기술로부터 생산되는 바이오메탄은 생산과 공급측면에서 볼 때, 바이오디젤, 바이오에탄올 등의 다른 바이오연료에 비해 다양한 장점을 가지고 있다. 특히, 자국의 유기성 폐자원을 활용하여 처리뿐만 아니라 에너지를 생산하여 경제성 있는 자원화가 가능하며, 기존의 천연가스 자동차 및 도시가스 배관망을 사용할 수 있다는 장점으로 공급체계의 이점도 있다.

최근 신재생에너지연료혼합의무화(Renewable Fuel Standard, RFS) 제도가 법제화됨에 따라, 요구될 바이오가스 할당량을 충족시키기 위해 다양한 원료 자원을 모색하고 있는 실정이다. 해조류(seaweeds or macroalgae)는 미세조류(microalgae)와 함께 3세대 바이오매스로서 최근 주목받고 있다. 바이오매스 자원으로부터 바이오연료를 생산하기 위해서는, 우선적으로 대량의 원료공급이 지속적으로 이루어져야 한다. 이러한 관점에서 해조류 바이오매스는 빠른 성장률과 짧은 생산주기로 높은 생산성을 나타내며, 기존 포화상태의 육상이 아닌 바다를 활용하여, 원료 공급의 지속성과 안정성을 확보할 수 있는 미래 유망 바이오매스 자원이다. 해조류 내 유기물은 주로 탄수화물로 구성되어 있으며, 기존 목질계와 달리 난분해성의 리그닌셀룰로오스를 함유하고 있지 않아 전처리가 용이하며 다양한 형태의 바이오연료 전환이 가능하다. 특히, 미생물 분해가 용이한 탄수화물로 주로 구성되어 있어, 바이오가스 등 혐기성소화 적용에 적합한 원료이다.

현재 해조류로부터 바이오가스 생산은 연구 도입단계로, 다양한 종에 의한 바이오메탄 생산 잠재성 평가 연구가 진행 중에 있다. 앞서 언급한 바와 같이, 바이오가스는 기존 인프라를 활용할 수 있어 기초연구에서부터 실증 및 상용화로의 가속화가 가능하다. 이에, 본 연구에서는 가까운 미래에 다가올 해조류 바이오가스의 상용화를 위해 해조류를 이용한 혐기성소화 기술의 주요 공정 요소기술들을 살펴보고, 상용화를 위한 대비책을 모색하고자 한다.

CT-26 바이오연료및소재

국내의 바이오연료 정책동향

민경일^{†‡}, 임의순[†], 하종한[†], 나병기[‡]

[†]한국석유관리원 석유기술연구소, [‡]충북대학교 화학공학과

Domestic and International Policy Trend on Bio-fuel Energy

Kyong-il Min^{†‡}, Eui-Soon Yim[†], Jong-han Ha[†], Byung-Ki Na[‡])

Research Institute of Petroleum Technology, Korea Petroleum Quality & Distribution Authority[†]

Department of Chemical Engineering, Chungbuk University[‡]

세계 각국은 에너지안보 및 에너지원 다양화, 온실가스 감축 등을 위해 바이오연료 의무혼합을 확대추진하고 있으며, 우리나라 역시 지속가능한 바이오연료 보급의 확대에 주력하고 있다. 최근 정부는 제2차 에너지기본계획(2014.01.14.)을 통하여 2035년까지 신·재생에너지 보급목표를 11%로(1차 계획과 동등) 설정하였다. 이러한 신·재생에너지 보급목표 달성을 위해 발전부에서는 신재생에너지 공급 의무화제도(RPS, Renewable Portfolio Standard)를 2012년부터 시행중이며, 난방부에서는 신재생열원 의무공급제도(RHO, Renewavle Heat Obiligation)가 2016년에 시행예정이다. 또한, 수송부에서는 신재생에너지 연료 의무혼합제도(RFS, Renewable Fuel Standard)가 “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(신재생에너지법)”의 일부 개정 법률안으로 공포('12.07.30)되어 2년간의 유예 후 2015년 7월부터 본격적으로 전면 시행될 예정이다. 따라서 본 연구에서는 최근 바이오연료의 보급 활성화 정책 동향에 대해 정리하였다.

참고문헌

1. 임의순 외 10인, “신재생연료 의무혼합제도 상세 운영방안 수립 연구”, 2013
2. 산업통상자원부, 제2차 에너지기본계획

CT-27 바이오연료및소재

촉매막반응기에서의 바이오에탄올 수증기개질반응

임한권*

대구가톨릭대학교 화학시스템공학과

Bioethanol steam reforming reaction in a catalytic membrane reactor

Hankwon Lim*

Department of Chemical Systematic Engineering, Catholic University of Daegu

With a huge demand for hydrogen in many industrial sectors and environmental issues, a lot of effort has been made recently to find an environmental-friendly process to produce hydrogen. Bioethanol steam reforming, a CO₂-neutral process, is considered as an alternative because it can be produced from a biomass, a renewable energy source. In addition, a catalytic membrane reactor combining a reactor and a separator has gained attention because of its simple design and increased hydrogen yield caused by shift of equilibrium. The feasibility of employing a catalytic membrane reactor for bioethanol steam reforming reaction will be investigated and some benefits of using a catalytic membrane reactor for the reaction will be presented.

CT-28 바이오연료및소재

비응축성 모사가스를 이용한 *Pinyon pine*의 열중량 특성 및 열분해반응 속도

김승수*, Alok Shenoy[†], Foster A. Agblevor[†]

강원대학교 삼척캠퍼스, [†]유타주립대학교

Thermogravimetric characteristics and pyrolysis kinetics of *Pinyon pine* in the simulated non-condensable gases

Seung-Soo Kim*, Alok Shenoy[†], Foster A. Agblevor[†]

Kangwon National University, [†]Utah State University

Research efforts have increased to find renewable fuel as alternatives to fossil fuels. As a renewable resource, *Pinyon pine* can be converted into bio-oil, gas, and char through pyrolysis. It is known that recycling of the non-condensable gases, which are produced by fast pyrolysis, can increase liquid yield and decrease char yield. In this study, pyrolysis characteristics and kinetics of *Pinyon pine* were investigated using simulated non-condensable gases (N₂, H₂/N₂, H₂/CO₂, and He/CO/H₂) in TGA. The apparent activation energy of *Pinyon pine* increased from 43.9 kJ/mol to 160.3 kJ/mol with increasing pyrolysis conversion from 5-90% in pure nitrogen, and reaction order was 1.35. When hydrogen (H₂) and carbon monoxide (CO) mixtures were used as simulated gases, the maximum degradation temperature and activation energy decreased by 4-11 °C and 6.1-10.2 kJ/mol, respectively. The results show that recycling of non-condensable gases could positively influence the fast pyrolysis of biomass.

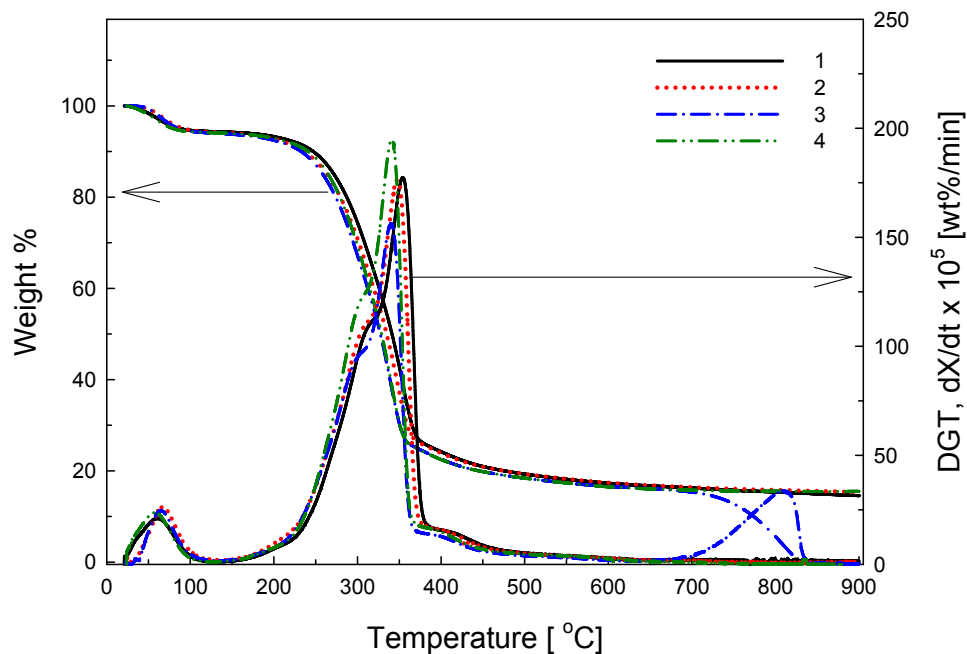


Figure 1. The effect of gas compositions on thermogravimetric analysis and differential thermogravimetry of *Pinyon pine* at heating rate of 10 °C/min. 1; pure N₂, 2; 95%N₂-5%H₂, 3; 25%H₂-75%CO₂ 4; 5.927%He-45.70%CO-48.373%H₂

*Milkweed*의 열중량 분석과 급속 열분해반응 특성

김승수*, Foster A. Agblevor[†]

강원대학교 삼척캠퍼스, [†]유타주립대학교

Thermogravimetric analysis and fast pyrolysis of *Milkweed*

Seung-Soo Kim*, Foster A. Agblevor[†]

Kangwon National University, [†]Utah State University

Pyrolysis characteristics and fast pyrolysis of *Milkweed* was carried out in a thermogravimetric analyzer and a bubbling fluidized bed reactor. Total liquid yield of *Milkweed* was between 40.74% and 4.19 wt% at the temperature ranges of 425–550 °C. The gas yield was increased from 27.90 wt% to 33.33 wt% with increasing reaction temperature. The higher heating value (HHV) of the *Milkweed* bio-oil (organic fraction) showed high values (30.33–32.87 MJ/kg) with the differences of reaction temperature, feeding rate and fluidization velocity. The selectivity of CO₂ was the highest within non-condensable gases, and the molar ration of CO₂/CO was about 3 at the different reaction conditions. On product distributions in ¹³C-NMR analysis, C=O (carboxylic group and derivatives) was higher at 425 °C than 475 °C, which resulted in slightly higher oxygen content in bio-oil. Aliphatic hydrocarbons were slightly higher at 475 °C than 425 °C, and it caused higher pH of aqueous phase.

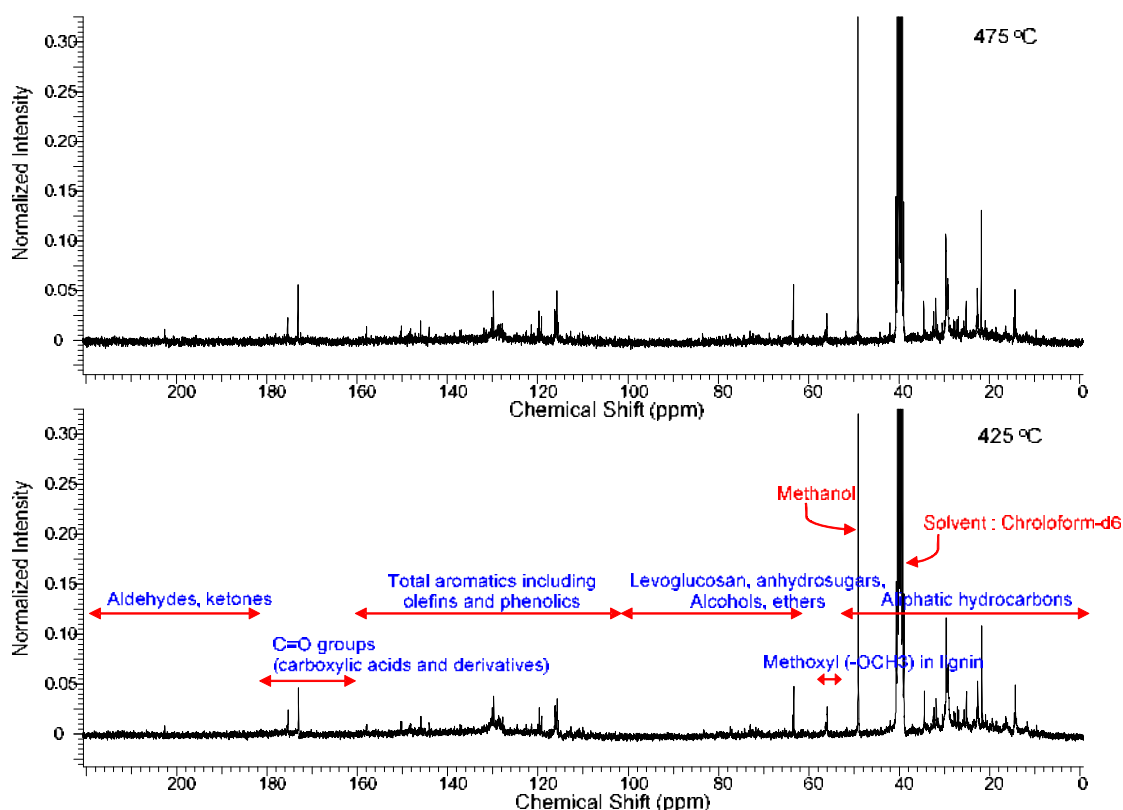


Figure 1. ¹³C-NMR analysis of bio-oil: 425 °C and 475 °C

특별세션
오염저감

3월 28일(금) 14:00~16:40

대경도홀B

CT-31 오염저감

시화산단 대표업종별 오염방지시설의 효율검증을 위한 방지시설의 전·후단 오염물질 분석 연구

이영우*, 박희재†, 길인섭†

충남대학교 녹색에너지기술전문대학원, †시흥녹색환경지원센터

Analyses of Efficiency evaluation by air pollution control devices in Sihwa industrial complex

Young Woo Rhee*, Hee Jae Park†, In Sub Kil†

Graduate school of green energy technology, Chungnam National University

99 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 305-764, Korea

†Siheung Green Environment Center, Korea Polytechnic University, 237 Sangi Daehak-ro, Si-heung,
Gyeong-gi, Korea

시화산단에 위치하는 업체의 방지시설 효율 검증 시 법적 기준치는 만족하지만 전·후단 농도가 반전되어, 업체의 노력에도 불구하고 처리 효율의 한계가 발생하여 이를 개선할 필요가 있다. 또한, 법적 기준치를 만족해야 하는 조건 이외에 개선계획에 의한 효율을 만족하는지에 대한 평가도 필요하나, 현실적으로 판단하기 어렵기 때문에 업체별 대표물질을 선정하여 효율검증을 할 필요성이 대두된다.

이를 위해 시화산단에 위치하는 87개 업체의 방지시설 95개를 정밀 분석하여 각 배출공정에서 배출되는 대표물질을 방지시설에 따라 THC, 먼지, 복합악취, H₂S, 암모니아, 알데히드류, 질소산화물로 분류하였다. 또한, 방지시설 효율검증을 위한 대표물질을 선정하기 위하여 방문조사가 필요한 업체는 산업분류코드에 따라 28개로 선정하였다. 그리고 각 업체의 배출공정 및 방지시설 등의 자료 분석을 실시하여 정밀조사 대상 업체 11개를 선정하였으며, 이들 업체의 방지시설 효율검증을 위해 대표물질 평가 및 대표물질을 선정하였다.

본 연구를 통하여 시화산단에 위치하는 업체의 보다 효율적인 사후관리를 위한 정밀조사의 필요성이 확인되었으며 후속연구를 위한 기초자료로 활용될 수 있다. 본 연구에서 정밀조사가 필요하다고 제시한 28개 업체 중 업종별로 대표성을 나타내는 업체에 대하여 정밀조사를 수행할 수 있는 과학적인 근거를 제공하여 궁극적으로는 방지시설을 효율적으로 운영할 수 있게 될 것이며 향후 시화반월산단지역의 대기질 개선에 중요한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

알루미늄계 슬러지를 활용한 악취제거 흡착제 제조연구

최돈혁, 이택수 (k-water)

A Study on the Preparation of Al-sludge Adsorbents for Removal of Odor

Donheok Choi, Taeksu Lee (K-water)

서론 알루미늄계 슬러지에는 알루미늄 성분이 약 30% 함유되어 있으므로 $AlPO_4$ 계 입자로 변환시킴에 의해 다공성 입자를 얻을 수 있고 알루미늄계 슬러지로부터 얻어진 $AlPO_4$ 계 입자를 원료로 하는 우수한 입상형 흡착제를 개발함으로써, 중국 및 일본 등으로부터 수입에 의존하는 국내 탈취용 활성탄 시장을 대체할 수 있는 신규물질의 개발이 필요하다. 따라서 흡착제의 대표격인 입상활성탄의 대체제가 개발된다면 수입대체효과와 외화절감효과까지 기대할 수 있으며 신규자원이 아닌 사업장 폐기물을 재활용함으로써 저탄소녹색성장의 견인차 역할까지 기대된다. 알루미늄계 슬러지의 무기질성분에 포함되어 있는 Al_2O_3 는 촉매나 흡착제를 성형하기 위해 결합재(binder)로 널리 사용되는 물질이므로, 탈취 성능을 발휘하는 역할은 물론이고 분말을 입상으로 성형하는데 필수적인 결합재로서의 역할도 한다. 본 연구에서는 알루미늄계 슬러지 재활용 공정을 개발, 적용하였고 생산한 분말형 흡착제를 입상형으로 성형하여 악취제거에 대한 가능성평가를 실시하였다.

연구방법 본 연구에 의해 제조된 분말형 흡착제는 알루미늄계 슬러지와 페인산 and/or 폐황산, 물을 적정 혼합 비율로 혼합하여 3~5시간 동안 일정한 온도조건에서 각각 수열반응과 숙성, 건조반응을 거쳐 분쇄하였고 제조된 분말형 흡착제를 펠렛모양으로 성형하여 500°C에서 무산소탄화하여 흡착제로 사용하였다. 본 연구에 사용된 흡착제는 분말형 흡착제 시료를 ϕ 5mm, 길이 5~7mm의 Pellet 타입과 Bead 타입으로 성형하여 지름 ϕ 50mm, 길이 30mm의 아크릴 재질의 컬럼에 인입시켜 사용하였다. 이때 흡착질은 약 50ppm의 암모니아 가스 및 50ppm의 트리메틸아민 가스를 2L/min의 속도로 통과시켰다. 그 후 필터를 통과한 공기를 가스검지관을 이용하여 가스 농도를 측정하였다.

결과 및 결론 알포계 다공성 흡착제의 초기농도 50ppm에 대한 암모니아 가스 흡착능 평가 결과, A/C의 파과점은 320min인데 반해, Bead-Adsorbent와 Pellet-Adsorbent의 파과점은 1,140min, 820min으로 각각 나타나 A/C와 비교시 약 3~4배의 흡착능이 증가하는 것으로 나타났다. Bead-Adsorbent이 Pellet-Adsorbent에 비하여 흡착능이 증가한 이유는 충전율이 더 높아 흡착능이 증가한 것으로 판단되고, 경제적인 운영면에서는 성능대비 Pellet-Adsorbent이 효율적인 것으로 판단된다. A/C의 경우 반데르발스힘(Vander Waals Force)에 의해 암모니아나 트리메틸아민과 같은 알칼리성 악취가 암모늄염이나 아민염으로의 표면물리흡착과 인산 침착에 의해 극성을 띠어 비점이 낮은 암모니아(-33°C)나 TMA(3°C)가 화학적 흡착이 이루어진 반면, Bead-Adsorbent와 Pellet-Adsorbent의 경우에는 표면물리흡착과 Hexagon 구조의 $AlPO_4$ 계 흡착제 생성에 따른 세공(Micro Pore)의 물리화학적 흡착이 동시에 진행되었기 때문으로 판단된다.

알포계 다공성 흡착제의 초기농도 50ppm에 대한 트리메틸아민 가스 흡착능 평가 결과, A/C의 파과점은 400min인데 반해, Bead-Adsorbent와 Pellet-Adsorbent의 파과점은 1,180min, 1,100min으로 각각 나타나 A/C와 비교시 약 3배의 흡착능이 증가하는 것으로 나타나 암모니아의 흡착능 실험과 유사한 결과를 나타내었다.

참고문헌

1. “정수슬러지로부터 제올라이트의 합성과 암모늄이온 및 중금속 흡착특성”, 송윤락 외, 한국폐기물자원순환학회 제 17권, 2000

센서를 활용한 사업장 악취배출량 산정 방안

정의석, 손찬웅, 김준철, 길인섭[†]

(주)엔버스 부설기술연구소, [†]시흥녹색환경지원센터

Estimation of Odor Emission Rate of Plant Using Sensor

Eui-Suk Jung, Chan-Woong Son, Jun-Chul Kim, In-Sub Kil[†]

R&D Center, Envors Co., Ltd, [†]Siheung Green Environment Center

서론 주요 산업단지에 입주하고 있는 다양한 업종의 사업장 중에서 악취를 유발하는 사업장의 경우 점, 면 오염원에 해당하는 악취배출원으로부터 배출되고 있는 악취로 인하여 주변 주거지역에 민원을 야기시키고 있다. 악취 유발 사업장의 경우 주요 악취배출원은 stack 배출구와 같은 점 오염원과 각 사업장의 작업장 출입문, 창문 및 야적장, 폐수처리장 등과 같은 면오염원으로 구분할 수 있다. 이들 배출원 중에서 각 사업장의 작업장에 포함되는 출입문 및 창문 등을 통하여 외부로 배출되는 악취배출량이 상당한 것으로 확인되고 있다¹⁾. stack 배출구와 같은 점 오염원의 경우에는 손쉽게 악취배출량을 산정할 수 있는 반면에, 출입문, 창문 등을 통하여 외부로 배출되고 있는 악취배출량을 산정하는데 있어서는 시료채취부터 쉽지 않은 것이 사실이다. 따라서 면 오염원으로부터 외부로 배출되는 악취배출량을 산정하기 위한 방안 수립의 필요성이 대두되고 있으며, 이에 본 연구에서는 악취센서를 활용하여 작업장 창문을 통하여 외부로 배출되고 있는 면 오염원 및 점 오염원의 악취배출량을 산정하는 방안 수립을 위한 기초연구를 수행하였다.

연구방법 본 연구를 수행하기 위하여 stack 배출구와 같은 점 오염원을 포함하여, 현재 창문을 통하여 외부로 악취가 배출되고 있는 면 오염원이 포함된 사업장을 선정하였으며, 각 오염원을 중심으로 악취배출량 산정을 위하여 센서를 활용하여 실험을 수행하였다. 대상 사업장의 주요 공정 중에서 주요 악취배출 공정을 두 개 공정으로 구분할 수 있었으며, 각 공정의 악취특성은 관능적인 측면에서 서로 상이한 것으로 확인되었다. 우선적으로 각 공정의 악취시료를 중심으로 센서의 sensitivity, selectivity, reproducibility 등과 관련된 기초실험을 수행하였으며, 악취배출량 ou/sec를 산정하기 위하여 저농도 시료부터 고농도 시료를 중심으로 악취 공정시험방법에 의한 희석배수와 센서 결과와의 상관성을 분석하였다. 이러한 결과를 중심으로 대상 사업장의 stack 배출구와 같은 점 오염원과 작업장 창문과 같은 면 오염원을 대상으로 악취배출량 산정을 위한 방안을 정리하였다. 특히, 면 오염원의 경우에는 작업장 창문 경계면에 센서를 고정하여 설치한 후 창문을 통하여 외부로 배출되는 악취영향을 실시간으로 모니터링을 진행하였으며, 창문을 통하여 외부로 배출되는 악취 영향 정도 및 악취배출량 산정을 위한 기초자료를 확보하였다.

결과 및 결론 대상 사업장 A공정, B공정 두 개 배출원의 악취시료를 대상으로 센서의 sensitivity, selectivity, reproducibility 등을 확인한 결과, 저농도부터 고농도 시료까지 모두 우수한 것으로 확인할 수 있었다. 또한, A공정, B공정에서 저농도부터 고농도 시료를 채취하여 분석한 복합악취 희석배수와 센서 결과 값과의 상관성을 확인한 결과, R² 값이 각각 0.882, 0.966으로 높게 확인되었으며, 각 공정의 악취특성에 따라서 센서의 민감도에 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 특히, 작업장 창문을 대상으로 면 오염원에서 외부로 배출되고 있는 악취 영향 정도 및 악취배출량 산정을 위하여 작업장 창문 경계면에서 센서를 고정하여 실시간으로 모니터링을 진행한 결과를 상관성 계산 수식을 통하여 복합악취 희석배수를 역 산정하였으며, 최고 약 200배 이상의 악취가 배출되고 있음을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과를 통하여 직접적으로 면 오염원에서 배출되고 있는 악취를 정량적으로 배출량을 산정하는데 있어서 센서를 적용할 수 있음을 확인할 수 있었으며, 보다 객관적으로 면 오염원의 배출량을 산정하는데 응용할 수 있을 것으로 기대되었다.

참고문헌

1. “시화.반월지구 대기오염 저감방안 수립”, 한국수자원공사, 2006.3

Industrial applications of kapok fibers

Runkai Wang, Chul ho Shin *, Si ho Park *, Moonhee Ryu ,

*Seohae Environment Science Institute

College of Environmental & Bioresource sciences, Chonbuk National University

In this work, the surface of kapok fibers was modified by several chemical methods. First, due to the smooth surface of kapok fibers, the dopamine which could form a layer on a wide range of inorganic and organic materials was coated on the surface of kapok fibers and bound silvers to act antibacterial property possibly. After silver coating process, the very strong antibacterial property was showed against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* and this high antibacterial efficiency (more than 99%) could be lasted for 48 hours in peptone water by using direct contact method. Second, because of the wax structure on the surface of kapok fibers, NaClO_2 was used to improve the functional groups to removal the heavy metal contaminations in water. After treatment, the removal efficiency of heavy metals (Pb,Zn,Cu,Hg,etc) were increased slightly. These methods can be applied in industrial water cleaning process possibly and kapok fibers were thought to have wide applications due to its environmentally friendly, easy recycling and low-cost properties.

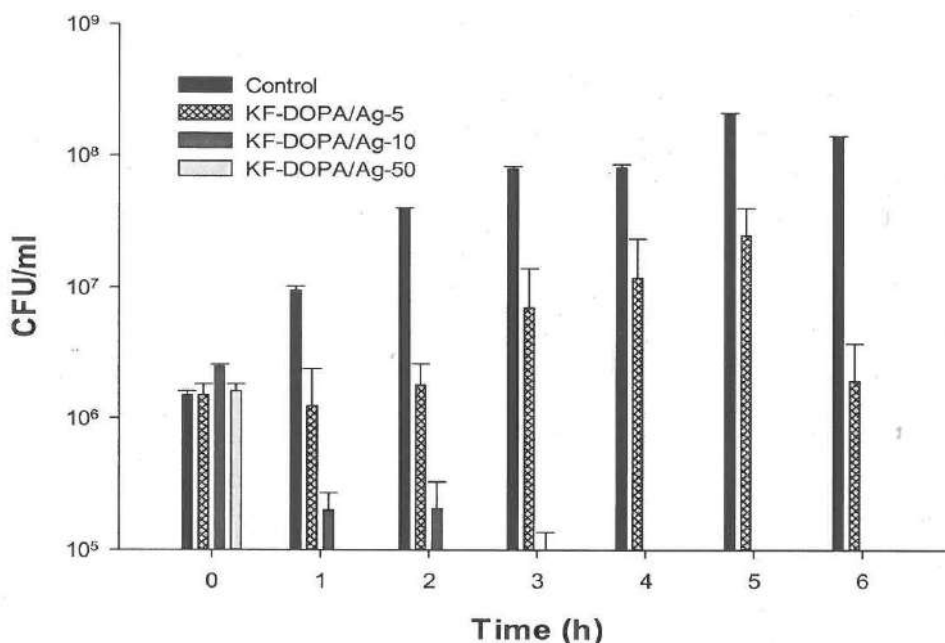


Fig. 1. Colonies of *E. coli* growth naturally and direct contact with KF-DOPA/Ag in peptone water at 37°C.

바이오디젤 폐수의 고온 호기성 처리 방법 연구

황열순, 이돈길, 정성모
(주)한독이엔지
626-110 경남 양산시 북정동 556-4

Study on aerobic treatment of bio-diesel wastewater using thermophilic bacteria

Yeal Soon Hwang, Don Gil Lee, Sung Mo Jung
HANDOK ENG CO., LTD.
556-4, Bukjung-Dong, Yangsan, Kyungnam, 626-110, Korea

미생물을 이용하여 폐수를 처리하는 생물학적 처리방법은 2차 오염의 가능성이 적고 물리화학적처리보다 경제적이고 효율적인 특성을 가지고 있어 널리 이용되고 있으나, 석유화학공장 등 많은 산업체에서 배출되는 고농도 독성 폐수의 경우 기존 표준 활성 오니방법으로는 처리가 곤란하여 물리/화학적 처리 방법의 병행 없이는 해결책이 없는 실정이다. 또한 고농도 유기성 폐수를 고부하로 처리 하면서 발생하는 일부 문제로 인하여 처리 효율 하락 및 운전비용 상승의 문제가 발생하고 있는데, 주요한 원인은 폭기조 온도 문제로 인해 발생한다.

고농도 유기성 폐수의 고부하 처리를 하는 생물학적 방식에서 폭기조에는 MLSS 10,000 ppm 수준의 높은 미생물이 존재하고, 하절기에는 폭기조의 수온이 50°C 수준까지 상승하며 이로 인한 처리 효율의 하락으로 인하여 폐수처리장 운영에 어려움이 따르고 있다. 폭기조의 온도 상승은 유입폐수의 온도, 태양의 복사열, Blower로부터 공급되는 공기의 온도 그리고 미생물에 의한 대사열등에 의한 영향을 받으며, 고부하 처리의 경우에는 대사열에 의한 온도 상승이 가장 큰 원인이 된다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고자 고농도 바이오디젤을 폐수를 고부하로 처리할 수 있도록 고온성 미생물(*Anoxybacillus* spp. 등)을 활용하였으며, 실험 결과 최고 60°C 수준에서도 높은 처리 효율을 보여주었다.

이러한 고온 호기성 폐수처리 시스템을 활용하면 50°C 이상에서도 독성 고농도 폐수에 대하여 안정적인 처리가 가능하므로, 하절기 폭기조 온도를 낮추기 위해 사용하는 냉각탑과 열교환기의 운용이 필요 없다. 하절기 국내 전력 수요가 급증하여 산업계에서 조차 전력이 모자라서 공장 가동율을 줄여야 하는 국내의 현실을 감안할 때 이러한 시스템을 국내 석유화학업체를 포함한 산업계 폐수처리장에 도입할 경우 기업체의 폐수처리장 운영 경비 절감은 물론 국가의 하절기 전력 비상 대책에도 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

폐염화철 재생 및 구리회수를 위한 청정 전해공정 개발

박용호*, 김영진, 송정호, 강신춘, 김이철, 이강
한양대학교 화학공학과, 화백엔지니어링(주)

Development of a electrolytic process for waste copper chloride regeneration and copper recovery

Yeung Ho Park*, Youngjin Kim, Jeong Ho Song, Shinchoon Kang, Icheol Kim,
Kang Lee, Hanyang University, Hwaback Engineering

PCB에칭에 의해 발생한 염화철 폐액을 전기적으로 재생하고 구리를 회수하는 공정은 환경오염을 줄이면서도 부산물을 얻어내어 경제성이 크다. 염화철 폐액은 철과 구리, 두 가지 금속이 함께 함유되어 있기 때문에 전해조에서 일어나는 반응이 복잡하다. 본 연구에서는 bench 장치에서 연속공정에 의한 공정변수들의 최적 조건을 도출해내고, 폐액 재생 및 구리 회수와 관련한 특성을 알아보았다.

벤치 실험장치에서 음극조내의 구리농도를 일정하게 유지하도록 자동제어 하면서 파일롯트 연구를 위한 공정자료를 확보하였는데, 특히 R 값과 ORP 값에 의한 염화철 액의 주입/제거 자동화로 음극실 내 구리농도를 일정하게 유지할 수 있었고, 벤치에서 얻어진 성능이 확인되었다. 상기와 같은 방식으로 다양한 구리 및 철농도에서 벤치운전을 하면서 제어식을 변화시킨 결과 구리의 산출량이 좋았으며, 구리농도 제어의 know-how가 확보되었다.

화백엔지니어링(주)에 pilot를 설치하여 운전 연구를 실시하면서 염화철 재생장치의 기본구조설계와 제어방법이 완성되어 구리를 투입/용해시키면서 성공적으로 연속 운전을 시행함으로써, 구리를 자동으로 케익 상태로 회수하여 세척, 여과, 건조함으로써 순수한 구리 분말을 얻을 수 있었음 (Cu 89.7%) 사용된 음이온교환막(MA 3475, IONACS)의 열화를 일으키는 요인을 규명하고, 막의 수명을 늘리는 안정적인 운전조건을 찾을 수 있었다.

현재의 염소에 의한 재생공정이 환경 위해성이 크고 위험하기는 하나 저렴하게 시행해오고 있어 처리방법을 쉽게 바꾸려 하지 않아므로, 우선 염화철 폐액 처리업체로서, 환경친화적 공정의 개발에 관심이 큰 PSChem 의 현장에서 시험 적용중이다.

참고문헌

- [1] . method for electrolytic regeneration and copper recovery USP4468305, 1984
- [2] Sangchel Nam, Chongwoo Nam, Yongsug Tak, Seungmo Oh, J. of KSEE, Vol. 19, No.6, 773(1997).
- [3] Copper etching by ferric chloride solution, Electrochemistry Systems., LTD, 1999
- [4] Hillis, M. R., Trans. Inst. Met. Finishing. 57, 73(1979).
- [5] P. Adaikkalam, G. N. Srinivasan, and K. V. Venkateswaran, JOM, 48(2002).

살초제 atrazine에 의한 미세조류의 생물학적 축적 및 생물학적 분해

Akhil N. Kabra, 이민선, El-Sayed Salama, M. Shatheesh Kumar, 전병훈*
연세대학교 환경공학과

Bioaccumulation and biodegradation of the herbicide atrazine by freshwater microalgae

Akhil N. Kabra, Minsun Lee, El-Sayed Salama, Shatheesh Kumar, Byong-Hun Jeon*
Department of Environmental Engineering, Yonsei University

Atrazine [2-chloro-4-(ethylamino)-6-(isopropylamino)-s-triazine] is used to efficiently control broadleaf and grassy weeds in agriculture and its widespread application, persistence and mobility have led to its frequent detection in ground and surface water sources [1]. Atrazine imposes detrimental effects on the aquatic ecosystem and can also affect the human endocrine, central nervous, immune and reproductive systems. Various techniques have been reported for atrazine removal, but these methods have disadvantages that include low efficiency and high cost [2]. Microalgae can serve as potential biological agents to remove these toxic compounds from the contaminated water streams to a substantial level. This study evaluated the toxicity of herbicide atrazine, along with its bioaccumulation and biodegradation in the green microalga *Chlamydomonas mexicana* (*C. mexicana*). At low concentrations (10 µg/L), atrazine had no profound effect on the microalga, while higher concentrations (25, 50 and 100 µg/L) imposed toxicity, leading to inhibition of cell growth and chlorophyll *a* accumulation by 22, 33 and 36%, and 13, 24 and 27%, respectively. Atrazine 96-h EC50 for *C. mexicana* was estimated to be 33 µg/L. Simultaneous bioaccumulation and biodegradation of atrazine by the microalga resulted in 14-36% atrazine degradation at 10-100 µg/L. Increasing atrazine concentration decreased the total fatty acids and increased the unsaturated fatty acid content in the microalga. Carbohydrate content increased with the increase in atrazine concentration up to 15%. This study shows that *C. mexicana* has the capability to degrade atrazine and can be employed for the remediation of atrazine contaminated streams.

참고문헌

1. Vonberg, D., Vanderborght, J., Cremer, N., Putz, T., Herbst, M., and Vereecken, H., "20 years of long-term atrazine monitoring in a shallow aquifer in western Germany," *Water Res.*, 50, 294-306 (2013).
2. Schroder, P., Harvey P., and Schwitzguebel P., "Prospects for the phytoremediation of organic pollutants in Europe," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 9, 1-3 (2002).

CT-38 오염저감

도시하수에서 배양한 미세조류의 영양성분 제거 및 생화학적 특성에 관한

광산 배수의 영향

지민규, El-Sayed Salama, Akhil N. Kabra, 전병훈*

연세대학교 환경공학과

Effect of mine drainage on nutrient removal and biochemical properties of microalgae cultivated in concentrated municipal wastewater

Min-Kyu Ji, El-Sayed Salama, Akhil N. Kabra, Byong-Hun Jeon*

Department of Environmental Engineering, Yonsei University

Coupling of advanced wastewater treatment with microalgal biomass production is an economical and environmentally sustainable strategy for bioenergy production and CO₂ reduction [1]. Effect of mine drainage on the nutrient removal efficiency of a green microalga *Micratinium reisseri* (*M. reisseri*) from concentrated municipal wastewater (CMW) with simultaneous biomass/lipid and fatty acid production was investigated. Different dilution ratios (1-10%) of CMW either with mine drainage with Fe (MDF) or mine drainage without Fe (MDOF) were used. *M. reisseri* showed the highest growth (0.8 g/L) and nutrient uptake (35.9 TN and 5.4 TP mg/L) at 3% MDF ([Fe]_{tot}=6.7 mg/L), and the highest lipid productivity (10.4 mg/L per day) at 5% MDF ([Fe]_{tot}=11.2 mg/L) after 15 days. CMW supported the microalgal autoflocculation due to formation of phosphate, calcium and magnesium precipitates at a high suspension pH. Fatty acid methyl ester (FAME) analysis revealed that the microalgal lipids possessed 79-82% of C16/C18 fatty acids. Application of mine drainage improved the nutrient removal efficiency, growth and lipid productivity of *M. reisseri* cultivated in CMW.

참고문헌

1. Razzak, S., Hossain, M., Lucky A., Bassi, A., and Lasa b, H., "Integrated CO₂ capture, wastewater treatment and biofuel production by microalgae culturing-A review," *Ren. Sustain. Energ. Rev.*, 27, 622-653 (2013).

일반세션
청정기술

3월 28일(금) 09:30~12:35

금호백도홀

바이오리파이너리에서의 청정기술의 새로운 역할

김상용*

한국생산기술연구원 그린공정연구실용화그룹

New Role of Clean Technology in Biorefinery

Sangyong Kim*

Green Materials and Process R&BD Group, KITECH

기존 석유에 기반을 둔 화학제품의 생산 방식은 석유 고갈에 따른 가격 상승과 불안정한 수급으로 지속성에서 한계를 보이고 있으며 철강 생산과 더불어 지구온난화 가속화의 주요 대상으로 인식됨에 따라 재생가능한 바이오매스 자원의 원료화에 따른 바이오리파이너리가 탄소 중립적 화학소재와 연료 공급 방식의 대안으로 집중 조명되고 있다. 하지만 탄화수소물인 화석원료와는 달리 탄수화물이나 지질로 구성된 바이오매스를 본격적인 화학산업 원료로 채택하기 위해서는 석유 정제와는 뚜렷이 구분되는 탈구조화에 따른 당화와 성분 분별이 요구된다. 이후 저분자물질로의 일차 전환에서도 가수분해, 환원 중심의 반응을 거친 후에야 이차 전환부터 수소화나 기능성 그룹의 치환 반응과 같은 석유화학 기반의 공정에 연계되는 특성을 지니고 있다. 따라서 성공적인 바이오리파이너리에는 청정기술의 요소로서 저에너지형 바이오매스 전처리, 그린 탄수화물 및 지질 화학, 그린 화학합성, 산업바이오기술, 효율적 바이오물질의 분리정제가 일련의 바이오매스 제품 생산 밸류 체인을 따라 관계하게 된다. 궁극적으로는 바이오매스 유래 원료의 100% 활용, 폐기물 발생 최소화, 높은 전환율-수율-순도의 안정적 유지 등이 최적화된 공정으로 상업 규모의 시설에서 검증될 때 본래의 자원순환과 이산화탄소 배출 저감 효과를 지닌 상태에서 의미있는 규모로 범용 화학제품의 공급이 보장될 것이다. 이러한 새로운 생산방식의 객관적 검증을 위해서는 원료 생산에서부터 최종 생산 단계까지 전과정에 걸친 지속가능성에 연관된 지표를 대상으로한 전과정평가가 요구되며 부가적으로는 제조 부산물과 폐기물의 재이용과 재활용도 자원보존과 제조원가저감 측면에서 반드시 병행될 요소이다. 지금까지 주로 산업활동에서 원료대체와 재이용 등을 통해 사전 오염저감을 선도해온 청정기술은 바이오리파이너리와 같은 미래 생산방식에서도 환경적-경제적-사회적 요건을 동시에 충족시키는 핵심 기술로서 더욱 새로운 역할이 기대된다.

CT-41 청정기술

열분해에 의한 폐인조대리석으로부터 유용한 자원의 화학적 재활용

서양곤*, 주세영, 조지훈, 나세준, 최우빈, 이용순[†] (경상대학교 생명화학공학과, [†](주)알앤이)

Chemical Recycling of Useful Resources from Artificial Marble Wastes by Pyrolysis

Yang Gon Seo*, Se Young Ju, Ji Hun Jo, Se Jun Na, Woo Bin Choi, Young Soon Lees[†]

Department of Chemical and Biological Engineering, Gyeongsang National University

[†]R and E Ltd.

인조대리석은 주거용과 상업용으로 나눌 수 있으며, 90%가 주거용 부엌가구로 사용되고 나머지 10%가 상업용으로 사용되고 있다. 인조대리석을 건축 재료로 사용하기 위해 광택처리 또는 제단하는 과정에서 약 15~20%의 분진 또는 스크랩 등의 폐기물이 발생한다. 현재 폐인조대리석은 전량 매립 또는 소각을 통해 처리함으로 2차적인 대기 및 토양오염을 유발하며 재생 가능한 중요한 자원이 낭비되고 있는 실정이다. 게다가 매립에 의한 처리는 엄격한 규제, 원자재의 가격 상승 그리고 낮은 생분해도 때문에 기피되고 있다. 평균적으로 인조대리석은 65%의 수산화알루미늄 (Aluminum hydroxide)과 약 3%의 안료, 가교제와 안정제 등을 포함하여 35%의 Poly(methyl methacrylate) (PMMA)로 구성되어 있다. 특히 PMMA는 열분해를 통하여 약 97%까지 모노머인 methyl methacrylate (MMA)로 높은 비율로 회수가 가능한 것으로 알려져 있다 [1-4]. 또한 수산화알루미늄은 열분해를 통해 산화알루미늄 (Aluminum oxide)으로 재생이 가능하다[5]. 따라서 폐인조대리석의 열분해는 중요한 자원인 모노머 MMA와 산화알루미늄의 회수를 위한 매립 처리를 대신할 수 있는 대안이 된다.

본 연구에서는 폐인조대리석으로부터 유용한 자원을 회수하기 위하여 분진과 스크랩 형태의 폐인조대리석을 회분식 교반기 반응기에서 열분해하여 반응기 상부로 증발되는 기체 상을 응축하여 원 (crude) MMA를 얻고, 하부에서 산화알루미늄을 얻었다. 또한 원 (crude) MMA의 색도를 제거하며 MMA의 순도를 향상시키고자 회분식 진공 증류를 이용하였다. 열분해 반응기에서 얻어진 산화알루미늄은 하소공정을 통해 정제하였다. 이를 통해 MMA는 80% 및 알루미늄은 95%를 원료로 회수가 가능하였다. 아울러 폐인조대리석으로부터 65%의 유용한 자원을 회수함으로써 폐기물 발생량도 감소시키는 효과가 있었다.

참고문헌

1. Smolders, K., and Baeyens, J., "Thermal degradation of PMMA in fluidised beds," *Waste Manage.*, **24**, 849 (2004).
2. Achilias, D. S., "Chemical Recycling of Poly(methyl methacrylate) by pyrolysis. Potential Use of the Liquid Fraction as a Raw Material for the Reproduction of the Polymer," *Eur. Polym. J.*, **43**, 2564 (2007).
3. Lopez, G., Artetxe, M., Amutio, M., Elordi, G., Aguado, R., Olazar, M., and Bilbao, J., "Recycling Poly-(methyl methacrylate) by Pyrolysis in a Conical Spouted Bed Reactor," *Chem. Eng. Process.: Process Intensification*, **49**, 1089 (2010).
4. Grause, G., Predel, M., and Kaminsky, W., "Monomer Recovery from Aluminium Hydroxide High Filled Poly(methyl methacrylate) in a Fluidized Bed Reactor," *J. Anal. Appl. Pyrolysis* **75**, 236 (2006).
5. Jang, D.H., Nam, B.D., Choi, C.Y., Na, S.H., Nah, J.W., "Pyrolysis of Waste Marble Powder," *The Korean Society of Industrial and Engineering Chemistry, Annual Meeting Abstracts*, **35(1)**, 157 (2007).

CT-42 청정기술

전자빔 조사에 의한 축산 액비 적용 탄소화합물 복합 초흡수제의 특성 향상

성윤기, 김병수, 김준영[†], 김택현[†], 이병환^{*}
계명대학교 화학시스템공학과, [†]한국원자력연구원
(*leeb@kmu.ac.kr)

Property improvement of carbon compound composite superabsorbents by electron beam irradiation for the use of livestock liquid fertilizer

Yoonki Sung, Byungsu Kim, Junyoung Kim[†], Takhyun Kim[†], Byunghwan Lee^{*}
Department of Chemical System Engineering Keimyung University,
Korea Atomic Energy Research Institute[†]

최근 축산분뇨 해양투기 금지 조치로 액비화 비율이 급증하고 있지만, 축산 액비는 비싼 가격과 액상으로의 수송 및 보관, 살포 등의 취급불편으로 문제점이 발생하고 있다. 본 연구에서는 축산폐수 처리 및 액비화를 위해 전자빔을 사용하여 카르복시메틸셀룰로오스(carboxymethyl cellulose)를 기반으로 액비 소재를 개발하고, 현장적용을 위해 탄소산화물인 그래핀산화물(graphene oxide)을 첨가하여 기계적 강도를 높였다. 만들어진 복합 초흡수제는 액비 소재로서의 가능성을 알아보기 위해 증류수, 0.9% NaCl 용액, 우레아에 담지하여 swelling 실험을 수행하였고, UV-vis(Ultraviolet Visible)를 이용하여 release 실험을 수행하였다. 또한 제조된 복합 초흡수제의 물리적, 화학적 특성을 분석하기 위해 gel fraction 측정과 푸리에 변환 적외선 분광기(FT-IR), 주사현미경, texture analysis 등을 사용하였다.

참고문헌

1. Kariman M. El Salmawi and Sayeda M. Ibrahim, "Characterization of Superabsorbent Carboxymethylcellulose/Clay Hydrogel Prepared by Electron Beam Irradiation," *Macromolecular Research*, Vol. 19, No.10(2011) 1029-1034
2. Yiwan Huang, Ming Zeng, Jie Ren, Jing Wang, Liren Fan, Qingyu Xu, "Preparation and swelling properties of graphene oxide/poly(acrylic acid-co-acrylamide) super-absorbent hydrogel nanocomposites," *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 401 (2012) 97-106
3. Jingyi Qiu, Ling Xu, Jing Peng, Maolin Zhai, Long Zhao, Jiuqiang Li, Genshuan Wei, "Effect of activated carbon on the properties of carboxymethylcellulose/activated carbon hybrid hydrogels synthesized by γ -radiation technique," *Carbohydrate Polymers* 70 (2007) 236-242
4. Daniela C. Marcano, Dmitry V. Kosynkin, Jacob M. Berlin, Alexander Sinitskii, Zhengzong Sun, Alexander Slesarev, Lawrence B. Alemamy, Wei Lu, and James M. Tour, "Improved Synthesis of Graphene Oxide," *ACS NANO* Vol. 4 No. 8 4806-4814
5. Amany I. Raafat, Mana Eid, Magda B. El-Arnaouty, "Radiation synthesis of superabsorbent CMC based hydrogels for agriculture applications," *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 283 (2012) 71-76
6. Mohammad J. Zohuriaan-Mehr, Kouros Kabiri, "Superabsorbent Polymer Materials : A Review," *Iranian Polymer Journal* 17 (6), 2008, 451-477

DME 생산공정에서 메탄올을 이용한 이산화탄소 제거 공정 연구

노재현, 김동선, 조정호*
공주대학교 화학공학부

A Study for Carbon dioxide Removal Process Using Methanol Solvent in DME Manufacture Process

Jaehyun Rho, Dong Sun Kim, Jungho Cho*
Department of Chemical Engineering, Kongju National University

본 연구에서는 이산화탄소 제거 용매로써 메탄올 수용액을 사용하는 공정을 모델링하여 유틸리티 소모량을 도출하였다. 공정을 모델링을 하기 위하여 사용한 공정모사기는 Aspen tech 사의 Aspen Plus version 8.4를 사용하였으며 적용한 열역학 모델식으로는 PC-SAFT (Perturbed-Chain Statistical Associating Fluid Theory) 상태방정식을 사용하였다. 그리고 PC-SAFT 상태방정식에서 필요한 이성분계 상호작용 파라메타를 결정하기 위하여 관련된 실험 데이터를 수행하고 회귀분석을 통해 새롭게 결정하였으며 결정한 파라메타의 정확성은 실험 데이터와의 비교를 통해 검증하였다. 이러한 모델식과 검증한 파라메타를 사용하여 공정을 모델링 하였으며 최적 순환유량과 운전압력 그리고 원료 주입단 등을 결정하여 공정 최적화를 수행하였다. 한편, PC-SAFT 상태방정식에 대한 정확성을 비교하기 위해 비교 대상으로 한 모델식으로는 SAFT 상태방정식과 NRTL + Henry + Soave-Redlich-Kwong를 함께 사용한 Two model approach 모델식으로 정하였다.

참고문헌

1. T. A. Semelsberger, R. L. Borup, and H. L. Greene, "Dimethyl Ether (DME) as an Alternative Fuel", *Journal of Power Sources*, 156, 497 (2006).
2. C. Arcoumanis, C. Bae, R. Crookes, and E. Kinoshita, "The potential of dimethylether (DME) as an alternative fuel for compression-ignition engines: A review", *Fuel*, 87, 1014 (2008).
3. C. W. Choi, W. Cho, Y. S. Baek, and K. H. Row, "Experimental Study on the Synthesis of Dimethyl Ether" *J. Korean Ind. Eng. Chem.* 17, 125, (2006).
4. Y. G. Mo, W. Cho, and Y. S. Baek, "Development of Direct DME Synthesis Process" *J. Korean Institute of Gas* 14, 41, (2010).
5. J. Gross and G. Sadowiski, "Perturbed-Chain SAFT: An Equation of State Based on a Perturbation Theory for Chain Molecules", *Ind. Eng. Chem. Res.*, 40, 1244, (2001).
6. I. Senol., "Perturbed-Chain Statistical Association Fluid Theory (PC-SAFT) Parameters for Propane, Ethylene, and Hydrogen under Supercritical Conditions" *Chem. Eng. Sci.*, 59, 1244, (2011).
7. D. C. Montgomery, "Introduction to Linear Regression Analysis", 1, 51, John Wiley & Sons Inc, San Francisco, (2012).

CT-44 청정기술

LCO₂로부터 발생하는 BOG 측정 실험 및 동적 모사기를 활용한 비교 연구

박진우, 김동선, 고민수[†], 조정호^{*}

공주대학교 화학공학부

삼성중공업(주)[†]

Comparative study of BOG generated from LCO₂ using experimental measurements and dynamic simulation

Jinwoo Park, Dong Sun Kim, Minsu Ko[†], Jungho Cho^{*}

Department of Chemical Engineering, Kongju National University

Samsung Heavy Industries[†]

보통 우리는 에너지를 얻기 위해 탄화수소로 이루어진 화석연료를 많이 사용한다. 이때, 에너지는 화석연료를 태워 나오는 열로부터 얻어지며 연소과정에서 탄화수소는 산소와 반응하여 이산화탄소와 물로 변한다. 즉 화석연료로부터 에너지를 얻으면 반드시 이산화탄소가 배출되게 된다. 이렇게 화석연료 사용이 늘어나면 필수 불가결하게 이산화탄소의 배출량은 늘어날 것으로 판단되며 지구온난화를 방지하기 위해서는 이산화탄소 포집 및 저장기술(Carbon Capture and Storage, CCS) 개발이 요구되고 있다. 즉, 이산화탄소를 대량발생원으로부터 포집한 후 압축, 액화 시킨 뒤 수송의 과정을 거쳐 육상이나 해양의 지중에 안전하게 저장하거나 유용한 물질로 전환함으로써 온실가스의 배출을 억제하려는 CCS 기술이 점차 부각되고 있다. 이 과정에서 수송시 액화 이산화탄소가 선박의 진동에 의한 유체의 마찰, 외부열의 침투 또는 액화 이산화탄소의 선적, 하역 등으로 인해 지속적으로 BOG(Boil-Off Gas)가 발생하게 된다. 따라서 본 연구에서는 40 m³ 저장 Tank 2대에 액화 이산화탄소를 주입하여 30일간 발생하는 BOG의 양과 조성을 측정하고, 실험 결과를 활용하여 동적 모사기인 Invensys사의 Dynsim 5.1을 이용하여 실험 결과를 비교하였다. 또한, 실험 조건을 기준으로 고압과 저압 상황을 모사하여 압력과 온도, BOG 발생량의 변화를 예측할 수 있었다.

참고문헌

1. Ko, M. S., "CCS economics evaluation through the ocean transportation", Korean Chem. Eng. Res (2011).
2. Smith, J. M., Van ness, H. C., and Abbott, M. M., "Chemical engineering thermodynamics", 7th ed., McGraw-Hill, New York (2005).
3. Lee, J. C., "Liquefaction process evaluation for the transport of large capacity of CO₂ through shipping", Korean Chem. Eng. Res, (2011).

CT-45 청정기술

SNG 합성공정에서 Diethanolamine 수용액을 이용한 고농도 CO₂ 제거공정의 설계

조두희, 김동선, 조정호*
공주대학교 화학공학부

The design of the high concentration CO₂ removal process of using the Diethanolamine aqueous solution in SNG synthesis process

Du Hee Cho, Dong Sun Kim, Jungho Cho*
Department of Chemical Engineering, Kongju National University

최근 고유가 현상으로 인해 석유를 대체할 에너지원에 대한 관심이 높아지고 있으며 석탄은 향후 석유를 대체하여 에너지원으로 사용될 수 있는 후보 중에 하나로 여겨지고 있다. 석탄가스화를 통해 얻어진 합성가스(syngas)는 CO, H₂가 주성분으로 가스터빈, 가스엔진을 통한 발전뿐만 아니라 적절한 정제, 분리 및 합성 공정을 통해 다양한 종류의 가스 및 액체 연료는 물론 메탄올, 수소와 같은 화학원료를 얻을 수 있다. 이러한 공정들은 이미 원유나 천연가스를 기반으로 하는 석유화학 공정에서 상업화 되어있다. 다양한 공정에서 응용중의 하나로 수성가스전환공정(Water gas shift reaction)과 CO₂ 분리공정, 메탄화 공정을 통해 SNG(substitute natural gas)대체천연가스를 얻을 수 있다. 합성공정 중 CO₂ 분리공정에서 Diethanolamine을 이용하여 고농도의 CO₂를 제거하는 공정을 설계하고자 한다. 이 때, 고농도의 CO₂ Feed를 분리하고자 할 때 흡수탑으로 유입되는 CO₂ 양에 맞춰 흡수제가 유입되게 되면 loading의 편차가 커져 Column의 Sizing이 불가하게 된다. 본 연구에서는 흡수탑으로 유입되는 CO₂의 유입량을 조절하여 Column의 Sizing이 가능하도록 하는 공정을 설계를 수행하고 흡수제의 순환유량과 재생탑의 Reboiler Heat duty값을 비교하였다.

참고문헌

1. J. D. Lawson., and A. W. Garst., "Gas Sweetening Data: Equilibrium Solubility of Hydrogen Sulfide and Carbon Dioxide in Aqueous Monoethanolamine and Aqueous Diethanolamine Solutions"., Amoco Production Co., Research Center, P.O. Box 59 7, Tulsa, Okla. 74 702
2. S Takami, A Hirayama, Y Hirai "Development of a high efficiency substitute natural gas production process", Volume 45, Issues 1-4, 19 October 1998, Pages 393-397

인시투 메틸화반응을 통한 합성가스 전환반응에서 화학평형 극복

이지혜, 최예슬, 이정규*
동아대학교 화학공학과

Syngas Conversion beyond Chemical Equilibrium by *In-situ* Methylation

Jihye Lee, Yeseul Choi, Jung Kyoo Lee*
Department of Chemical Engineering, Dong-A University

석탄, 천연가스, 바이오매스와 여러 공정으로부터 부산되는 합성가스(CO+H₂)로부터 석유의 대체 자원이나 고부가가치의 석유화학원료를 제조하기 위한 복합촉매의 개발에 대한 많은 연구가 수행되고 있다. CZA(CuO/ZnO/Al₂O₃), CrZ(Cr₂O₃/ZnO)의 금속촉매상에서 합성가스의 메탄올 합성반응은 고압 및 저온 조건이 요구되는 평형제한적인 반응이다[1-2]. 본 연구에서는 합성가스로부터 메탄올을 합성하는 반응과, 메탄올과 톨루엔의 메틸화 반응을 동시에 수행할 수 있는 이원기능성 복합촉매를 제조하여 톨루엔의 인시투 메틸화 반응을 통해 자일렌을 합성하는 반응을 수행하였다. 메탄올합성촉매(CZA, CrZ)와 톨루엔 메틸화반응촉매(HZSM-5, SiO₂/Al₂O₃=30)를 물리적으로 혼합하여 이원기능성 복합촉매를 제조하였다. 이원기능성 촉매상에서 반응을 수행함으로써 금속촉매에서 합성된 메탄올이 즉각적으로 산촉매를 거쳐 자일렌으로 전환되어[3], 메탄올 합성반응에서의 열역학적 평형제한을 극복할 수 있다. 본 연구에서는 메탄올 합성촉매 CZA와 CrZ의 성능을 비교하고, 이원기능성 촉매상에서 합성가스의 열역학적 평형제한 극복을 평가 및 분석하였다[4].

참고문헌

1. Marschner, F., and Moeller, F. W., "Methanol synthesis". in: *Appl. Ind. Catal.*, vol.2, Elsevier Inc., (1983)
2. Suh, Y. W. et al. "Active sites in Cu/ZnO/ZrO₂ catalysts for methanol synthesis from CO/H₂." *Catal. Today.*, 63 447-452 (2000)
3. Arandes, J. M., et al. "Study of Physical Mixtures of Cr₂O₃-ZnO and ZSM-5 Catalysts for the Transformation of Syngas into Liquid Hydrocarbons," *Ind. Eng. Chem. Res.* 37, 1211-1219 (1998)
4. S. Lee, et al "An in situ methylation of toluene using syngas over bifunctional mixture of Cr₂O₃/ZnO and HZSM-5," *Appl. Catal. A: General.* 466, 90-97 (2013)

CT-47 청정기술

추출제 D2EHPA와 TBP를 Polysulfone으로 고정화한 비드를 이용하여 수중의 스트론튬 이온 제거

박정민, 이민규* (부경대학교 화학공학과)

Removal of strontium ion in aqueous solution using bead of immobilized D2EHPA and TBP in Polysulfone

Jeong-Min Park, Min-Gyu Lee*

Department of Chemical Engineering, Pukyong National University,

2011년 3월 11일, 도호쿠 지방 태평양 앞바다의 지진과 쓰나미로 인해 후쿠시마 제1원자력 발전소의 냉각 시스템이 고장나면서 발생한 사고로 인하여, 매일 세슘 137과 스트론튬 90이 하루에 약 600억 Bq씩 태평양으로 방출되고 있다. 특히 스트론튬은 신체의 세포와 결합하여 백혈병, 빈혈, 유전적 변화 및 기타 질병을 일으키는 것으로 알려져 있다.

일반적으로 스트론튬과 같은 방사능 물질을 제거하기 위하여 침전법, 이온교환법, 흡착법 및 용매추출법 등의 다양한 방법들이 사용되고 있다. 그 중에서 용매추출법은 제거효율이 높고 추출속도가 빠르다는 장점이 있어 방사능 물질 및 금속 이온을 제거하는데 주로 사용되고 있다. 하지만 용매추출법은 다량의 유기용매가 필요하며, 유기용매가 유출될 경우 악취 및 화재와 같은 환경오염이 발생할 수 있다는 단점을 가지고 있다.

최근에는 용매 추출법의 단점을 보완하기 위해서 추출제를 고분자물질에 고정화하는 연구가 활발히 진행되고 있다. Yang et al.[1]은 고분자 물질인 Polysulfone을 이용하여 추출제 D2EHPA를 고정화하여 구리 이온을 제거하는 연구를 수행하였고, 또한 추출제 D2EHPA를 고분자 물질 Polystyrene에 고정화하여 구리, 아연 그리고 카드뮴이온을 회수하는 연구를 하였다.

또한 Yan et al.[2]은 금속이온을 제거하는 경우에 추출제 D2EHPA를 단일로 사용하는 경우보다는 추출제 D2EHPA와 TBP를 함께 사용하는 경우가 시너지효과에 의해서 금속 이온의 추출효율이 더 향상되었다고 보고 하였다. 따라서 추출제 D2EHPA와 TBP를 혼합하여 고분자 물질에 고정화하면 수중의 금속 이온의 제거능이 향상될 것이라고 기대된다.

따라서 본 연구에서는 추출제 D2EHPA와 TBP를 혼합하여 안정성이 우수한 Polysulfone에 고정화하여 고상추출제 PTD를 제조하였다. 합성한 PTD는 SEM, FT-IR 및 TGA를 이용하여 특성분석을 하였으며, Sr^{2+} 의 초기 농도 변화에 따른 제거능, 온도의 영향, 그리고 pH의 영향에 대해 조사하였다.

결과 및 고찰

합성한 고상추출제는 SEM, FT-IR 및 TGA분석을 통하여 추출제인 D2EHPA와 TBP가 Polysulfone에 잘 고정되었음을 확인하였다. 고상 추출제에 의한 Sr^{2+} 의 제거능을 비교하기 위하여 Sr^{2+} 의 초기 농도를 5-150 mg/L로 하여 실험을 실시하였으며 평형은 120 min에 도달하였다. 고상 추출제에 의한 Sr^{2+} 의 제거는 Langmuir 등온식에 잘 만족하였으며, 이때 최대 흡착량은 2.29 mg/g으로 계산되어졌다.

참고문헌

1. Yang, W. W., Luo, G. S., Wu, F. Y., Chen, F., and Gong, X. C., "Di-2-ethylhexyl phosphoric acid Immobilization with Polysulfone Microcapsules", *Reactive & Functional Polymers*, **61**, 91-99 (2004).
2. Yan, Z., Zhang, X., Tian, X., Zhu, Q., and Xie, J., "Oxidative Stripping of Vanadium from Mixed Solvents of D2EHPA and TBP by Hydrogen Peroxide", *Hydrometallurgy*, **139**, 9-12 (2013).

CNG 인젝터의 성능 평가에 대한 실험적 연구

장영석, 이은도, 오광철[†], 신병철[‡], 최석천*
한국생산기술연구원, [†]자동차부품연구원, [‡]주식회사 씨지에스

An Experimental Study for performance evaluation of CNG injector

Yeong-Seok Jang, Uen-Do Lee, Kwang-Chul Oh[†], Byung-Cheol Shin[‡], Seok-Cheon Choi*
Korea Institute of Industrial Technology, [†]Korea Automotive Technology Institute, [‡]Corea Gas System

Abstract

Many countries concerned about development and utilization of various fuels including natural gas because of increasing exhaust gas regulation and oil prices. In addition, increasing fuel shipping price also great issue in petroleum fuels use field. In recent, natural gas great attention due to shale gas booming in United States. There are many advantage in utilizing natural gas such as lower price than petroleum fuel(due to much larger reserve location than petroleum fuel reserve location), cleaner than petroleum fuel (due to low sulfur content fuel). When natural gas applied to an automobile engine, thermal efficiency and compression ratio are increased because of natural gas octane number is 120 which is higher than petroleum fuel. This paper investigate performance of CNG(compressed natural gas) injector for various test variations(air regulator output pressre, fuel pipe length). Supply gas used during the CNG injector performance test in consideration of safety, instead of directly using the CNG, it is used in compressed the dry air. In experiments, Spray pressure(max value, mean value) and spray delay time measurements were recorded oscilloscope under steady state conditions for dry air. This paper compared original injector performance with new injector.

Reference

1. M.A. Kalam and H.H. Masjuki, "An experimental investigation of high performance natural gas engine with direct injection", Energy, 36, 3563-3571(2011).
2. M.U. Aslam, H.H. Masjuki, M.A. Kalam, H. Abdesselam, T.M.I. Mahlia, M.A. Amalina, "An experimental investigation of CNG as an alternative fuel for a retrofitted gasoline vehicle", Fuel, 85, 717-724(2006).
3. Yu Liu, Jeongkuk Yeom, Seongsik Chung, "A study of spray development and combustion propagation processes of spark-ignited direct injection(SIDI) compressed natural gas(CNG)", Mathematical and Computer Modelling, 57, 228-244(2013).

기-고 순환 유동층에서 극미분 철광석 입자의 비산특성 해석

임관희, 이동현[†]
성균관대학교 화학공학부
(dhlee@skku.edu)[†]

Study on elutriation characteristic of ultra fine iron ore in a gas-solid circulating fluidized bed

GuanHe Rim, DongHyun Lee[†]
Department of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University
(dhlee@skku.edu)[†]

유동층 반응기를 이용하여 철광석을 환원 시키는 공정에서는 원료로 값이 저렴한 극미분 입자를 전처리 공정 없이 사용한다. 이렇게 원료의 전처리 공정이 없고 대부분의 생성가스들은 재활용 되어 유동층 반응기에서 환원 가스로 사용되기 때문에 대기 오염물질의 배출량이 매우 적은 친환경 제철 공정이라고 할 수 있다. 하지만 극미분 입자들이 쉽게 비산되기 때문에 원료 손실로 인한 dust가 발생할 가능성이 높다. 본 실험에서는 극미분광들이 비산으로 인해 발생하는 문제를 해결하기 위해 continuous system인 순환 유동층에서 극미분 철광석 입자들의 비산특성을 연구 하였다.

순환유동층 반응기는 내경이 0.1 m이고 높이가 3.7 m이며, 평균입경이 48 μm 이고 밀도가 4,479 kg/m^3 인 작고 무거운 철광석(fine particle)과 평균입경이 145 μm 이고 밀도가 4,200 kg/m^3 인 크고 가벼운 철광석(coarse particle)을 혼합하여 실험입자로 사용하였다. 추가적으로 실제 공정에서 황을 제거하는 목적으로 사용되는 석회석(부원료)을 9% 혼합하였다. 혼합하는 부원료의 크기가 비산특성에 미치는 영향을 확인하기 위해 석회석의 최대 size를 2,000 μm , 1,000 μm , 500 μm , 250 μm 로 감소시켜 가며 실험하였고, 기체 유속조건은 0.5 - 1.0 m/s이다. 각 실험 조건에서 정상상태가 얻어진 후 downcomer에서 block valve를 일정시간 동안 잠궈 입자를 받은 후 무게를 측정하여 실험적인 elutriation rate 값을 얻어 내었다. 선행연구자들이 제안한 Geldart grup A, B 입자들에 적용 가능한 correlation을 이용하여 계산한 elutriation rate값을 실험값과 비교해 보았을 때는 높은 오차가 발생하였지만, 극 미분입자들의 agglomeration을 고려한 식을 함께 사용했을 경우 낮은 오차로 예측 가능하다는 것을 확인할 수 있었다.

기체유속에 따른 다중벽 탄소나노튜브 응집체들의 수력학적 특성

정승우, 이재훈, 이동현*
성균관대학교 화학공학부

Hydrodynamic characteristics of MWCNT agglomerates with superficial gas velocity

Sung Woo Jeong, Jae Hoon Lee, Dong Hyun Lee*
School of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University

기체유속에 따른 다중벽 탄소나노튜브(MWCNTs) 응집체의 거동과 층팽창의 변화를 파악하기 위해서 242 μm 의 평균 입자 크기와 84 kg/m^3 의 밀도를 갖는 MWCNTs 응집체를 사용하였다. 본 연구에 사용한 상온 유동층은 내경이 0.14 m이고 높이가 2 m이다. 최소유동화 속도는 층이 안정적으로 유지되는 0.44 cm/s로 결정하였다. 최소유동화 속도 이상의 유속에서 MWCNTs 응집체는 particulate fluidization의 거동을 보였다. 유속이 증가함에 따라 MWCNTs 응집체의 층 높이는 지속적으로 증가하였는데, 기-고 유동층에서 particulate fluidization 거동을 보이는 Geldart A group 입자와 비교하였을 때, 상대적으로 더 높은 층 팽창률을 보였다. $10.75 U_{mf}$ 유속 조건에서 최대 층높이를 형성하였고, 그 높이는 초기 정지 상태 층 높이의 2.56배에 해당하였다. $10.75 U_{mf}$ 이상으로 유속을 증가시키면 층 높이가 감소하면서 bubbling fluidization 과 유사한 거동을 보였다. 유속에 따른 MWCNTs 응집체의 거동은 Geldart group A 입자의 거동 형태와 유사하였지만 상대적으로 매우 큰 층 팽창률에 의하여 층의 공극률이 크다는 특징이 있다.

일반세션
청정에너지

3월 28일(금) 13:30~16:45

금호백도홀

Recent Research Trends on Polymer Sensor and Organic Photovoltaic Devices

Chang-Lyoul Lee*

Advanced Photonics Research Institute (APRI), Gwangju Institute of Science and Technology (GIST),
123 Cheomdan-gwagiro (Oryong-dong), Buk-gu, Gwangju 500-712, Korea.

In this talk, I will introduce two topics. One is protein sensor based on conjugated polymer and the other is solution processable organic photovoltaic devices

Conjugated polyelectrolyte (CPE) with new signal transduction mechanism, based on sulfonated poly(diphenylacetylene) (SPDPA), was developed. The fluorescence (FL) transduction was controlled by the stack degree of side phenyl rings stacking, but not by interchain aggregation mechanism reported in traditional CPEs. The developed CPE showed relatively weak FL emission in water due to a highly dense stack degree of side phenyl rings, while the stack structure was consistently relaxed by being combined with proteins, showing a great FL amplification. Consequently, the CPE was highly responsive to even a little amount of proteins because each of numerous side phenyl rings act as FL probes. (*Chem. Commun.*, **49**, 9857, 2013).

Solution processable isoindigo based five donor-acceptor-donor (D-A-D) small molecules with different electron donating strength have been designed and synthesized. The variation of electron donating strength of donor group strongly affected the optical, thermal, electrochemical and photovoltaic device performances of isoindigo organic materials. The highest power conversion efficiency of ~3.2% was realized in bulk heterojunction photovoltaic device consisted of ID3T as donor and PC₇₀BM as acceptor. This work demonstrates the great potential of isoindigo moieties as electron deficient units as well as guideline for synthesis of donor-acceptor-donor(D-A-D) small molecules for realizing highly efficient solution processed organic photovoltaic devices. (*Phys. Chem. Chem. Phys.*, **15**, 15193, 2013).

합성가스로부터 발열반응이 수반된 촉매반응공정의 개발 현황

강석환*, 류재홍, 김진호, 김효식, 이윤조[†], 전기원[†]
고등기술연구원, [†]한국화학연구원

Recent Development of catalytic reaction processes accompanied the exothermic reaction from syngas

Suk-Hwan Kang, Jae-Hong Ryu, Jin-Ho Kim, Hyo-Sik Kim, Yun-Jo Lee[†], Ki-Won Jun[†]
Institute for Advances Engineering (IAE),[†]Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT)

일산화탄소와 수소가 포함된 합성가스는 다양한 원료로 전환될 수 있는데, 대부분의 촉매반응들이 온도가 낮고 압력이 높을수록 높은 전환률과 수율을 얻을 수 있다. 전환률이 높을 경우 수반되는 반응열은 증가하는데, 이때 반응기내 촉매층의 온도를 사용범위로 유지하지 못하면 고온으로 인한 촉매의 소결이나 탄소침적으로 인하여 촉매의 비활성화가 발생하게 된다. 따라서, 본 논문에서는 대표적인 발열반응인 메탄올, DME, 피셔-트롭쉬, SNG 등의 합성반응에 사용되고 있는 반응공정에서 반응열을 제어하는 기술의 개발현황에 대해 보고하고자 한다.

생태 효율성을 이용한 화학섬유 산업의 기후변화 대응과 효과분석

박재형, 김정인*

(주)웨코스

153-719 서울특별시 금천구 서부샛길 606 대성 디폴리스 지식산업센터 A동 903호

중앙대학교 경영경제학부 산업경제학과*

456-759 경기도 안성시 대덕면 내리 산 40-1

기후변화의 원인으로 추정되는 온실가스를 줄여 지구온난화를 늦추기 위해 국제사회 및 우리나라 정부는 온실가스 저감을 위해 국제공조를 하거나 국가별로 각종 정책을 입안하여 집행하고 있는 바, 이 같은 국내외 상황에 유연하게 대처하기 위해 섬유업계는 원천기술 확보를 위한 연구·개발 노력을 기울이지 않으면서도 제품생산 과정에 필요한 에너지를 더 적게 소비하고 온실가스를 더 적게 배출하는 기술을 발굴하고 적용하여야 한다.

이를 위해서는 공정 상 에너지를 더 적게 소비하고 온실가스를 더 적게 배출하는 기술을 평가하고 분석해야 하는데 이번 연구에서는 이러한 단계 전에, 선정된 기술에 대해 경제적 효과만 평가했던 기존의 방법을 보완하여 환경적 평가도 실시하여 종합적인 평가지표를 만들어 보이고자 했다.

이에 섬유공정에 대한 에너지 효율 개선 및 온실가스 저감 기술의 환경적 평가지표로, 최근 많이 연구되고 있는 생태효율성(eco-efficiency) 개념 중 도시바에서 사용한 정의식¹⁾을 차용하여 분자는 해당기업의 연 총매출액을 분모는 해당기술 적용 후의 온실가스 배출량을 대입하였다. 사용한 요소는 분자의 경우 기술도입 연도의 총매출액과 분모의 경우 기술 도입후 온실가스 배출량을 선정하여 생태 효율성을 추정 하였다. 효율성에 기반하여 우리나라 화학섬유 생산량 중 다수를 점하는 4개 기업에 2010년부터 2012년까지 도입한 에너지 효율개선 기술에 적용한 결과 최하 2.13부터 6.90까지의 수치가 나왔다.

본 연구의 한계점은 상기분석 대상기업이 에너지효율 개선기술을 도입했을 때 해당기업의 매출액으로 어느 정도 반영되는가에 대한 고려가 충분치 못하였으며, 이를 보완하여 추후연구가 진행된다면 기업의 에너지효율 개선 기술에 대한 보다 정확한 평가지표가 도출될 것으로 생각된다.

키워드: 생태 효율성, 화학 섬유 업종, 에너지 효율, 온실가스

1) <https://www.toshiba.co.jp/env/en/products/ecp/factor.htm>

단열반응기를 이용한 SNG 생산 메탄합성 파일럿 공정 운전

류재홍, 강석환, 김진호, 정기진, 이지은, 김효식, 유영돈, 김광준[†]

고등기술연구원, [†]포스코,

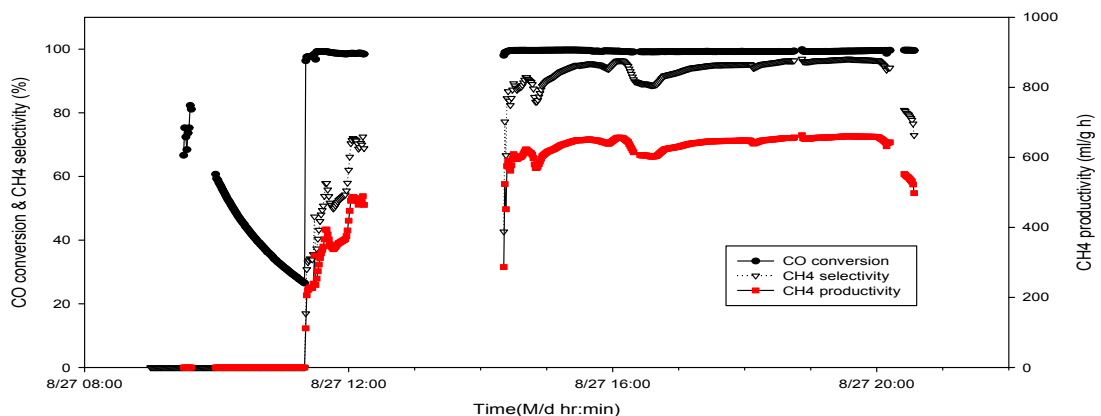
Methanation pilot plant operation for the SNG production with adiabatic reactor

Jae-Hong Ryu, Suk-Hwan Kang, Jin-Ho Kim, Ki-Jin Jung, Ji-Eun Lee, Hyo-Sik Kim, Young-Don Yoo, Gwang-Jun Kim[†]

Plant Engineering Division, Institute for Advanced Engineering, 175-28, Goan-ro, 51 beon-gil, Baegam-myeon, Cheoin-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, 449-863, KOREA,

[†]Gas & Coal Chemical Business Department, POSCO, POSCO Center, 440 Teheran-ro, Gangnam-gu, Seoul 135-777, KOREA

1970년대의 석유파동 계기로 납사 또는 석탄으로 부터 합성가스를 이용한 메탄화 반응을 통하여합성 천연가스 (SNG, Synthetic Natural Gas)를 만들어 내는 연구로부터 개발 되었다. 그러나, 1980년대 이후 석유 및 천연 가스 가격의 안정화로 SNG 관련 연구는 대부분 중단이 되었다 (1, 2). 최근 들어 고유가 현상이 발생하고, 이에 천연가스 가격의 상승에 따라 Coal to SNG 연구에 대한 관심이 높아졌다. 일반적으로 SNG는 석탄, 바이오매스의 가스화 또는 천연가스의 개질로 부터 유도된 합성가스를 수성가스전환 (WGSR, Water Gas Shift Reaction) 반응을 거쳐 약 H₂/CO 비 3에서 메탄화 반응을 통해 SNG를 얻게 된다. 본 연구에서는 석탄가스화로 생성된 합성가스를 정제한 후 수성가스전환반응과 CO₂ 제거 없이 메탄합성 파일럿 공정운전을 수행하였다. 단열 반응기로 구성된 본 공정에서는 기존 상용공정과 달리 재순환 압축공정이 없고, 낮은 H₂/CO비와 스팀 및 CO₂를 동시 공급하여 메탄합성 반응을 수행한 결과 99.7 % CO 전환율과 96% 메탄 선택도를 보였고, 610 ml/h.g.cat. 이상의 메탄 생산성을 확보한 결과를 그림 [1]에 나타내었다.



[그림 26] SNG 파일럿 공정에서의 CO 전환률, CH₄ 선택도 및 생산성

참고문헌

1. Rostrup-Nielsen, J.R., K. Pedersen, J. Sehested, Appl. Catal. A, 330, 2007, 134-138 (2007)
2. Udengaard, N.R., A. Olsen, C. Wix-Nielsen, Pittsburgh Coal Conf., 2006

폐열회수 발전 사업을 이용한 전력거래에 대한 문제점 및 개선방안

손희철†, 김정인*, 김정훈‡

(중앙대학교 박사과정†, 중앙대학교 교수*, 중앙대학교 석사과정‡)

최근 전력시장에서 산업 공정상의 부산물을 연료로 하는 발전기를 자가용에서 상업용으로 전환하거나 상업용으로 신규 발전사업을 계획하는 추세이다. 그러나 이 과정에서 낮은 전력 조달비용과 생산한 전력을 높은 가격으로 팔 수 있는 현재의 거래 형태는 기업이 보유하고 있는 발전설비를 자가용으로 사용하기 보다는 전력을 생산하여 높은 가격으로 판매하는 요인이 되고 있다. 즉, 폐열을 연료로 하는 발전기를 통해 전력을 생산하여 자가용으로 사용하지 않고 상업용으로 전력거래를 하는 경우 기업이 차익을 얻을 수 있는 수단으로 활용될 가능성이 상당히 높은 가운데, 국내 기업들이 폐열을 이용한 발전기의 전력거래 형태와 문제점을 검토하고 현재의 제도를 보완해야 할 필요성이 대두되고 있는 상황이다.

이를 위한 해결방안으로는 첫째, 신재생에너지 공급의무화 제도와 연계하는 방안이다. 폐열로 생산한 전력을 자가용으로 사용하는 전력량에 대해서 신재생에너지 공급의무화 제도의 공급인증서를 부여함으로써, 이를 시장에 판매하는 인센티브를 부여하여 폐열을 이용한 발전에 대한 자가발전을 유도할 수 있도록 한다. 외국의 경우에는 폐열에 관련한 의무나 인센티브인 RHO(Renewable Heat Obligation)나 RHI(Renewable Heat Incentive)의 도입을 고려중인데, 우리나라도 이와 같은 것을 추진하여 RPS와 연계하여 추진할 필요가 있다고 본다.

두 번째로, 폐열의 판매단가와 전력구매단가를 동일하게 규제하는 방안이다. 현재 폐열과 같은 산업부산물을 이용한 발전사들은 상업용으로 발전허가를 받아 발전량 전량을 판매하고 있으므로 전력 판매와 구매간 차익을 규제하기 위해 총괄원가를 적용하여 한전에 판매금액을 규제하고 있다. 하지만 지속적인 산업용 요금 인상으로 현재 폐열을 사용하여 발전하는 기업의 전력 구입단가가 총괄원가를 추월할 것으로 예상되는 가운데, 전력 판매가와 구매가를 동일하게 규제한다면 복잡한 총괄원가에 의한 기업들과 마찰이 감소하고, 산업용 전기요금 인상에 따라 자가발전 비율을 높이는 등 긍정적인 효과를 가져다 줄 것으로 보인다.

마지막으로, 폐열 제공 및 발전 기업을 대상으로 일정 비율(%)을 기업 내 강제 소비하게 하는 방안이다. 현재 국내 기간산업인 철강, 석유화학, 시멘트 등의 산업은 기업에서 폐열이 발생할 경우 해당 에너지원으로 인한 발전량의 일정 비율을 기업내에서 소진하도록 유도할 수 있는 국가 기준이 부재한 실정이다. 따라서 자가발전으로 인한 전력의 안정적인 수급 및 가격차이에 의한 차익 추구를 제지하기 위해 여론수렴과 합의를 통해 산업별 자가발전비율을 강제하는 국가기준 수립이 필요하다.

위와 같은 방안들을 통하여 국내 산업 폐열 활용 발전 전력의 자가 소비를 유도하고, 이는 나아가 전력 공급의 불안정성의 문제, 전력가격의 문제, 국내 에너지 수입 의존도 증가 문제 및 전력가격 국민부담 문제 등을 해결하는데 일조할 것으로 기대된다.

CT-56 청정에너지

하이브리드 석탄을 이용한 고농도 석탄 슬러리 제조에 관한 연구

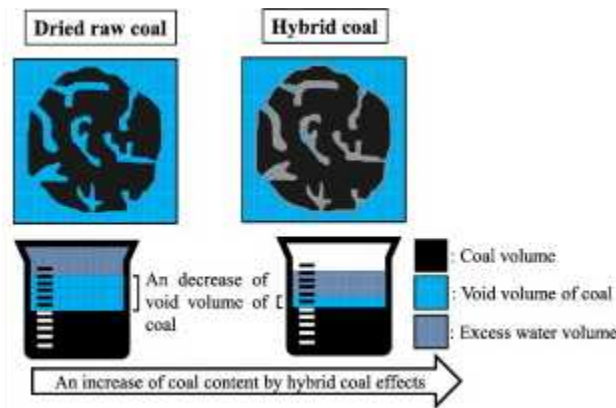
박주형^{a,b}, 배종수^a, 이동욱^a, 이영주^a, 박세준^a, 홍재창^a, 김정근^a, 한춘^b, 박태준^c, 최영찬^{a,*}
한국에너지기술연구원, 기후변화연구본부, 청정연료연구실^a, 광운대학교^b, 한국과학기술정보원^c

Preparation of high coal content of coal-water slurry using hybrid coal and its characterization

Ju-Hyoung Park^{a,b}, Jong-Soo Bae^a, Dong-Wook Lee^a, Young-Joo Lee^a, Se-Joon Park^a, Jai-Chang Hong^a, Joeng-Geun Kim^a, Choon Han^b, Young-Chan Choi^{a,*}

Clen Fuel Department, High Efficiency and Clean Energy Reaserch Division, Korea Institute of Energy Research (KIER), Republic of Korea a, Department of Chemical Engineering, Kwangwoon University, Republic of Korea b

석탄 슬러리 타입의 가스화 공정의 효율을 향상시키기 위해 투입연료인 석탄슬러리(CWS)의 특성을 파악하는 것이 매우 중요하다. 일반적으로, 석탄슬러리의 발열량은 우선적으로 반응기의 온도를 유지하는데 이용되며, 남은 발열량만 가스화 반응을 일으키는데 사용된다. 따라서, 저급탄을 이용하여 석탄슬러리를 제조할 경우, 석탄의 특성상 고농도의 석탄슬러리를 제조하기는 어려워 가스화 효율을 떨어트린다. 이에 화학약품을 이용해서 슬러리 점도를 개선하는 연구들이 진행되었다. 그러나, 우리가 아는 한, 바이오매스를 사용하는 석탄슬러리의 능력에 대한 석탄특성의 변형을 발표하고 있는 논문은 거의 없다. 일반적으로 저급탄은 친수성의 기공이 많으므로 물을 흡착하는 능력이 뛰어나 고농도의 석탄슬러리를 제조하기는 매우 어려우나, 본 연구와 같이 바이오매스의 일종인 당밀을 이용하여 기공형질과 표면을 시킬 경우, 고농도의 석탄슬러리의 제조가 가능하게 된다.



참고문헌

Jong-Soo Bae[1], Improvement in coal content of coal-water slurry using hybrid coal impregnated with molasses, Powder Technology. 254 (2014) 72-77.

CT-57 청정에너지

철 산화물 매개체를 통한 FeF₃/C 복합체의 제조 및 전기화학적 특성 연구

김재경, 염대훈, 오창일, 이정규*
동아대학교 화학공학과

A Study on the Preparation and Electrochemical Property of FeF₃/C Composite derived from Fe₃O₄/C

Jae Gyeong Kim, Dae Hoon Yeom, Chang Il Oh, Jung Kyoo Lee*
Department of Chemical Engineering, Dong-A University.

리튬 이차전지는 긴 수명과 높은 에너지밀도로 각종 휴대용 전자기기 및 전기자동차의 중요한 에너지 동력원으로 주목받고 있다[1,2]. 이러한 리튬 이차전지를 더 넓은 분야에 적용하기 위해서는 새로운 소재 및 특성 개발이 필요하다. 최근까지 리튬 이차전지의 에너지 및 출력밀도가 향상되고 있으나 양극소재의 용량이 큰 제한요인이 되고 있다. 대표적인 전이금속 불화물인 FeF₃는 높은 이론 용량(712mAh/g (3e⁻ transfer), 4.5-1.5V)과 전위를 가져 리튬 이차전지의 새로운 양극소재로 관심을 받고 있다[3-5]. 그러나 넓은 band gap에 의한 낮은 전도성, 느린 전기화학적 전환 반응 및 높은 충/방전 전위차의 문제점들을 극복하기 위한 FeF₃ 기반 소재의 제조 방안이 요구되고 있다. 본 연구에서는 전도성이 우수한 다공성 탄소 구조체 내부에서 철 산화물 매개체를 통해 FeF₃ 나노입자를 직접 형성할 수 있는 제조법을 개발하여 상기의 문제점을 극복하고자 하였다. 이에 제시한 제조법을 적용하여 FeF₃/C 복합체를 합성하고 전해액에 FEC를 첨가하여 FeF₃의 이론용량이 구현되고 충/방전 사이클 안정성이 크게 개선되는 결과를 얻을 수 있었다. 또한 양극소재로 FeF₃/C를, 음극소재로 상용 graphite(372mAh/g)를 사용하여 완전지를 설계한 후 그 전기화학적 특성을 분석하였다.

참고문헌

- [1] L. Ji, Z. Tan, T. R. Kuykendall, S. Aloni, S. Xun, E. Lin, V. Battaglia, Y. Zhang, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 13-7170 (2011).
- [2] B. Sun, Z. Chen, H. S. Kim, H. Ahn, G. Wang, *J. powersour.*, 11, 090 (2010).
- [3] T. Li, L. Li, L. Cao, X.P. Ai, H.X. Yang, *J. Phys. Chem. C*, 114, 3190 (2010).
- [4] E. Gonzalo, A. Kuhn, F. Garcia-Alvarado, *J. Power Sources*, 195, 4990 (2010).
- [5] H. Jung, J. Shin, C. Chae, J. K. Lee, and J. Kim, *J. Phys. Chem. C*, 117, 14939-14946 (2013).

Water-Ethylenediamine의 최대 공비점 시스템의 분리공정에 대한 압력 변환 증류의 최적화 연구

앨리사 마리 풀퀘라스, 레야 제시카 세바스찬, 김동선, 조정호* (공주대학교 화학공학부)

Optimization Study of Pressure Swing Distillation for the Separation Process of Maximum-boiling Azeotropic System of Water-Ethylenediamine

Alyssa Marie Fulgueras, Leah Jessica Sebastian, Dong Sun Kim, Jungho Cho
Department of Chemical Engineering, Kongju National University

The separation of ethylenediamine from the binary mixture of water and ethylenediamine is a challenging problem due to the fact that its mixture forms an azeotrope. Ethylenediamine can be typically purified from water by extractive distillation wherein a third component, called entrainer, has been utilized. However, in this study, pressure swing distillation (PSD) process was used to separate the azeotropic mixture in order to eliminate the application of a separating agent. The feasibility of using pressure swing distillation to separate a maximum boiling azeotropic system (water-ethylenediamine) was analyzed by process simulation. This study performed an optimization of the operational parameters (feed stage location and reflux ratio) for each distillation column by determining the optimal values that minimized the total reboiler heat duty. Comparison between two different column configurations, low-high pressure (LP+HP) and high-low (HP+LP) column configuration was also performed. After optimization and comparison, heat integration was applied to the PSD system to reduce low and high temperature utility consumptions.

참고문헌

1. Modla, G., Lang, P. Feasibility of new pressure swing batch distillation methods. Budapest, Hungary. Chemical Engineering Science 63. March 2008, pp. 2856-2874.
2. Modla, G. Pressure swing batch distillation by double column systems in closed mode. Budapest, Hungary. Computers and Chemical Engineering 34, March 2010, pp. 1640-1654.
3. Kopasz, A., Modla, G., Lang, P. Product composition control of a pressure swing double column batch rectifier. Distillation Absorption 2010. Budapest, Hungary. pp. 557-562.
4. Seader, J. D., Henley, E. J. & Roper, D. K. Separation process principles: chemical and biochemical operations, 3rd ed., John Wiley & Sons, Inc., United State of America, 2011. pp. 429-442.
5. Luyben, William L. Pressure-swing distillation for minimum- and maximum-boiling homogeneous azeotropes. Industrial & Engineering Chemistry Research. American Chemical Society, 2012, 51 (33), pp. 10881-10886.
6. Luyben, William L. & I-Lung Chien. Design and control of distillation systems for separating azeotropes. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2010. pp. 369-375.

CT-59 청정에너지

바이오 에탄올 무수에탄올 정제를 위한 추출증류공정에서 2기의 증류배열과 3기의 증류배열 사이의 에너지 소비 비교

오설비, 김동선[†], 조정호* (공주대학교 화학공학부)

Comparison of Energy Consumption of Two-column Configuration and Three-column Configuration in the Extractive Distillation Process for the High Purity Refinement of Bio-ethanol

Wu Xuefei, Dong Sun Kim[†], Jungho Cho[‡]

Department of Chemical Engineering, Kong Ju National University

요약 - 바이오 에탄올(bio-ethanol) 수용액으로부터 거의 순수한 에탄올을 통상적인 증류를 통해서 얻는 것인 에탄올은 물과 88mole% 근처에서 공비점을 형성하기 때문에 불가능하다. 하지만 용매로써 디메틸설폭사이드(DMSO)를 사용하여 추출증류공정을 거치면 추출증류탑 상부에서 순수한 에탄올을 얻어낼 수가 있다. 본 연구에서는 용매로써 디메틸설폭사이드(DMSO)를 이용해서 추출증류탑과 용매회수탑의 2기의 증류탑 배열과 농축기와 추출증류탑 그리고 용매회수탑 3기의 증류탑 배열에 대해서 비교하였다. 이를 위해 각각 공정에 대해 전산 모사를 수행하고 유틸리티 비용 최소화를 위한 공정 최적화를 수행하였다. 그 결과 추출용매로써 디메틸설폭사이드를 사용하고 3기의 증류탑 배열을 적용한 경우에 스팀 소모량이 최소가 됨을 확인할 수 있었다.

Abstract - High purity ethanol cannot be obtained from an aqueous solution by conventional distillation because ethanol in solution will reach an azeotropic point around 88mole%. However, high purity ethanol can be obtained by using dimethyl sulfoxide (DMSO) as a solvent in the extractive distillation process, which yields highly purified ethanol in the upper part of the distillation column. In addition, the two-column configuration of the extractive distillation column and solvent recovery column, concentrator, evaporation equipment, and the three-column configuration of the extractive distillation column and solvent recovery column are compared. Computer simulations were conducted for each of the aforementioned processes. Process optimization was also performed for minimization of utilities cost. The study confirmed that the use of DMSO as a solvent with application of the three-column distillation configuration was effective for minimizing the consumption of steam.

참고문헌

1. Renon, H. and Prausnitz, J. M., "Local Composition in Thermodynamic Excess Function for Liquid Mixtures", AICHE J., vol.14, pp. 135-144, (1968).
2. Abrams, D. S. and Prausnitz, J. M., "Statistical Thermodynamics of Mixtures: A New Expression for the Excess Gibbs Free Energy of Partly or Completely Miscible Systems", AIChE J., vol. 21, pp. 116-128, (1975).
3. Wilson, G. M., "Vapor-Liquid Equilibrium XI. A New Expression for Excess Free Energy of Mixing", J. Amer. Chem. Soc., vol.86, pp. 127-130, (1964).
4. Peng, D. Y., and Robinson, D. B., "A New Two-constant Equation of State for Fluids and Fluid Mixtures", Ind. Eng. Chem. Fundam., vol. 15, pp. 58-64, (1976).
5. Soave, G., "Equilibrium constants from a modified Redlich-Kwong equation of state", Chem. Eng. Sci., vol. 27, pp. 197-1203, (1972).

성과발표회
환경융합

3월 28일(금) 14:00~16:20

초도홍도홀

CT-61 환경융합

글리세롤로부터 프로판다이올 및 바이오고분자 생산기술 개발

윤양식, 박홍석, 이경록, 이종협*
서울대학교 화학생물공학부 에너지환경화학융합기술 전공

Production of propandiols and bio-polymer from glycerol

Yang Sik Yun, Hongseok Park, Kyung Rok Lee, Jongheop Yi*

World Class University program of Chemical Convergence for Energy & Environment, School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

세계 에너지의 대부분은 석유, 석탄 등을 기반으로 하고 있으며, 지속적인 에너지 수요의 증가로 인한 국제 유가의 급격한 상승은 크고 작은 국가 간 분쟁을 초래하고 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로, 화석연료기반의 에너지공급시스템을 대체할 수 있고 환경친화성 및 경제성을 모두 갖춘 신재생에너지가 각광받고 있다. 그 중 바이오매스로부터 바이오디젤을 포함한 유용한 화합물을 생산하는 바이오피너리 공정개발이 활발하게 이루어지고 있다. 하지만 바이오디젤 생산량이 많아짐에 따라 부산물로 생성되는 폐글리세롤의 양 또한 증가하고 있으며, 이와 같은 폐자원을 고부가가치화 하여 활용하는 것은 매우 중요하다.

본 연구 그룹은 폐글리세롤을 고분자 단량체, 화장품, 부동액 등의 재료로 사용되는 1,2-프로판다이올과 1,3-프로판다이올로의 전환 및 글리세롤로부터 유래된 폴리올을 단량체로하여 생분해성을 갖는 폴리우레탄, 폴리에스터와 같은 바이오폴리머를 생산하는 기술을 개발하였다. 1,2-프로판다이올 전환 반응에서는 중형기공의 카본 담체 스크리닝 및 ZnCuCr 촉매를 개발하여 90% 이상의 선택도와 활성에 도달할 수 있었고, 추가적으로 팔라듐 촉매를 담지하여 낮은 수소공정압력에서도 보다 향상된 촉매 성능을 확인하였다. 또한 설페이트된 ZrO₂ 담체에 백금을 담지한 촉매개발을 통하여 활성과 선택도뿐만 아니라 재이용성도 높은 1,3-프로판다이올 생산 시스템을 개발하였다. 마지막으로 높은 유연성을 갖는 생분해성 폴리우레탄을 생산하는 기술력을 확보하여 바이오플라스틱의 내구성을 증진시켰다.

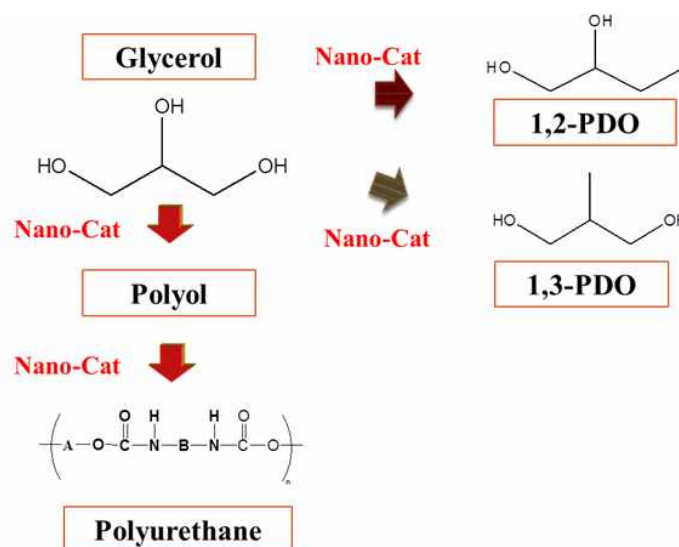


그림 1. 글리세롤로부터 고부가가치 화합물을 생산하는 반응경로

글리세롤의 산화탈수반응을 통한 아크릴산 생산 기술 개발

박홍석, 윤양식, 이경록, 이종협*

서울대학교 화학생물공학부 에너지환경화학융합기술 전공

Production of acrylic acid by glycerol oxy-dehydration

Hongseok Park, Yang Sik Yun, Kyung Rok Lee, Jongheop Yi*

World Class University program of Chemical Convergence for Energy & Environment, School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

바이오 디젤 생산의 증가에 따라 그 부산물인 글리세롤의 생산량 또한 매년 증가하고 있다. 또한 다양한 고부가 가치 물리로 전환이 가능한 글리세롤은 세계적으로 낮은 가격대를 형성하며 기존의 석유화학 기반의 원료를 대체 할 수 있는 새로운 원료로 각광받고 있다. 특히 글리세롤의 탈수 반응에 의해서 생성되는 아크롤레인은 선택적 산화 반응을 거쳐 아크릴산으로 전환된다. 플라스틱, 페인트 및 흡습제의 원료로 사용되는 아크릴산은 그 수요가 세계적으로 증가하고 있다.

본 연구에서는 새로운 산 촉매와 이원기능촉매를 개발함으로써 각각 이중층과 단일층 촉매 시스템에 적용하여 글리세롤로부터 아크릴산을 생성하고자 하였다.

3차원의 중형 기공 구조를 갖는 나노 스케일의 HMAS, HMASP는 “pH assisted delay addition” 방법으로 일정한 실리카 구조를 유지 하며 헤테로 원자가 효과적으로 침투하여 산 특성을 가지게 하였다. 또한 간단한 방법으로 촉매의 산 특성이 조절 가능 하였다. 기존의 대표적인 산 촉매인 제올라이트(예, HZSM-5), 비정질 알루미늄 실리케이트(예, Al-MCM-41)는 각각 미세 기공 내부의 코크 침적과 약한 산도에 의한 단점을 가지고 있다. 반면에 HMAS, HMASP는 그 구조적인 특성에 의해 반응물의 활성점으로 접근이 용이하며 코크 침적에 의해 기공이 막히는 현상이 최소화되어 글리세롤의 탈수 반응에 우수한 활성과 안정성을 보였다.

아크롤레인의 선택적 산화 반응에 주로 사용되어 온 MoV 산화물에 W를 첨가하여 산 특성을 나타냄과 동시에 안정성을 향상시킨 MoVW 산화물 촉매를 수열합성법으로 제조하여 글리세롤의 아크릴산으로의 직접 전환이 가능하였다.

산 촉매와 산화 촉매의 이중층 시스템에서 각 촉매에서의 kinetic study를 통해 아크릴산이 생성되는 반응 경로를 확인 하였고, 다양한 반응 조건에서 촉매에 따른 생성물의 수율을 예측하였다. 이런 결과를 바탕으로 하여 글리세롤의 산화 탈수 반응 공정 모사를 통해 경제성 분석을 시도하였다. 또한 기존의 상용 산 촉매(HZSM-5)를 사용한 이중층 시스템에서 벤치 스케일로의 확장을 통해 실질적인 응용 가능성을 보였다.

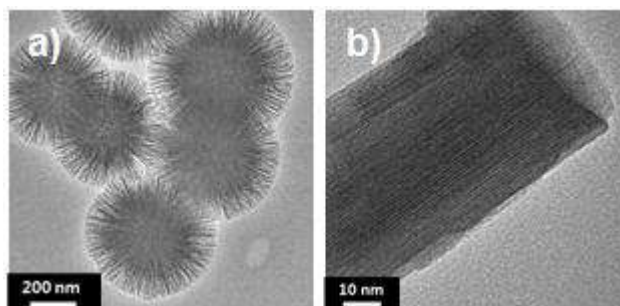


그림 29 TEM 사진: a) DASP, b)MoVW 산화물 촉매

Chemical Conversion of Biomass-derived Carbohydrates into Furanic Compounds

Jin Ku Cho

Kora Institute of Industrial Technology (KITECH)

University of Science and Technology (UST)

Current issues of energy and environment prompt us to replace fossil-based resources with renewable and sustainable ones. Biomass-derived carbohydrates photosynthesized from atmospheric carbon dioxide attracts much attention due to its abundance and availability. With this regard, a number of attempts have been made to transform biomass-derived carbohydrates into fuels and chemicals. Among them, furanic compounds are promisingly considered as a versatile platform leading to a variety of applications in a post-petroleum world. Here, I would like to introduce recent efforts in chemical conversion of biomass-derived carbohydrates into furanic compounds. Direct conversion of non-crop based polymeric carbohydrates including agarose and cellulose into furanic compounds will be presented. Commercially-attractive production of furanic compounds from high fructose corn syrup using biomass-based solvents and catalyst will be also provided.

Keywords: Biomass, carbohydrate, furanic compounds, cellulose, agarose

CT-64 환경융합

Heterogeneous selective oxidation of 5-hydroxymethyl-2-furfural (HMF) into 2,5-diformylfuran catalyzed by *in situ* oxidative vanadium on activated carbon in MIBK, extracting solvent for HMF

Churchil Angel Antonyraj, Jin Ku Cho
Korea Institute of Industrial Technology

5-Hydroxymethylfurfural (HMF) is a versatile building block chemical obtained from biomass-derived carbohydrates which can be converted to a wide range of chemicals and fuels. HMF is a low melting solid (mp 28-34 °C) and well soluble in a range of organic solvents and even water, which can cause serious loss of yield while evaporating/separating from a high boiling solvent. The selective oxidation of HMF in extracting solvent avoids the energy intensive separation purification process during the production polymeric chemicals. Herein we studied heterogeneous selective oxidation of HMF into DFF using molecular oxygen and vanadium supported activated carbon catalyst in MIBK, extracting solvent for HMF, is described. Readily prepared highly dispersed stable V_2O_5 supported activated carbon synthesized by in-situ oxidation V^{3+} as confirmed by XPS analysis, was found to be highly active to afford >95% HMF conversion with >95% DFF selectivity. This heterogeneous catalyst could be used 4times without a significant loss of activity.

Keywords: Biomass, vanadium, 5-hydroxymethylfurfural (HMF), diformylfuran (DFF), selective oxidation, MIBK

Catalytic conversion of spent soybean oil to hydrocarbon fuels in supercritical fluids

Seok Ki Kim, Jeong-Myeong Ha, Jaehoon Kim*[†]

Korea Institute of Science and Technology, [†]Sungkyunkwan University

The catalytic conversion of spent soybean oil to hydrocarbon fuels was studied using supercritical fluids. Replacing current low-grade ester-based biodiesel, the petroleum-like deoxygenated hydrocarbon fuels were prepared by combination of supercritical fluids and heterogeneous catalysts. In order to develop the feasible process with a low production cost, spent soybean oil was collected and purified in supercritical fluids to produce the processable feedstock, which significantly reduced impurities including inorganic materials. The regenerated spent soybean oil was further converted to deoxygenated hydrocarbon fuels using catalysts and supercritical fluids. The effects of varying reaction parameters on the hydrotreatment of soybean oil using Ni and CoMoSx catalysts were investigated. The reactions were carried out in both batch and continuous reactors, at reaction temperatures of 300-440 C, and hydrogen pressures of 2.5-15.0 MPa. The effects on hydrotreating conversion, gasoline/jet/diesel selectivity, and the degree of oxygen removal were investigated, to find optimum hydrotreatment conditions using both types of catalysts. Analyses of liquid composition, using comprehensive two-dimensional gas chromatography time-of-flight mass spectrometry (GC GC-TOFMS) and GC-flame ionization detection (FID), revealed that decarboxylation, decarbonylation, and hydrodeoxygenation reactions occurred competitively, and that each reaction pathway had different optimal conditions, as expected from the thermodynamic characteristics. The differences in the hydrotreatment reaction, liquid product compositions, and dominant reaction pathways between the batch and continuous reactions are also discussed.

바이오매스유래 숙신산/락틱산을 원료로 한 고부가가치 촉매공정 개발

홍용기, 이종협, 송인규*
서울대학교 화학생명공학부

락틱산과 숙신산은 여러 유용한 C3(프로필렌글리콜, 1,3-프로판디올)/C4(감마부티로락톤, 사수소화퓨란)화합물들을 생산할 수 있는 플랫폼 화합물로서 그 관심이 집중되고 있으며, 특히 목질계 바이오매스의 바이오리파이너리 공정에서 생산될 수 있는 미래의 에너지물질이다. 프로필렌글리콜, 1,3-프로판디올은 향신료, 화장품 등의 분야에서 이용되는 물질이며, 감마부티로락톤과 사수소화퓨란은 제약 산업에서 반응 중간체, 살충제 제조, 광화학 에칭, 축전기의 전해질, 페인트 용제 등 여러 분야에서 널리 이용되는 화합물이다. 특히 사수소화퓨란은 중합 혹은 공중합 반응에 의하여 PTMEG, 탄성섬유, 폴리우레탄 등을 제조하는 원료로써 가치가 매우 높다.

락틱산, 숙신산으로부터 유용한 C3/C4 화합물로 전환되는 공정은 고온 고압의 수소화 반응을 따른다. 따라서 높은 선택도의 생성물을 얻기 위해서는 생산하고자 하는 생성물에 따라 그에 맞는 수소화 활성을 나타낼 수 있는 촉매와 반응 조건을 선택하여야 한다. 일반적으로 수소화 촉매 반응은 귀금속촉매 상에서 이루어지며, 귀금속의 높은 가격문제로 이를 고분산 시킬 수 있는 귀금속촉매 담지체 개발이 중요하다.

본 연구에서는 여러 촉매 성분과 담체 성분들을 테스트 한 결과 백금, 팔라듐, 루테튬, 레늄 등의 귀금속을 핵심 촉매성분으로, 알루미나와 탄소 물질을 담지체로 각각 선정하였다. 알루미나는 우수한 물리화학적 특성을 갖는 졸-겔법을 이용하였고, 다공정법, 단일공정법 등을 통해 높은 C3/C4 화합물 수율을 달성하였다. 또한 높은 선택도를 달성하기 위하여 계면활성-주형법을 이용한 탄소 담체를 개발하여 여러 귀금속에 적용하였다. 그 결과 숙신산의 수소화 전환반응은 담체의 전기적 성질이 적을수록 높은 선택도를 보였으며, 귀금속이 담지체 표면에 나노입자 상태로 작고 고르게 분산 될수록 높은 수율을 나타내었다.

포스터발표

3월 27일(목) 15:30~17:30

대경도홀B + 복도

PA-01 포스터일반

굴패각, 석탄회 및 굴착잔토를 이용한 무다짐 처리공법용 뒷채움재 개발

김창준^{1*}, 김민진², 왕설³, 박경원⁴, 이재주^{5†}, 이상호^{6†}, 김성배⁷

경상대학교 생명화학공학과

660-701 경남 진주시 진주대로 501

[†]삼흥토건 주식회사

635-908 경남 창원군 남지읍 학계리 1042-4

본 연구의 목표는 폐자원인 굴패각과 석탄회, 굴착잔토를 이용하여 경제성 있는 무다짐용 유동성 뒷채움재를 개발하는데 있다. 굴패각을 생석회 (CaO)로 전환하는데 고온 (800°C 이상)의 에너지가 필요하였지만, 생석회와 석탄회의 포즐란 반응에 의해 생성된 고화물 공시체의 일축압축강도는 높지 않았다. 생석회와 고령토 또는 고로슬래그의 반응 생성물 공시체의 압축강도를 측정하였다. 실험결과로부터 포즐란 반응을 통한 고화물 생성은 경제성이 없는 것으로 판명되었다. 굴패각 (CaCO₃)과 석탄회를 잔골재 개념으로 그 사용 가능성을 검토하였다. 굴패각과 시멘트 혼합물이 석탄회와 시멘트 혼합물보다 높은 강도를 나타내었다. 굴패각에 포함된 염분으로 인하여 콘크리트에 혼입되는 굴패각 양을 제한하는 것을 고려한다면, 시멘트, 굴패각, 석탄회 혼합물이 좋은 뒷채움재로 사용될 수 있을 것으로 판단되었다. 추가적으로 흙을 첨가하는 경우 고화물의 일축압축강도가 감소하였지만 최적화된 혼합비에서 뒷채움재 기준(일축압축강도와 유동성)을 모두 만족하는 결과를 나타내었다. 본 연구결과는 시멘트, 굴패각, 석탄회, 굴착잔토의 배합비를 최적화함으로써 경제성 있는 뒷채움재를 개발할 수 있다는 것을 보여준다.

참고문헌

1. Yoon, G.-L., Chae, K.-S., Paik, S.-C., and Yoon, Y.-W., "Development of Eco-friendly Binder Using Waste Oyster Shells," *J. Kor. Geotechnol. Soc.*, **21**(3), 79-85 (2005).
2. Kong, J.-Y., Jung, H.-S., Cho, S.-D., Kim, J.-H., Hyun, J.-H., and Chun, B.-S., "Evaluation on Field Application of Controlled Low-Strength Materials Made of Coal Ash in Reclamation Site," *J. Kor. Geotechnol. Soc.*, **28**(12), 27-39 (2012).
3. Yoon, G.-L., Kim, B.-T., Kim, J.-H., Chae, Y.-S., Seo, S.-N., and Shim, J.-S., "Strength Characteristics of Mortar Mixture Soil with Oystershell," *J. Kor. Geotechnol. Soc.*, **17**(5), 51-60 (2001).
4. Lee, K.-H., and Park, J.-B., "Application of Homogenization Method for Estimation of the Shear Characteristics in Composite Soil Including an Oyster Shells," *J. Kor. Geotechnol. Soc.*, **17**(4), 183-190 (2001).
5. Son, Y.-J., Kim, K.-Y., and Mun, H.-D., "The Undrained Shear Strength Characteristics of Mixed Soil With Oyster Shells," *J. Kor. Geotechnol. Soc.*, **19**(6), 7-14 (2003).

실증 전기화학반응기 최적 설계 위한 전기장에 의한 폐수 유동 특성

송형운*, 한성국, 정희숙, 박상민[†] (고등기술연구원 청정에너지팀, [†]에스엠아이(주))

Flow Simulation of Wastewater by Electric field for Optimal Design of Field Scale Electrochemical Reactor

Hyoung Woon Song*, Seong Kuk Han, Hee Suk Jung, Sang Min Park[†]
Clean Energy Team, Institute for Advanced Engineering, [†]SMI co. Ltd.

전기화학적 폐수처리는 오염물질을 포함한 폐수를 전도성 액체로 산화전극(anode)과 환원전극(cathode)을 설치하고 전류를 흐르게 하였을 때 일어나는 반응을 이용하여 유해 물질을 제거하거나 무해한 성분으로 변화시키는 기술을 말한다. 유기물 처리에 있어서의 전기화학적 방법은 기존의 활성탄 흡착처리, 열적 또는 화학적 산화 처리 및 생물학적 처리에 비하여 저온 조작, 빠른 반응속도와 유해한 산화제가 필요 없다는 장점을 가진다. 따라서, 폐수 처리 시에 원하는 반응들만 선택적으로 일어나게 하여 처리공정의 경제성을 향상시키는 방법은 최적의 전극을 선택 사용하는 것이다. 사용 전극에 따라 산화전극(anode)에서는 산소발생의 전위를 높이고(높은 과전압 = 높은 에너지) 유기물이나 질소화합물의 산화반응 전위를 낮출 수 있다. 최근 산화전극에 주로 사용되는 것은 치수안정전극(dimensionally stable anode)이며, 특정 금속에 이리듐(Ir), 루테튬(Ru)과 같은 귀금속의 산화물을 피복시켜 제조한다. 이렇게 제조된 전극에 효율을 극대화하기 위하여 단위전극은 폐수와 접촉면적을 극대화하기 위하여 망상형 전극을 적용하고 산화-환원 전극을 적층하여 모듈형태로 구성하였다. 이렇게 적층형 전극 모듈을 전기화학반응기 내에 최적 배치함으로 전기화학반응기에 설계를 최적화하고자 하였다.

이에 본 연구에서는 혐기소화 폐액 40m³/일 처리용량의 실증 전기화학반응기의 최적 설계를 위하여 3차원 수치모델링을 적용하여 반응기 내부의 폐수의 유동 특성을 파악하여 반응기 내부에 전극 모듈 및 방해판에 배치를 최적화하였다. 전기화학반응기 내의 유동 해석은 전기화학반응기 내의 전체의 내부 유동 특성을 파악하고 이 수치결과를 바탕으로 전극셀 모듈부의 미소 유동 특성에 대해 세부적인 수치해석을 추가적으로 수행하여 결과를 분석하였다. 위의 수치해석 결과는 다음과 같다.

1. 전기화학반응기 내부의 유동 특성을 보면 폐수가 유입되는 흐름방향부에 설치된 첫 번째 상하부 방해판에 의해 흐름이 투입부 영역에서 급격한 난류 흐름을 형성하고 있다. 하지만 방해판에 흐름에 폐수의 흐름을 전극판 모듈부로 유도하는 흐름을 형성하고 이 흐름은 적층된 망상형 전극셀 모듈에 의해 폐수의 흐름을 최대한 균일하게 형성하고 있어, 폐수의 전기화학 반응효과를 최적화 시킬 수 있다.

2. 전기화학반응기 내의 국지 난류(local turbulence)에 의한 유효 동점도(effective kinematic viscosity)를 보면 반응기 유입부 부근과 유출부와 전극셀 모듈부에서 폐수의 유효동점도 값은 높게 나타나고 흐름이 대체적으로 균일한 방해판 영역에서는 유효동점도 값이 대체적으로 낮다.

3. 전기화학반응기 내의 전극셀 모듈부에 전기장에 의한 폐수의 속도분포를 보면 폐수가 전기장에 의해 영향을 받지만 전극셀 모듈 이외의 부분에서는 전기장에 대한 영향이 크지 않음을 알 수 있다. 따라서 폐수의 전기화학적 처리 효율을 극대화하기 위해서는 유입 폐수의 흐름을 최대한 전극셀 모듈 내로 유도하도록 반응기를 설계하는 것이 매우 중요하다.

PA-03 포스터일반

발전소 바닥재 및 CO₂ 활용에 의한 전자재 생산 및 안정화기술에 대한 연구

한기보, 홍범의, 장정희, 정철진, 최창식*
고등기술연구원

A Study on Stabilization and Production of Construction Materials with Utilization of CO₂ and Bottom Ash Emitted from Coal Fire Power Plant

Gi Bo Han, Bum Ui Hong, Jung Hee Jang, Cheol Jin Jeong, Changsik Choi*
Institute for Advanced Engineering

화력발전소에서 발생하는 바닥재를 활용하고자 하는 관심이 증대되는 가운데 주로 세라믹 재료의 무기성분들로 구성된 바닥재를 전자재로 활용함과 동시에 적용성 확대를 위한 안정화 효과를 위하여 Ca₂CO₃ 부가 기술이 요구된다. 이러한 과정에서 발전소에서 발생하는 또하나의 폐기물로서 CO₂를 활용하고, 전자재로 활용 가능한 바닥재 내 Ca와 반응시켜 Ca₂CO₃를 생성시킴으로써 부가할 수 있어 안정화 효과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구에서는 이러한 바닥재 활용 전자재 안정화용 바닥재 내 Ca₂CO₃ 생성을 위한 CO₂ 고정화를 위한 아민계 흡수제 기반의 흡수공정을 적용 및 활용하고자 하며, 이에 대한 적용 타당성 및 개념설계를 수행하였다. 이러한 과정의 일환으로 우선 흡수공정에서 적용 가능한 아민계 흡수에 대한 CO₂ 용해/흡수 특성 및 이로부터 바닥재 내 Ca₂CO₃ 생성을 CO₂ 흡수공정의 적용 및 활용 타당성, 그리고 개념설계 인자를 도출하고자 한다.

PA-04 포스터일반

CO₂ 흡착모듈기반 건물환기시스템을 위한 O₂ 분리농축용 PSA 시스템 설계/운전인자

한기보, 장정희, 정철진, 최창식*, 이주열[†], 박병현[†]
고등기술연구원, [†](주)애니텍

Design/Operation Factors of PSA System to Separate and Concentrate O₂ for CO₂ Adsorption Module-Based Building Ventilation System

Gi Bo Han, Jung Hee Jang, Cheol Jin Jeong, Changsik Choi*, Ju-Yeol Lee[†], Byung Hyun Park[†]
Institute for Advanced Engineering, [†]Anytech Co., Ltd

대부분의 환기시스템에서는 주로 대량의 외부 공기질 유입과 동시에 공조시스템이 연계되어 운전됨에 따라 환기량이 증가됨에 따라 운전비 상승과 더불어 실내와 온도차를 지니는 외부 공기가 대량으로 유입됨에 따라 에너지 손실율이 증가한다. 실내 대기 중에는 신체 활동 및 기타 에너지 소비에 의해 발생된 CO₂가 존재함과 동시에 해당 농도가 높아짐에 따라 개선을 위하여 환기시스템의 가동율이 증대된다. 본 연구에서는 환기시스템의 효율성을 떨어뜨리는 원인인 CO₂를 제거할 수 있는 흡착공정과 연계하여 실내에 필요한 산소요구량의 충족을 위한 산소분리농축시스템에 대하여 실험실 규모의 성능평가 결과를 바탕으로 현장용 설비구축을 위한 스케일업 인자를 도출함과 동시에 기본설계를 통해 필요한 운전인자를 제안하고자 한다.

PA-05 포스터일반

Mo계 금속담지촉매 상 수소화반응에 의한 석탄 내 유기물 전환특성

한기보*, 장정희, 정철진, 최창식, 박노국[†], 이태진[†], 강미숙[†]
고등기술연구원, [†]영남대학교

Conversion of Organic Matters of Coal by Hydrogenation over Mo-Based Catalyst

Gi Bo Han, Jung Hee Jang, Cheol Jin Jeong, Changsik Choi, No-Kuk Park[†], Tae Jin Lee[†], Misook Kang[†]

Institute for Advanced Engineering, [†]Yeungnam University

석탄 내 포함돼 있는 고정탄소, 휘발성 유기화합물 등의 상대적으로 큰 분자체들로 구성된 유기성분들이 분해 및 수소화반응에 의해 작은 단위의 고리 및 선형 탄화수소류 화합물을 제조하는 공정이 석탄직접액화공정의 일반적 개요이다. 석탄 내 포함돼 있는 유기성분들의 전환율 및 전환된 유기성분들로부터 고리 및 선형 탄화수소류 화합물로의 선택도에 따라 석탄직접액화반응에 대한 효율이 결정된다고 할 수 있다. 본 연구에서는 석탄직접액화반응에서 회분식 반응기가 사용되었으며, 이 때 석탄처리량이 증대됨에 따라 나타나는 석탄 내에 포함된 고정탄소 및 휘발성 유기화합물 등의 유기성분들이 전환되는 특성 및 이로부터 얻어지는 생성물들의 특징이 관찰되었다. 회분식 반응시스템을 활용한 석탄직접액화반응의 특성으로부터 석탄직접액화공정에 대한 스케일-업 공정형상화와 더불어 필요한 개념설계 인자와 장애요인을 도출함과 동시에 이를 개선할 수 있는 방안을 제안하고자 한다. 이를 위하여 석탄처리량 증대와 동시에 반응온도, 압력 및 촉매 사용량 등의 인자들이 변화되었다.

통합연소로 연소특성을 파악하기 위한 열유동 해석

송형운*, 한성국, 장은석, 박상민†

고등기술연구원 청정에너지팀, †에스엠아이(주)

Thermal Flow Simulation for Investigation of Combustion Characteristics in Integrated Combustor

Hyoung Woon Song*, Seong Kuk Han, Eun Suk Jang, Sang Min Park†

Clean Energy Team, Institute for Advanced Engineering, †SMI co. Ltd.

국내 유기성폐자원의 발생현황을 살펴보면 85%이상이 고함수 유기성폐자원으로 이를 활용한 자원화 및 에너지화 기술의 개발이 시급하다. 현재 유기성폐자원을 이용한 자원화 기술은 부숙화, 퇴비화, 사료화가 대표적인 기술로 현재 상용화 되어 적용되고 있으나, 기술 적용을 위해서 적정 함수율을 맞추기 위한 톱밥과 같은 수분조절제 투입 또는 건조과정이 필요하여 에너지 소비율이 높다. 그리고 에너지 전환기술은 크게 생물학적방법에 의한 혐기소화공정과 열화학적 방법에 의하여 고체연료화 또는 열분해 및 가스화 하는 공법이 현재 상용화 되어 있다. 하지만 혐기소화 공정의 경우 낮은 에너지 전환 효율과 부하변동에 의한 안정적인 운전이 어렵고, 고체연료화 및 열분해/가스화 공법은 결합수의 탈수가 어렵기 때문에 건조과정을 수반하게 되어 이 과정에서 다량의 에너지가(1,500~2,00 kcal/kg-폐기물) 소비되어 높은 에너지 비용이 필요하여 경제성 낮은 문제점을 가지고 있다.

위의 문제를 해결하고 높은 에너지 생산을 위하여 고함수 유기성폐자원을 건조와 동시에 연소하는 통합연소로 시스템을 제안하고자 한다. 이에 함수율이 높은 유기성폐자원을 이용하여 건조와 연소를 통합연소로에서 수행하여 고형연료를 만들고 동시에 연소를 통해서 에너지를 회수하여 기존 고형연료 제조 기술의 가장 큰 문제점인 높은 생산, 저장 및 이송비용을 해소할 수 있다. 또한 통합된 연소로에서 연소를 진행하고 발생하는 연소가스의 폐열을 직접 건조공정에 투입하여 건조를 수행하기 때문에 건조공정을 위한 추가적인 에너지 소비가 없다.

따라서, 본 연구에서는 건조와 연소가 일체화된 통합연소로의 최적 설계하기 위하여 통합연소로내의 연소특성을 파악하기 위한 3차원 수치모델을 적용하여 열유동 특성을 파악하고자 한다. 이때 적용된 연소모델은 2단계 3가지 반응(two-step three reaction)으로 이루어진 유한반응모델(finite-rate chemistry model)인 ESCRS(extended simple chemically-reacting system)를 사용하였고, 난류유동 및 화학반응에 대한 해석적인 해를 얻기 위해 상용 유체역학 코드인 PHOENICS 2013¹⁾을 사용하였다. 본 통합연소로는 유기성폐자원의 건조를 위해 로타리킬른 형태의 건조로를 적용하였고, 연소로는 선회화염(vortex flame) 연소로를 적용하여 일체화하였다. 따라서 건조 공정에서 다량으로 발생하는 악취가스를 포함한 건조가스는 선회연소로의 2차 연소실로 유입되어 연소로에서 고속으로 분사되는 2차 공기에 의한 선회유동을 향상시키고 완전 연소를 위한 연소가스 2초 이상의 충분한 체류시간과 2차 연소실 연소온도 850°C이상을 유지하게 된다.

참고문헌

1. Spalding, D. S.: Proposal for a Diffusional Radiation Model, Unpublished Technical Memorandum, CHAM, London, 1994.

PA-07 포스터일반

Ethanol-Benzene 공비혼합물의 분리를 위한 압력변환 증류공정의 전산모사

박회경, 박균영, 김동선, 조정호*
공주대학교

Ethanol-Benzene azeotropic for the separation on the modeling of Pressure-Swing Distillation

Hoey Kyung Park, Kyun Young Park, Dong Sun Kim, Jungho Cho*
Kongju National University

에탄올과 벤젠은 감압과 상압 및 고압 조건하에서 공비 혼합물을 형성한다. 따라서 통상적인 증류방법을 통해서 각각의 거의 순수한 성분으로 분리해 내는 것은 불가능하다. 공비혼합물을 형성하는 이성분계를 각각의 순수한 성분으로 분리해 내기 위해서는 공비증류공정, 추출증류공정 또는 압력변환증류공정 등과 같은 특수증류공정을 사용해야 한다. 본 연구에서는 압력변환 증류공정(Pressure-Swing Distillation, PSD)을 이용하여 에탄올-벤젠 공비혼합물의 분리공정에 대한 전산모사 및 공정 최적화를 수행하였다. 저압-고압 컬럼 배열, 고압-저압 컬럼 배열을 통한 압력변환 증류공정을 적용하여 고순도 에탄올과 고순도 벤젠을 얻기 위한 공정 최적화를 수행하였다.

참고문헌

1. Luyben, W. L., and Chien I.-L., "Design and Control of Distillation Systems for Separating Azeotropes,"Wiley, (2010).
2. Hilmen, E.-K., "Separation of Azeotropic Mixtures: Tools for Analysis and Studies on Batch Distillation Operation,"Ph. D. thesis. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway. 2000.
3. Nan, Z., Jiao, Q.-Z., Tan, Z.-C., Sun, L.-X., "Thermodynamic Investigation of the Binary System of Ethanol+Benzene" *Thermochimica Acta*, 406, 151-159 (2003).

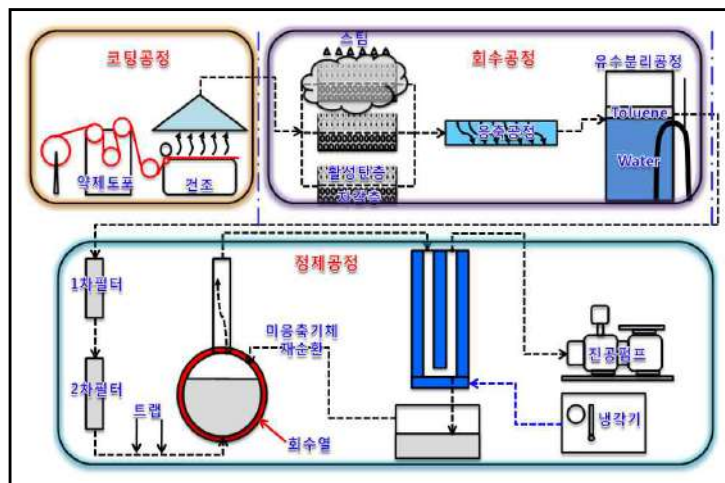
비점분리기술을 활용한 섬유코팅공정의 폐 톨루엔 회수/정제 연구

박준형, 강민석[†], 류승한, 신동훈, 조영호[†], 김경호[‡], 이상헌*

다이텍연구원, 씨티에이(주)[†], 대구 EIP사업단[‡]

일반적으로 섬유의 제조과정 중 다양한 기능을 부여하는 섬유코팅공정에는 다량의 유기용제를 사용하고 있으며, 이러한 유기용제는 대기중에 휘발하여 환경을 심각하게 오염시킬 위험이 있다. 일반적으로 유기용제를 사용하는 사업장에는 흡착시설과 같은 방지시설을 가동하여 폐유기용제를 처리하고 있으며, 대부분이 자원으로 재활용되지 못하고 폐기되고 있는 실정이다. 섬유코팅공정에서 사용되는 유기용제는 톨루엔과 MEK(메틸에틸케톤)으로 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있으며, 그 중에서 톨루엔이 약 95%이상을 차지하고 있다. 따라서 본 연구에서 회수/정제하고자 하는 대상물질은 섬유코팅공정에서 발생된 폐톨루엔을 대상으로 하고 있으며, 본 연구의 목적은 폐톨루엔을 회수/정제하여 실제 생산공정에 재사용할 수 있는 톨루엔으로 정제하고자 하는 것이 그 목적이다. 실제 생산공정에서 재사용하기 위해서는 톨루엔의 순도를 95% 이상 높여야 하며, 색도, 취기를 나타내는 변성실리콘 오일의 배제가 반드시 이루어져야 한다.

섬유에 대한 코팅의 넓은 의미는 어떠한 목적을 갖고 섬유의 표면을 다른 재료 또는 같은 재료로 습윤, 침적, 전사, 도포 등의 방법으로 피막을 입히는 것을 의미하며, 과거 아마인유(Linseed Oil) 등의 건성유와 금속비누 파라핀 등으로 처리한 면직물의 Oil Cloth 등도 포함된다. 그러나 최근 섬유업계에서 통용되는 코팅가공의 개념은 일반적으로 각종 섬유로 만들어진 직.편물의 표면에 아크릴 수지나 우레탄 수지 등의 고분자 폴리머를 이용하여 균일한 피막을 견고하게 형성시켜 직.편물 단독으로는 얻기 힘든 외관과 물성, 성능 등을 부여하는 가공 방법을 말하며 대부분의 코팅공정에서는 변성실리콘오일을 사용하고 있다. 이러한 변성실리콘 오일은 비휘발성 물질이나 학계에 따르면 약 3% 정도가 휘발하여 톨루엔과 같이 배출되는 것으로 알려져 있다. 이렇게 휘발된 변성실리콘 오일은 톨루엔에 포함되어 강한취기를 나타내고 톨루엔을 재사용하는데 큰 문제점으로 작용되고 있다.



1. 여운호 외, 효율적인 폐유기용제 회수장치 개발, 인천지역환경기술개발센터, 최종보고서, 2001
2. Vesilind, P. A. and Rimer, A. E., Unit Operations in Resource Recovery Engineering, Prentice Hall(1981).
3. F. P. Tully et al., Kinetics of the Reactions of Hydroxyl Radical with Benzene and Toluene, J. Phys. Chem. 85, (1981).

Optimal Cleaning Methods of Spent Plastic Fillers from Industrial Cooling Towers

Moon Hyeon Kim*, Hyo Sang Lee, Yong Hoon Shin

Department of Environmental Engineering, Daegu University, 201 Daegudae-ro, Jillyang, Gyeongsan 712-714, Korea

Fillers with a variety of geometric shapes are packed in cooling towers used in many industries to yield a better cooling performance of a hot processed water. They are predominantly composed of plastics, such as polyvinyl chloride (PVC), polypropylene (PP) and polyethylene (PE), and are replaced to fresh ones after usage for certain hours because of suspended solids deposits on them. The spent fillers can be recycled for making another plastic products; however, the solid deposits lead to a difficulty in reusing them for such a purpose. Thus, this study has been devoted to find out an optimal way of removing the deposits on the spent fillers.

Three types of stirrer, such as impeller, magnetic and ultrasonic ones, were used for providing proper mixing energy between the waste fillers and cleaning solutions. Cleaning-assistant agents, general surfactant, acetone, and "G-cleaner" that had been specially formulated for on-demand cleaning of the waste fillers, with different quantities were vigorously mixed with a distilled, deionized water of 0.5 L using each stirring method, prior to introducing 30 g spent PVC and PE fillers. A removal efficiency of the solid deposits on each filler was determined by a weight loss before and after mechanical cleaning for 30 min in chosen solutions.

The spent PVC and PE fillers showed quite different cleaning efficiencies, irrespective to additive for a better cleaning, as provided in Fig. 1. This was mainly associated with the noticeable difference in the porosity between the fillers. The extent of the removal of solid deposits on the waste fillers depended not only on mechanical stirring methods, but also on cleaning-assistant agents used here. Furthermore, choice of a proper quantity of the additives in water needs to be considered as a critical parameter to achieve a better cleaning efficiency for the used fillers. Consequently, a water solution with the G-cleaner under a proper stirring using the impeller offers us the best cleaning performance, among the employed methods for surface cleaning of the spent fillers.

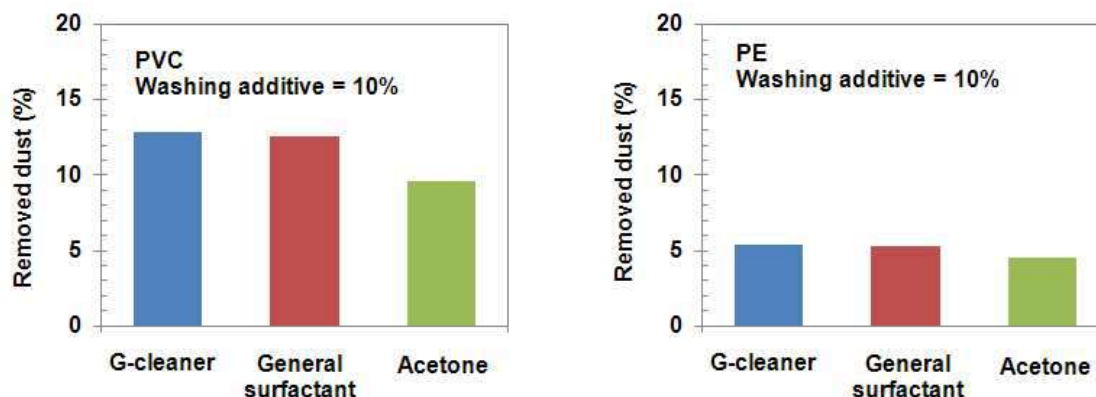


Fig. 1. Cleaning efficiencies of spent PVC and PE fillers in a water solution with different washing additives under an impeller-type stirring.

PA-10 포스터일반

해양 기반 바이오연료 생산 공급망의 설계 및 운영의 연구 방향

류준형

동국대학교 경주캠퍼스 자연과학 계열 원자력및에너지시스템공학과

Research Direction for Constructing Ocean-based Biofuel Supply Chains

Jun-Hyung Ryu

Department of Nuclear & Energy System Engineering, Dongguk University

Renewable energy plays an important role of replacing environmentally harming fossil fuels that is the major cause of climate change. Many types of renewable energy sources are investigated and their implementation in practice is an issue to be focused. Particularly introduction of biofuels is challenging against already commercially matured competitors. Separately developed individual technologies should be coordinated with the universal objective of reducing the overall costs. Therefore the coordination is a new important research agenda. In order to address this, constructing supply chain of biofuel should be investigated. The supply chain should involve entire facilities such as biomass farming, harvesting, transportation, fuel processing, warehousing and sales, etc. The foundation for overall biofuel infrastructure should be built in the most effective and cost competitive way. Most of previous academic works have been focused on the land based biofuels such as wood, crops. However the conflict between food and energy still poses a social problem. For the small countries like South Korea, there should be different approaches from the existing land based energy supply chain studies or relevant biomass supply chain materials. In this presentation, the focus is more given to how to construct sea based biofuel supply chains and their supply chain management issues. The main interest should be how to provide as much biofuels with as many customers as possible. In order to accomplish this objective, the decision-making framework of the corresponding biofuel supply chains should be constructed to reflect the current situations. This paper approaches this issue in terms of constructing mathematical programming based model as a decision-making tool. Current status of relevant research and projects are discussed with providing future desirable research directions.

PA-11 포스터일반

Hydrolyzate Produced of Collagen Isolated from Mackerel Skin and Bone by Subcritical Water Hydrolysis Contain Amino Acids with Antioxidant Activities

A. K. M. Asaduzzaman and Byung-Soo Chun

1. Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-Gu, Busan 608-737, Republic of Korea. *E-mail:bschun@pknu.ac.kr

2.

The main sources of collagens are obtained from bovine bone, bovine hide, calf skin and porcine skin. However, the outbreaks of bovine sponge encephalopathy (BSE), transmissible spongiform encephalopathy (TSE) have raised anxiety among some consumer of collagens from land base animals. Therefore, increasing interest has been paid to the alternative collagen sources, especially fish skin and bone due to their abundance and low cost. Collagen hydrolyzates are good source of amino acids for people suffering from anorexia, anemia and for vegetarians (because of absence of meat in their diet). Diet supplements containing collagen hydrolyzates are considered as improvement agents in tendon or joint regeneration in physically active athletes with activity related joint pain. Collagen hydrolyzate can be used in food, cosmetics or pharmaceutical industry as a natural additive revealing an antioxidant property. Subcritical water hydrolysis was carried out by batch reactor to produce hydrolyzate of mackerel skin and bone collagen. The reaction parameters for hydrolyzate production were temperature (200 and 250 °C), pressure (30 and 70 bar), reaction time 3min, agitation 150rpm and the ratio of material to water for hydrolysis was 1:200(w/v). After making the collagen hydrolyzate at different subcritical water condition, amino acid composition was analyzed by amino acid analyzer. Glycine, alanine, proline and hydroxyproline were abundant in collagen hydrolyzates. Antioxidant activities by DPPH and ABTS free radical scavenging assay, ferric reducing power assay and metal chelating assay will be determined of mackerel skin and bone collagen hydrolyzate.

PA-12 포스터일반

Determination of Fucoxanthin and Fatty Acid Composition of *Saccharina japonica* Extract using Different Solvent

A S M Tanbirul Haque¹, Hee-Chul Woo² and Byung-Soo Chun^{1*}

¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-Gu, Busan 608-737, Republic of Korea. *E-mail:bschun@pknu.ac.kr

² Department of Chemical Engineering, Pukyong National University, Busan 608-739, Korea

The medicinal powers and benefits of seaweed have been used for centuries because of their proven ability to prolong life and enhance health and beauty. Over the last decade, continuing worldwide research has shown brown seaweed to be the most beneficial of all seaweeds. Seaweed provides for an excellent source of bioactive compounds, such as a carotenoid, dietary fiber, protein, vitamins, essential fatty acids and minerals. Interest in seaweed lipid has been on the rise owing to the recognition of important bioactive molecules like conjugated fatty acids, pigments that have profound physiological effects in treatment of tumors and other cancer related problems. So seaweed has been used as human foods, cosmetics, fertilizers and source of chemicals for medicine and industries. Fucoxanthin is most abundant in brown seaweed, fucoxanthin supplements claim to have two primary benefits weight loss and diabetes treatment. While we can get fucoxanthin from eating brown seaweed, it is important to recognize that we cannot eat the necessary amount of brown seaweed to get the fucoxanthin we need. In this study, extract will collect from *Saccharina japonica* using different solvent like ethanol, methanol, and ethanol with supercritical CO₂. After extraction, fatty acid composition of extract will be analyzed by gas chromatography (GC). Fucoxanthin content in extract will be measured by HPLC.

PA-13 포스터일반

알지네이트로부터 유기산 생산에 관여하는 혐기성 발효 미생물 군집 분석

선지윤, 이성찬[†], Hong Duc Pham[†], 송민경*, 우희철^{†**}

부경대학교 청정생산기술연구소, [†]부경대학교 화학공학과

Fermentative Microbial Community to Contribute the Volatile Fatty Acids Production from Alginate

Jiyun Seon, Seong Chan Lee[†], Hong Duc Pham[†], Minkyung Song*, Hee Chul Woo^{†*}

The Institute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University, Busan, Korea

[†]Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

corresponding author (*songmk@pknu.ac.kr, **woohc@pknu.ac.kr)

해조류는 차세대 바이오에너지원으로 각광받고 있으며, 특히 갈조류는 풍부한 생산량, 빠른 성장속도 특징을 가지며, 탄수화물의 함량이 풍부하다. 알지네이트는 갈조류 내 탄수화물의 30-50%를 차지하고 있는 주요 성분으로, 다양한 에너지원으로 활용될 수 있다[1]. 본 연구에서는 알지네이트로부터 유기산(volatile fatty acids, VFAs)의 최적 생성 조건에서 분자생물학적 기법인 polymerase chain reaction-denaturing gradient gel electrophoresis (PCR-DGGE)를 이용하여, 알지네이트 분해 및 유기산 생산에 관여하는 미생물의 군집을 조사하였다. 알지네이트 6.2 g/L, 초기 pH 7.6인 조건에 산생성 미생물을 접종하여, 35°C의 혐기성 발효조건에서 회분식 실험을 수행하였다. 반응시간 경과에 따른 시료를 채취하고, 이를 대상으로 DNA를 추출한 뒤, PCR을 실시하였다. PCR 실험은 16S rDNA를 target으로 한 V3를 증폭시키기 위해 GC clamp가 부착된 341F와 518R primer를 사용하였다[2]. PCR 산물을 대상으로 20-55% 농도구배를 가지는 겔에서 150°C, 60V, 7시간동안 전기영동을 실시하였다. UV를 통해 DGGE band를 관찰 및 추출하여 염기서열 분석하였다. PCR-DGGE를 수행한 결과, 알지네이트 분해 및 유기산 생산됨에 따라 혐기성 발효 미생물의 군집 조성이 변화하는 것을 확인할 수 있었다. DGGE에서 추출한 각 band의 염기서열 분석한 결과, 반응 초기에는 알지네이트 가수분해에 관여하는 *Bacteroides* spp. 종이 검출되었으며[3], 이후에는 다양한 탄소원으로부터 유기산을 생산할 수 있는 종으로 알려진 Firmicutes에 속하는 *Clostridium* spp. 종 등이 검출되었다[4,5].

1. Jung, K. A., Lim, S. R., Kim, Y., and Park, J. M., "Potentials of macroalgae as feedstocks for biorefinery," *Bioresour. Technol.* **135**, 182-190 (2013).
2. Muyzer, G., Dewaal, E. C., and Uitterlinden, A. G., "Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA," *Appl. Environ. Microbiol.*, **59**, 695-700 (1993).
3. Hayashi, H., Shibata, K., Bakir, M. A., Sakamoto, M., Tomita, S., and Benno, Y., "*Bacteroides coprophilus* sp. nov., isolated from human faeces," *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **57**(6), 1323-1326 (2007).
4. Cheng, C. H., Hung, C. H., Lee, K. S., Liau, P. Y., Liang, C. M., Yang, L. H., Lin, P. J., and Lin, C. -Y., "Microbial community structure of a starch-feeding fermentative hydrogen production reactor operated under different incubation conditions," *Int. J. Hydrogen Energy.*, **33**(19), 5242-5249 (2008).
5. Svensson, B. H., Dubourguier, H. C., Prensier, G., and Zehnder, A. J. B., "*Clostridium quinii* sp. nov., a new saccharolytic anaerobic bacterium isolated from granular sludge," *Arch. Microbiol.*, **157**, 97-103 (1992).

PA-14 포스터일반

A Study of Super-Oil Absorbent Materials Based on Kapok

Young Hee Lee, Eun Jin Lee, Yu Mi Bae, and Han Do Kim*

Department of Organic Material Science and Engineering, Pusan National University, Busan,
609-735, Korea

The environmental pollution by spilled oil has recently been a large problem. Therefore, more research and development on novel oil sorbent materials is needed to protect the environmental pollution. In this study, nonwoven fabrics of PP fiber, natural kapok and their blends (PP/kapok: 75/25, 50/50, 25/75 and 10/90) were prepared by needle punching process at a fixed (optimized) condition (density: 50punches/cm² and depth: 4mm). This study focused on the effect of blend ratio(100/0, 75/25, 50/50, 25/75 and 10/90) of PP/kapok nonwoven fabrics on oil/water sorption capacity to find the best blend ratio that brings the most synergy effect. In addition, the oil(kerosene and soybean)/water sorption capacity of nonwoven fabrics(pads) prepared in this study was also compared with those of commercial oil sorbents (100% PP nonwoven pad A and B).

Keywords: Kapok, Oil sorbents, Oil/water sorption capacity, Water contact angle

References

1. Choi, H. M., Kwon, H. J., and Moreau, J. P., "Cotton Nonwovens as Oil Spill Cleanup," *Text Res J.*, **63**, 211-218 (1993).
2. Lee, Y. H., Lee, J. H., Son, S. J., Lee, D. J., Jung, Y. J., and Kim, H. D., "Structure and Oil Sorption Capacity of Kapok Fiber[Ceibapentandra (L.) Gaertn]," *Kor. Text. Color. Finishing.* **23**, 210-218 (2011).
3. Lee, Y. H., Kim, J. S., Kim, D. H., Shin, M. S., Jung, Y. J., Lee, D. J., and Kim, H. D., "Effect of Blend Ratio of PP/kapok Blend Nonwoven Fabrics on Oil Sorption Capacity," *Env. Tec.* **34**(24), 3169-3175 (2013).

Acknowledgements

This work was supported by the Basic Science Research Programme through the NRF funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2011-0003967).

PA-15 포스터일반

자동분리 및 세정장치를 이용한 폐PET스크랩 재활용 기술개발

서재건, 정인경, 강석진[†], 강민형[†]

한국산업단지공단 대경권EIP 경북사업단, (주)진영케미칼[†]

Recycling Process of PET(Polyethylene Terephthalate) scrap Using Auto-Separation and Cleaning System

Jaegun-Seo, Ingyung-Jung, Sukjin-Kang[†], Minhyung-Kang[†]

Gyungbuk EIP Development Division, Jin-young Chemical Co.[†]

현재 PET 진공 성형업체에서 연간 발생하는 폐PET양은 연간 약 1만톤에 이른다. 이렇게 발생된 폐PET는 업체의 관리 소홀 및 재사용 시스템의 불안정함으로 저가의 재생 섬유시장으로 판매되어 지거나, 재사용을 하여도 여타의 이물질의 함유로 저 등급의 Sheet만이 생산되어지고 있다. 이러한 폐PET를 관리/회수/재처리 하여 고품질의 재생 Sheet로 제작한다면, 환경오염을 방지하며 또한 경제적인 이윤창출에 도움이 되리라 판단된다.

기존의 CCD방식에 의한 범용 선별기는 다양한 색의 폐PET스크랩을 선별할 수 있으나 작업을 위한 조작성이 복잡하고, 정밀 부품이 많아 주변 환경에 민감하게 영향을 받아 운용하기 어려운 점이 있었다. 이에 본 연구를 통하여 제작된 선별기는 무색의 폐PET만 분류하는 단순하며 조작성이 간편한 선별로서 폐PET 재활용 기술에 유용하게 적용될 수 있다. 또한 수입산 코팅액을 사용함으로써 문제 발생 시 대응이 되지 않거나, 고객의 요청에 빠른 대응을 할 수 없었던 부분을 본 연구를 통해 개발한 코팅액을 사용함으로써, 즉각적인 대응이 가능하며, 개발한 코팅액은 슬립성 및 투명도가 우수하여 PET Sheet에 코팅하여 열 진공 성형 시 PET 고유의 투명성을 잃지 않으면서, 기능성의 발현과 작업성이 우수한 고품질의 TRAY 생산이 가능하다고 사료된다.

기존에 선별이 전혀 진행되지 않았던 열성형 과정에서 발생하는 PET 스크랩은 여타 이물질 및 이색 스크랩의 혼입이 있었으나, PET 스크랩의 크기 및 형태의 다양성과 선별 가능한 기술이 없어 이물질이 혼입된 채로 분쇄되어 많은 양의 이색, 이물질의 혼입이 있어도 문제가 없는 재생 섬유시장, 재생 플라스틱 시장으로 주로 공급되었으나, 본 연구를 통해 분쇄 후 선별을 진행 가능하도록 하여 PET Sheet 압출 시 고품질의 투명 제품을 생산 가능하게 되었다.

수입산 코팅액을 사용함으로써 문제 발생 시 대응이 되지 않거나, 고객의 요청에 빠른 대응을 할 수 없었던 부분을 본 연구를 통해 개발한 코팅액을 사용함으로써, 즉각적인 대응이 가능하며, 기존 코팅액에 대비하여 슬립성 및 투명도가 우수하여 PET Sheet에 코팅하여 성형 시 고유의 투명성을 잃지 않으면서도 작업성이 우수한 PET 기능성 TRAY를 생산 가능하게 되었다.

본 연구를 통하여 선별 및 세정에 용이하게 폐 PET 스크랩 분쇄가 가능한 분쇄기 제작을 하였으며, 10^{10} ohm/sq 이하의 표면 저항치를 가지는 슬립성, 투명성이 우수한 대전방지 코팅액 개발, 결로방지 및 슬립성, 투명성이 우수한 방담코팅액 개발, 투명한 PET 스크랩만을 선별 가능한 선별기 개발, 스크랩 세정 가능한 초음파 세정기 도입 및 용이하게 세정이 이루어지는 세정 용매 선정 등 연구 결과를 도출하였으며 이를 토대로 성형 시 발생하는 폐 PET스크랩을 선별하여 사용하므로 기존 저급으로 인식되던 폐 스크랩의 가치를 재고하고, 수입산 코팅액의 자체 생산을 통한 비용절감, 폐 PET스크랩을 재사용할 때 발생하는 불량을 예방하며, 신재 PET를 대체하여 사용 가능함으로써 이에 따른 비용절감 효과가 기대된다.

IV. 참고문헌

1. J. Brandrup and M. Bittner, Recycling and Recovery of Plastics, Hanser Graner Publications, Cininnati(1996).
2. Levitan, I.B. and Abbot, L.F., Theoretical Neuroscience, MIT press,(2001)

V. 사사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업단지공단의 생태산업단지구축사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

PA-16 포스터일반

화학적 방법을 적용한 폐리튬 2차전지 코발트(Co) 추출 기술 개발

서재건, 정인경, 서명수[†], 정연구[†]

한국산업단지공단 대경권EIP 경북사업단, (주)벡셀[†]

Chemical Extraction of Cobalt From Waste Lithium Ion Battery

Jaegun-Seo, Ingyung-Jung, Myungsoo-Seo[†], Youngu-Jung[†]

Gyungbuk EIP Development Division, BEXEL Co.[†]

현재 국내에서 상용되고 있는 리튬이온전지(Lithium Ion Battery)는 거의 대부분 폐기되고 있는 실정이다. 국내에서도 폐전지 재활용을 통하여 전략 광물인 코발트(Co), 망간, 아연, 니켈 등을 국내에서 원료로 확보 가능하며, 폐전지로 인한 환경오염문제를 해결함으로써 전지 산업의 활성화와 국내 제조 산업의 경쟁력 향상을 꾀할 수 있다.

본 연구는 폐리튬 이온전지를 재활용하기 위해 기술실증에 바탕을 두고 폐리튬 2차전지를 물리적 처리공정을 통하여 1차 선별한 후 화학적 처리공정을 통해 코발트 화합물 제조에 목적을 두었다. 파쇄, 자력선별, 분급 등 1차 처리 후 전극화 물질을 선택적으로 농축시킨 후 환원제로 과산화수소를 사용하는 황산 침출법으로 추출실험을 수행하였다. 그런 뒤 중화적정법을 통해 코발트 화합물을 추출하여 연구를 진행하였다. 먼저 물리적 파쇄 처리가 완료된 1차 추출물을 분체기를 사용하여 Mesh 망에 걸러 100°C 1일 이상 건조하여 수분을 제거한다. 황산환원 침출의 초기 조건인 2M의 황산용액을 제조하여 파쇄 산물에 넣고 교반을 진행한 후 불순물을 걸러 용액을 추출한다. 이 후 환원제(H₂O₂)를 삽입하고, 수산화리튬 수용액을 제조하여 pH에 따라 추출실험을 수행하였다. 이때 반응열이 발생하며, 이러한 온도에 대한 영향에 대해서도 실험을 진행하였다. 이후 침전된 추출물을 Filtering 하여 건조 후 정량적인 분석을 수행하였다. 이러한 실험방법을 통하여 ① 환원제 첨가량에 따른 코발트(Co) 침출 효율 평가, ② 폐리튬 이온전지 분쇄산물의 농도변화에 따른 Co의 침출결과, ③ 침출 시 침출제 첨가에 따른 발열 및 온도에 따른 침출 효율 분석, ④ 화학적 방법에 따른 코발트 추출 최적 조건 설정 등 총 4가지 항목에 대하여 결과를 도출하였다.

① 환원제 첨가량에 따른 코발트(Co) 침출 효율 평가 : Li는 황산만으로 전량 침출시킬 수 있으나, Co를 95% 이상 침출시키기 위해서는 H₂O₂ 첨가량이 15vol% 이상이 되어야 하는 것으로 나타났다.

② 폐리튬이온전지 분쇄산물의 농도변화에 따른 Co의 침출결과 : 고/액 농도비를 500g/L에서 10kg/20L로 scale-up해서 실험한 결과 분쇄물의 양이 많아짐에 따라 과산화수소의 첨가량이 증가할수록 Co의 침출효율이 증가하는 것으로 나타났다.

③ 침출 시 침출제 첨가에 따른 발열 및 온도에 따른 침출 효율 분석 : 황산, 과산화수소의 첨가만으로 반응조의 온도가 79°C까지 상승하였고, 반응이 끝날 때 까지 온도변화는 약 12°C로 나타남, 황산 침출 시 가열 유/무에 따라 침출효율 분석 시 반응조를 가열하지 않고도 코발트의 침출효율이 98%, Li, Cu, Ni은 99% 이상, Fe, Al은 93%의 침출효율을 나타내었다.

④ 화학적 방법에 따른 코발트 추출 최적 조건 선정 : 폐리튬 이온전지 파쇄산물로부터 코발트와 리튬을 회수하기 위한 황산환원침출 결과, 황산환원침출 시 용액만으로 침출한 결과 침출율이 60%정도 였으나, 환원제로 과산화수소를 첨가하여 침출한 결과 95%이상 추출효율을 나타냈다. 또한 반응온도는 반응속도를 빠르게 하기는 하지만, 추출효율을 높이는 데에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

IV. 참고문헌

1. K. Tsunashima, F. Yonekawa, and M. Sugiya, A Lithium battery electrolyte based on a room-temperature phosphonium ionic liquid, Chem. Lett, 37, 314 (2008).

V. 사사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업단지공단의 생태산업단지구축사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

PA-17 포스터일반

페타이어를 이용한 미세분말형 TPV(고무플라스틱) 원료 개발

정인경, 김봉석[†], 윤상필[†], 서재건

한국산업단지공단 대경권EIP 경북사업단, 다성[†]

Development of Fine Powder Typed Ingredients of TPV (Thermoplastic Vulcanizate) Using Waste Tire

InGyung Jung, BongSeok Kim[†], SangPil Yun[†], JaeGun Seo

Gyungbuk EIP Development Division, DaSeung Co.[†]

고무의 재활용 시장은 크게 범용 고무를 재활용하는 시장과 페타이어를 재활용하는 시장으로 크게 구분할 수 있으며, 재활용 방법으로는 칩 형태의 재활용 시장, 분말 형태의 재활용 시장 및 재료 재활용 시장 등으로 구분할 수 있다. 고무의 재활용 시장은 기존의 폐 고무를 활용하던 방식인 연소, 칩 재활용 등이 주류를 이루고 있으며, 미세 분쇄를 이용한 분말화 방식의 경우 높은 생산 단가로 인한 경제성 저하로 시장에서의 점유율이 낮은 상황이다.

폐 고무의 재활용 분야는 고무분말을 이용한 재활용 시장이 재활용의 용이성으로 인하여 가장 큰 시장을 형성하고 있었으며, 페타이어의 경우 소각을 통한 열 이용 분야가 가장 큰 시장을 형성하고 있었다. 그러나 점진적으로 분말화를 통한 고무의 재활용을 위한 시장이 성장되고 있으며, 분말화를 통한 고무 재활용의 경우 고부가가치의 창출이 가능한 분야이므로 이 분야의 시장이 성장하고 있다. 특히 국내의 경우 분말화 기술 도입 및 개발이 선진국에 비하여 늦은 상황으로 성장세가 지속되고 있는 상황이다.

타이어의 구성요소인 고무와 강철은 현대 산업사회를 이끌어 가는 중요한 자원으로 이를 재자원화 하는 방안은 매우 시급한 실정이다. 현재 해외 선진사례에서는 페타이어 고무 칩의 미 분쇄를 통하여 이를 재자원화 하는 연구개발이 이루어지고 있다. 특히 폐자원을 활용한 복합신소재 개발은 자동차 부품 및 스포츠 용품, 의료용 소재, 기계부품 등과 같은 다양한 분야에 응용이 시도되고 있다. 그러나 국내 재활용 산업에 있어서 업체의 영세성으로 인하여 재활용 기술에 대한 기술개발과 적용은 용이하지 않다.

대부분의 폐자원 재활용에 있어서 파쇄 및 분쇄는 빠질 수 없는 중요한 과정이 되고 있는 가운데, 미 분쇄 기술은 폐자원의 재자원화를 가능케 하는 중요한 기술이다. mesh단위의 폐자원 입자는 다른 자원과의 재결합 등을 통하여 새로운 고부가가치 자원으로 재탄생 시킬 수 있다.

본 연구에서는 페타이어 재활용 부가가치가 높은 미세분말(0.5mm이하) 형태의 TPV를 개발하기위해 기존에 일반적으로 사용되고 있던 Cutting방식에 Shear방식을 도입, 칼날의 모양 및 분쇄드럼 개선을 통하여 기존 분쇄기보다 효율성을 증대시켜 미세분말의 고무플라스틱 재생원료 생산기술을 개발하였으며 다양한 적용이 가능한 미세분말 생산 process를 구축하였다.

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업단지공단의 생태산업단지구축사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

PA-18 포스터일반

고로부생가스 회수 CO₂를 이용한 드라이아이스 세정 기술

정인경, 이효권[†], 김현순[†], 서재건
한국산업단지공단 대경권EIP 경북사업단, (주)CTA[†]

Cleaning Technology of Dry Ice Using Recovered CO₂ from Blast Furnace Gas

InGyung Jung, HyoKweon Lee[†], HyeonSun Kim[†], JaeGun Seo
Gyungbuk EIP Development Division, CTA Co.[†]

전 세계는 지금 온실가스인 CO₂를 줄이고자 다각도로 노력하여 포집기술이 가시적인 성과를 보이고 있으며 기업의 입장에서는 환경적인 측면 뿐아니라 경제적인 특면도 간과할 수는 없다. 산업체에서 나오는 이산화탄소가 포집·재활용되어 부가가치 창출의 구조를 만든다면 많은 기업의 자발적 포집과 재활용이 활성화 될 수 있을 것이다.

고로부생가스(BFG : Blast Furnace Gas, 이하 'BFG'로 표기)는 고로에서 코크스가 연소해 철광석과 환원작용을 할 때 발생하는 무색무취의 유독성 가스로 공기보다 무거운 기체이다. 제철산업은 대표적인 에너지 다소비 업종으로 포스코는 국내 전체 에너지소비량의 10% 이상을 차지하고 있으며 연간 약 7,000만톤 가량의 이산화탄소(CO₂)를 배출하고 있다. 고로부생가스는 CO₂ 농도가 20 ~ 23%로 높아 포집기술 개발이 완성되고 경제적인 재활용 용도가 개발된다면 환경규제에 앞서 대응함과 동시에 성장 신사업 기회로서 적극 활용될 수 있을 것이다. 포스코는 철강 제조 공정에서 발생하는 BFG를 전량 회수해 공정 에너지원으로 바로 재사용하거나, 자가 발전에 활용하고 있다. 제철공정의 CO₂배출량을 저감하고, BFG 발열량 향상을 위해 CO₂를 분리하고 있다.

본 연구에서는 고로부생가스(BFG)에서 분리된 CO₂의 용도개발 일환으로 드라이아이스 세정작업 적용 기술을 개발하고자 하였으며 이를 위해 오염물질별 세척 표준안 작성, 각 설비별 최적 blasting 압력 및 조도 조사, 및 blasting 변수에 대한 영향을 도출하였다.

사사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업단지공단의 생태산업단지구축사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

PA-19 포스터일반

Life cycle assessment (LCA) 기법을 이용한 마그네슘 용탕보호 방법들에 관한 환경성 평가

김경일¹, 홍태환^{2†}, 윤영옥³, 김세광⁴, 임현규^{5*}

한국생산기술연구원 희소금속연구실용화그룹^{1, 3, 4, 5} †한국교통대학교 신소재공학과²

Evaluation of Environmental Impact on Melt Protection of Magnesium and Magnesium Alloys by Life Cycle Assessment (LCA)

KYOENG-IL KIM ¹, Tae-Whan Hong ^{2†}, Young-ok Yoon ³, Shae K. Kim ⁴, Hyunkyu Lim ^{5*}
Rare Metal R&BD Group, Korea Institute of Industrial Technology (Kitech), 156, Gaetbeol-ro,
Yeonsu-gu, Incheon 406-840, Republic of Korea ^{1, 3, 4, 5}

[†]Dept. of Materials Science and Engineering, Korea National University of Transportation, 50
Daehak-ro, Chnungju-si, Chungbuk, 380-702, Republic of Korea ²

현 시대는 한정된 화석연료를 기반으로 하는 산업구조로 되어있기 때문에 자동차 분야 등에서 에너지 효율과 관계되어 가벼운 구조재료 개발이 요구되고 있는 상황이다. 이러한 요구에 따라 마그네슘 및 마그네슘 합금에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 마그네슘 및 마그네슘 합금은 구조용 금속 재료 중 가장 가벼우며 비강도, 비강성, 주조성, 기계가공성, 진동, 충격 흡수능 및 피로 특성이 우수하여 수송기기, 전자제품, 휴대용 공구류, 스포츠, 레저용품, 군수용품, 의료기기 등 폭넓은 분야에 응용되고 있다. 또한 주조 공정을 통해 복잡하고 다양한 형태의 부품 및 제품으로 제조가 용이하다. 하지만 마그네슘을 용해하는 과정에서 마그네슘의 산화 방지 및 품질 향상을 위해 SF₆ 보호가스를 사용하게 된다. 한편, SF₆ 가스는 교토의정서 하에서 온실가스로 지정되어 있으며 대기 중 농도는 이산화탄소의 1/6에 불과하지만, 지구온난화 효과는 약 24,000배나 더 큰 물질이다. 최근 마그네슘 및 마그네슘 합금에 산화칼슘을 첨가하여 보호가스를 배제하는 기술[1]이 개발되었으며 보호가스 없이도 용탕이 보호되어 고품질의 마그네슘 및 마그네슘 잉곳을 생산할 수 있다. 또한 칼슘에 비해 산화칼슘은 경제적이며 다루기에도 용이하다. 따라서 life cycle assessment(LCA) 기법을 이용한 전과정 평가를 통해 산화칼슘 첨가 기법과 SF₆ 가스 사용 기법에 대한 실제적인 환경적 경제적 수치를 제시하여 비교 평가하였다. 그 결과 산화칼슘을 사용하여 마그네슘 및 마그네슘 합금의 품질을 확보하는 방안이 대기오염 측면에서 월등하게 유리하다는 결과를 도출 되었다.

참고문헌

1. Jin-Kyu Lee and Shae K. Kim, "Ignition resistance of CaO added Mg-3Al, Mg-6Al and Mg-9Al Eco-Mg alloys", J. of the Kor. Foundrymen's Soc., 31(2), 60-65 (2011).

PA-20 포스터일반

A Study on Production of 5-hydroxymethyl-2-furfural from Fructose Syrup using a Bio-based Solvent and catalyst

Bora Kim, Jin Ku Cho* Kora Institute of Industrial Technology (KITECH)

To replace the fossil-based carbon resources by renewable and sustainable biomass for the productions of fuels and chemicals, lots of efforts are going on throughout the globe using biomass-derived carbohydrates. 5-Hydroxymethyl-2-furfural (HMF) is one of the potential platform chemical obtained by the dehydration of biomass-derived carbohydrates. In this study, high fructose corn syrup (HFCS) was employed as a cheap and industrially-supplied starting material for the production of HMF. Initially, various readily evaporable solvents were screened using Amberlyst-15 as a solid acid catalyst for dehydration of HFCS into HMF and achieved a maximum HMF yield of 80% in 1,4-dioxane solvent. Then, effects of reaction parameters such as initial concentration of HFCS, catalyst dosage, temperature on dehydration of HFCS into HMF were investigated. Evaporation of 1,4-dioxane and filtration of Amberlyst-15 allowed simple separation and purification to isolate HMF in high yields. In addition, the feasibility for producing another platform chemical, levulinic acid directly from HFCS was confirmed. Taking a good performance of 1,4-dioxane obtained from bio-based ethylene glycol (EG) into account, other glyme, diglyme and triglyme were explored and HMF was obtained a maximum yield of 81% in glyme. To pursue non-petroleum based process, Amberlyst-15 catalyst was replaced by bio-based solid acid catalyst prepared from lignocellulosic biomass-derived carbonaceous materials. The amorphous carbonaceous materials were prepared by incomplete carbonization then acidic groups were introduced by sulfonation. The prepared bio-based catalyst was analyzed by FT-IR, XPS, BET and the loading amount of sulphate groups was determined by CHNS elemental analysis and confirmed by acid-based titration. With this catalyst, HMF could be successfully obtained in 71% of yield in diglyme. The catalyst was recycled up to 3 times and then regenerated with HCl for further re-use.

1. Aellig, C., Hermans, I., "Continuous D-fructose dehydration to 5-hydroxymethylfurfural under mild conditions" *ChemSusChem*. 5, 1737-1742 (2012).
2. Bicker, M., Hirth, J., Vogel, H., "Dehydration of fructose to 5-hydroxymethylfurfural in sub- and supercritical acetone" *Green Chem*. 5, 280-284 (2003).
3. Lai, L., Zhang, Y. "The Production of 5-Hydroxymethylfurfural from Fructose in Isopropyl Alcohol: A Green and Efficient System" *ChemSusChem*. 4, 1745-1748 (2011).
4. Lansalot-Matras, C., Moreau, C., "Dehydration of fructose into 5-hydroxymethylfurfural in the presence of ionic liquids" *Catal. Commun*. 4, 514-520 (2003).
5. Qi, X., Watanabe, M., Aida, T. M., Smith, R. L., "Fast transformation of glucose and Di-/Polysaccharides into 5-hydroxymethylfurfural by microwave heating in an ionic liquid/catalyst system" *ChemSusChem*. 3, 1071-1077 (2010).

악취물질저감을 위한 처리기술

박진원*

서울과학기술대학교 화공생명공학과

Treatment technology for odorant abatement

Jin-Won Park*

Department of Chemical & Biomolecular Engineering, Seoul National
University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea

가장 일반적으로 많이 사용되는 악취물질 제거기술에는 크게 네 가지가 있다. 이 네 가지는 Biofiltration, 화학 세정, 활성탄에 의한 흡착, 각 기술들이 조합된 혼성기술이다[1]. 이 기술들은 여러 분야-폐수처리, 식품, 축산, 그리고 고형폐기물처리-에 적용가능하다. 악취물질은 단순히 감각에 국한된 것이 아니라 부식성 및 독성을 가지고 있으므로 무해한 물질로 처리하는 것은 필수적이며, 장기적인 유지 및 보수와 2차 오염 물질의 최소화 측면에서 생물학적으로 악취 물질을 제거하는 방법이 장점을 가지고 있다[2]. 그에 따라 제거기술의 연구는 생물학적 접근법에 집중되고 있다. 그러나, 현재 개발된 생물학적 방법은, 미생물을 기반으로 하고 있으며 그에 따라 서식 환경에 따른 제한이 있으며 고농도의 물질을 처리하기에 한계가 있다[3]. 2011년 기준으로 폐수의 악취 물질 제거에 대한 세계시장규모는 연 53억\$이며, 2011-2017사이에 연간 4.7%씩 성장하여, 매출액은 2017년까지 70억\$에 달할 전망이다[4]. 악취를 유발시키는 각 물질들을 분류하고, 이를 처리하기 위한 각 기술들의 현황을 제시하고자 한다.

참고문헌

1. Estrada, J. M., Kraakman, N. J. R., Lebrero, R., and Muñoz, R., "A sensitivity analysis of process design parameters, commodity prices and robustness on the economics of odour abatement technologies," *Biotech. Adv.*, **30**, 1354-1363 (2012).
2. Mehdinia, S. M., Latif, P. A., and Taghipour, H., "Removal of Hydrogen Sulfide by Physico-Biological Filter Using Mixed Rice Husk Silica and Dried Activated Sludge," *Clean-Soil Air Water*, **41**(10), 949-954 (2013).
3. Liu, C., Liu, J., Li, J., He, H., Peng, S., Li, C., and Chen, Y., "Removal of H₂S by co-immobilized bacteria and fungi biocatalysts in a bio-trickling filter," *Process Safety and Environmental Protection*, **91**, 145-152 (2013).
4. BCC Research LLC, Municipal and Industrial Sludge Treatment and Odor Control: The Global Market, Wellesley, MA 2012

에너지 절감형 미세회로구조 제조용 석판 기술의 개발

박진원*, 박민정[†]

서울과학기술대학교 화공생명공학과

[†]Nitto Denko

Energy-saving lithography development for micro-circuit structure

Jin-Won Park*, Minjung Park[†]

*Department of Chemical & Biomolecular Engineering, Seoul National
University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea

[†]Nitto Denko, Pyeongtaeksi, Gyeonggi-do

화면표시장치 제조에 널리 이용되고 있는 석판기술에서 에너지 소모를 감소시키기 위한 접근법을 개발하고자 한다. 저가의 Polycarbonate 기판에 Spin Coating으로 Polystyrene 박막을 형성하고 박막 위에 Polydimethylsiloxane 주형으로 소프트석판술을 적용하였다. 제조된 구조에 나노입자들을 배열하기 위해 계면 작용을 이용하고자 하였으며, 이를 위하여 구조의 표면을 화학반응에 의해 소수성으로 개질하였다 [1]. 소수성으로의 개질은 Polystyrene 표면을 과망간칼륨으로 처리하고 Aminopropyltri-ethoxysilane을 반응시켜서 수행되었다. 개질된 특성은 X선광전자분광기로 분석되었다. 개질된 표면에서 친수성나노입자들이 분산되어 있는 수용액을 마이크로리터 단위의 방울로 떨어뜨리고, 수용액을 증발시킨다. 증발과정에서 계면상호작용과 미세구조의 물리적 유도로 특정 영역에 나노입자들의 배열이 나타났다 [2,3]. 그리고, 이 배열의 전기적 응용을 확인하였다. 본 연구에서 개발된 기술은 휘어질 수 있는 화면표시장치의 제조에 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

PA-23 포스터일반

물분해전지용 수소생산 특성향상을 위한 산소생성반응 금속산화물 촉매 연구

김남인, 조성화, 소인섭, 이내성, 서용호, 김기범, 박준영*
세종대학교 나노신소재공학과

Study of the metal oxide catalysts for oxygen evolution reactions of water-splitting electrochemical cells for the improvement of hydrogen productivity

Nam-In Kim, Sunghwa Cho, Inseop So, Jun-Young Park*
Department of Nanotechnology and Advanced Materials Engineering, Sejong University

수소 생산을 위한 고분자전해질 물분해전지는 고분자전해질을 기준으로 수소발생 전극과 산소발생 전극으로 구분된다. 본 연구에서는 수소생성량 및 반응속도를 좌우하는 산소발생 전극 촉매 특성 향상을 위한 연구이다. 특히 기존에 연구되고 있는 백금, 루테튬, 팔라듐 등의 백금계 귀금속을 대체하여 금속 산화물 촉매를 적용하였고, 선행 연구 결과에서 확보한 여러 나노구조체 합성법을 기반으로 1차원, 2차원, 3차원 나노구조체를 각각 합성했다. 또한 산소 발생 전극 특성을 비롯한 여러 물성을 다양한 분석 기법을 활용하여 확인하였다. 그 결과, 합성방법과 나노구조체에 따라 상이한 전기화학적 산소 발생 특성을 보였으며, 이는 나노구조의 차이에 의한 것으로 판단되었다. 한편, 다양한 나노구조체 합성과 함께 특정 나노구조체에서 미량의 이종원소 도핑을 통하여 금속 산화물 촉매의 화학양론을 변경하고, 그에 따른 산소 발생 특성의 차이도 분석하였다. 도핑량이 미량임에도 불구하고 이종원소의 종류에 따라 상이한 결과를 얻을 수 있었는데, 이는 도핑한 원소와 금속 산화물 촉매의 상호작용에 의한 것으로 판단되었다. 본 연구에서는 금속 산화물 촉매의 특성을 자세하게 분석하고자 물리화학, 전기화학 분석 기법으로 각각 X-선 회절, 주사전자현미경 등과 순환전압전류법, 선형전압전류법 등을 시행하였다.

PA-24 포스터일반

나노 및 마이크로 은 입자의 습식제조

조대철, 이인형, 권성현*[†]

순천향대학교 에너지환경공학과, [†]경상대학교 해양환경공학과(해양산업연구소)

Formation of Nano - Micro Silver Particles in Aqueous Solution

Daechul Cho, In Hyoung Rhee, Sung-Hyun Kwon*[†]

Dept. Energy & Environ. Engineering, Soonchunhyang University, [†]Dept. Marine Environ. Engineering (Inst. Marine Industry), Gyeongsang National University

1. AgNO₃ (99.8%+) 4.4 mM 용액에 환원제와 분산제를 적절히 투입하여 연황색 또는 연갈색을 나타낼 때까지 60°C에서 반응시켰다. 색도의 차이에 따라 입자의 응결상태가 다르며 이는 입자 크기에 상관도가 높다고 여겨진다. 10~수천 nm 에 이르는 다양한 은 입자를 습식 환원반응으로 제조할 수 있었으며 Nanotracer 150 입도분석기 및 TEM으로 판별할 수 있었다. 은 입자의 용도에 따른 크기 조절이 가능하였으며 용액상의 shelf-life는 대략 4~10주 범위였다.
2. 나노 크기의 잘 분산된 은-용액의 전자현미경 사진

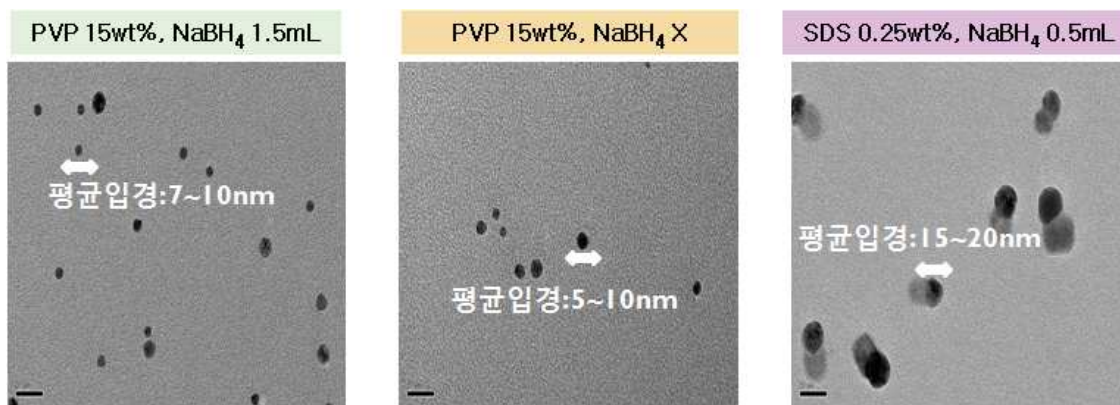


Figure 1. Well dispersed nano Ag particles taken by TEM under various conditions.

참고문헌

1. Yun, K. S., Park, Y. C., Yang, B. S., Min, H. H., Won, C. W., "Preparation of Ag Powder from AgNO₃ by Wet Chemical Reduction Method1. The Establishment of Optimum Reaction System for the Preparation of Spherical Ag Powder," *J. Kor. Powd. & Metall.*, **12**(1), 57-58 (2006).
2. Lee, H. Y., "Preparation of Ag Nano-Powder from Aqueous Silver Nitrate Solution through Reduction with Hydrazine Hydrate," *Resources Recycling*, **15**(4), 20-21 (2006).

PA-25 포스터일반

금속이온이 분산된 저등급석탄 지지체 촉매를 이용한 톨루엔의 촉매적 스팀 개질

김수현, 유지호
한국에너지기술연구원

Catalytic Steam Reforming of Toluene Using Metal Ion-exchanged Low rank Coal

Soohyun Kim, Jiho Yoo,
Clean change research division, Korea Institute of Energy Research

일반적으로 Ni 촉매는 타르 등 탄화수소 분해 공정에 유용한 촉매로 알려져 있으며 촉매의 효율을 높이기 위해 촉매를 고르게 분산시킬 수 있는 담지체가 필요하다. 본 연구에서는 촉매 활성을 갖는 Ni 및 전이금속 이온들을 이온교환 능력을 갖는 저등급석탄 지지체에 nano 수준으로 고르게 분산하여 촉매를 제조하였다. 이후 toluene과 dimethyl ether (DME)의 스팀 개질 반응 및 water-gas shift (WGS) 반응에 적용하여 촉매 활성을 알아보았다. 이때 400 °C 이하의 낮은 온도에서 높은 촉매 활성을 보였으며, 장시간 연속 운전에서도 꾸준히 높은 활성을 나타냈다. 촉매 반응은 온도, 스팀 공급량, 공간속도에 의해 영향을 받았으나 carbon deposition에 의한 비활성화는 관찰되지 않았다.

PA-26 포스터일반

제올라이트 3A, 4A, 5A, 13X 에서 탈착압력이 CO₂ / N₂ 혼합기체의 주기적 파과거동에 미치는 영향

문종호, 심중보[†], 박영철, 이종섭, 민병무

한국에너지기술연구원 온실가스연구실, [†]충남대학교 녹색에너지전문기술대학원속

Effect of desorption pressure on cyclic breakthrough behaviors of CO₂ / N₂ mixed gas for zeolite 3A, 4A, 5A, and 13X

Jong-Ho Moon, Jungbo Sim[†], Young Cheol Park, Jong-Seop Lee, Byoung-Moo Min

Greenhouse gas research Lab., Korea Institute of Energy Research

[†]Graduate School of Green Energy Technology, Chungnam National University

본 연구에서는 고정탑 반응기(높이 30cm, 내경 1cm)에 서로 다른 4종류의 제올라이트 시료를 충전하여, 탈착압력이 CO₂ 흡착파과 및 탈착파과 거동에 미치는 영향을 연구하였다. 흡착제로는 상용물질인 제올라이트 3A, 4A, 5A, 13X 펠렛을 사용하였다. 연속조작(cyclic operation)실험은 흡착-탈착 순으로 5회 반복하여 실험하였다. 탈착압력이 연속조작거동에 미치는 영향을 살펴보기 위해 탈착 압력(혹은 재생 압력)을 진공(0bar)에서 3bar 까지 변경하며 실험을 진행하였다. 흡착압력(3bar), 온도(293K), 농도(CO₂:N₂=10:90vol%)와 유량(400ccm) 조건은 고정하였다. 흡착 및 탈착 시간은 각각 80분이었으며, 순환공정을 5회 반복하였다. 파과시간, 포화시간, 재생시간, 흡착량 그리고 탑 내 온도변화 등을 측정하였다. 상기 변수 실험을 통하여 연소 후 CO₂ 포집에 적합한 흡착제 및 운전조건을 찾고자 하였다.

참고문헌

1. He et al., "Adsorption and desorption experimental study of carbon dioxide/methane mixture gas on 13X-type molecular sieves," Journal of Chemical Engineering of Japan, 46(12), 811-820 (2013)
2. Mofarahil and Shokroo, "Comparison of two pressure swing adsorption processes for air separation using zeolite 5A and zeolite 13X," Petroleum & Coal, 55(3), 216-225 (2013)
3. Walton and LeVan, "A novel adsorption cycle for CO₂ recovery: experimental and theoretical investigations of a temperature swing compression process," Separation Science and Technology, 41, 485-500 (2006)
4. Bonenfant1 et al., "Advances in principal factors influencing carbon dioxide adsorption on zeolites," Sci. Technol. Adv. Mater., 9, (2008)

PA-27 포스터일반

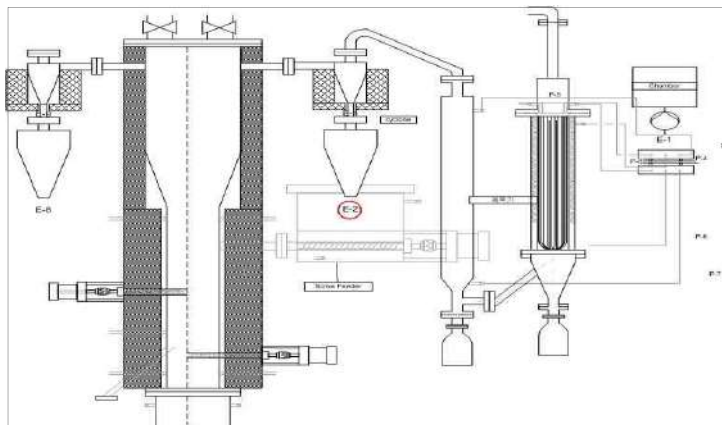
기포 유동층 반응기에서 건조된 석탄의 열분해 특성

박재현^{1*}, 선도원¹, 배달희¹, 류호정¹, 이승용¹, 문종호¹, 신종선¹, 박재혁², 김기영³
한국에너지기술연구원¹, 연세대학교², 충남대학교³

Study on the Pyrolysis of Dried Coal in the Bubbling Fluidized-bed Reactor

Jaehyeon Park¹, Dowon Shun¹, Dal-Hee Bae¹, Ho-Jung Ryu¹, Jong Ho Moon¹, Seung Yong Lee¹,
Jong-Seon Shin¹, Jae Hyeok Park², Gi Yeong Kim³
Korea Institute of Energy Research¹, Yonsei University², Chung Nam National University³

화석 연료의 가격 상승 및 공급 불안정, 고갈 등의 문제로 많은 연구자들은 새로운 에너지를 찾고 있다. 저등급 석탄은 수분함량이 높고, 발열량이 낮으며, 빈번한 자연발화로 인하여 사용이 제한되어 있었다. 하지만 저등급 석탄은 매장량이 풍부하고 전 세계에 고르게 분포하고 있어 효율적 사용이 가능할 것이라고 판단된다. 현재 저등급 석탄과 관련하여 많은 연구들이 진행되고 있다. 그 중 저등급 석탄 열분해 공정은 1972년부터 개발되어 온 기술로서 석탄을 무산소 상태에서 가열하여 코크스, 석탄타르, 석탄가스 등을 얻는 기술이다. 본 연구에서는 수분이 제거된 저등급 석탄을 이용하여 실험실 규모의 기포 유동층 반응기에서 열분해 특성에 대하여 알아보았다. [그림 1]에 실험에 사용된 기포 유동층 열분해 장치의 모식도를 나타내었으며, 본 장치의 단면적은 104cm², 높이 200cm 이며, 전기히터를 사용하여 열원을 공급하였다. 무산소 분위기를 위하여 주입가스를 N₂로 주입하여 열분해 특성을 확인하였다. 또한 본 실험을 통하여 저등급 석탄으로부터 타르를 회수하고 회수된 타르는 고부가가치 산업에 적용이 가능할 것 이라고 판단된다.



[그림 1] 기포 유동층 열분해 장치의 모식도.

PA-28 포스터일반

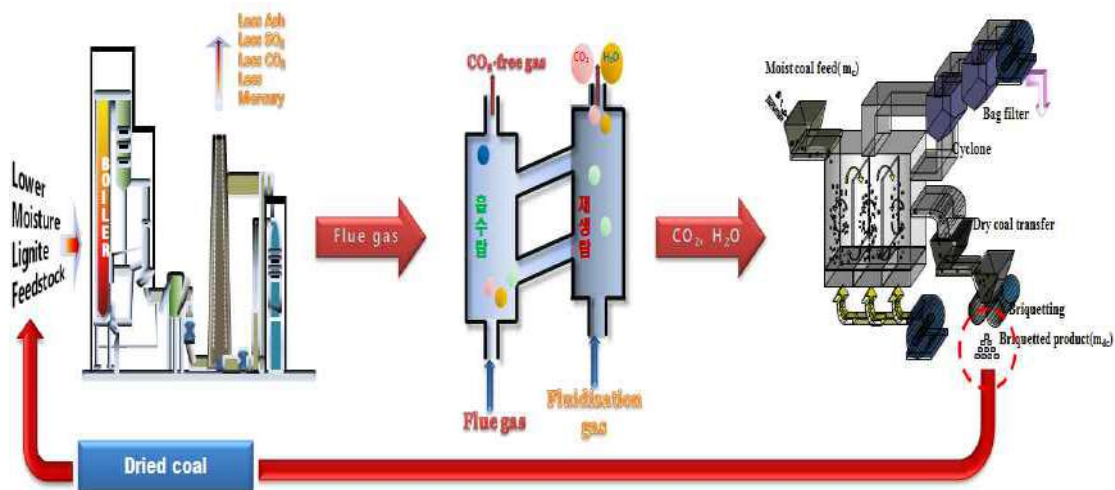
기포 유동층 건조장치와 스팀 유동층 건조장치의 건조 효율 비교

박재현^{1*}, 선도원¹, 배달희¹, 진경태¹, 이승용¹, 주지봉¹, 신종선¹, 박재혁², 김기영³
연세대학교¹, 한국에너지기술연구원², 충남대학교³

The Comparison of Drying Efficiency between Bubbling Fluidized-bed Dryer and Steam Fluidized-bed Dryer

Jaehyeon Park¹, Dowon Shun¹, Dal-Hee Bae¹, Gyoung Tae Jin¹, Seung Yong Lee¹, Ji Bong Joo¹,
Jong-Seon Shin¹, Jae Hyeok Park², Gi Yeong Kim³
Korea Institute of Energy Research¹, Yonsei University², Chung Nam National University³

최근 유연탄과 같은 고등급 석탄의 자원 고갈과 더불어 가격 상승으로 인하여 저가 에너지를 발전용으로 사용하려는 연구가 진행 중에 있다. 갈탄과 아역청탄과 같은 고수분 저등급 석탄은 전세계 석탄 매장량의 50% 이상을 차지할 정도로 매장량이 풍부하며 가격도 고등급 석탄 가격에 비해 1/3 정도로 낮다. 하지만 저등급 석탄은 수분함량이 높아 발열량이 낮고, 기공이 발달하여 산소를 함유한 카르복실기 함량이 높아 자연 발화 가능성이 높아 장기간 저장 및 수송에 한계점이 있다는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 유동층을 이용한 건조기 방식 중 대류전열을 이용한 기포 유동층 건조기와 스팀을 열원으로 하는 스팀 유동층 건조기의 건조 효율을 비교하였다. 먼저 대류전열을 이용한 건조 장치는 발전소의 배가스를 직접 건조에 이용할 수 있는 기술이며, 스팀 유동층 건조 장치는 CCS(Carbon Capture and Storage) 공정 중 재생공정에서 발생하는 스팀과 이산화탄소를 건조 열원으로 사용하는 기술이다. [그림 1]에 건식 이산화탄소 회수 2탑 공정과 건조 공정의 통합 시스템에 대한 모식도를 나타내었다. 본 연구를 통해 고수분 저등급 석탄을 고품위화하고 각 건조기의 특징 및 건조 효율을 비교하여 경제성을 파악하였다.



[그림 1] 건식 CO₂ 회수 2탑 공정과 건조 공정의 통합 시스템.

PA-29 포스터일반

용융염 전해질 기반 전기화학적 암모니아 합성

윤형철, 형찬희, 유충열, 주종훈, 유지행, 김종남*
한국에너지기술연구원

Electrochemical ammonia synthesis using a molten salt electrolyte

수소의 저장체(17.6 wt% H₂)이며, 무탄소 에너지 담체인 암모니아는 수소와 비교하여 저장(8.5기압: 액체) 및 이송이 용이 하고, 에너지 밀도(액화 암모니아: 11.5 MJ/liter, 액화 수소: 8.49 MJ/liter)가 높은 장점을 가지고 있다. 또한, 암모니아는 자동차 연료, 연료전지, 가스터빈 등의 기존 에너지 시스템에 적용 가능하다. 현재 암모니아는 천연가스와 질소를 원료로 Haber-Bosch 공정을 통하여 합성하고 있다. Haber-Bosch는 고온 고압 공정 (150-250 bar, 300-550°C)으로 높은 에너지 소모(30GJ/ton NH₃ 이상), 천연가스 개질을 통한 수소 제조로 다량의 온실가스인 CO₂ 배출 (2.16 kg CO₂/kg NH₃) 등의 단점이 있다. 이러한 Haber-Bosch의 단점을 해결하기 위하여 무한정 공급 가능한 원료(물/질소)로부터 상압에서 저에너지 저비용의 암모니아를 합성하는 연구 개발이 필요하다.

본 연구에서는 상압에서 물과 질소를 사용하여 용융염에서 전기화학적으로 암모니아를 합성하는 실험을 수행하였다. 실험 변수별 용융염 기반 전기화학적 특성 및 암모니아 전환율을 비교 분

다양한 유지를 이용한 고품위화 석탄의 성형 특성 연구

전동혁, 박인수, 임영준, 김상도, 유지호, 최호경, 임정환, 이시훈
한국에너지기술연구원 청정연료연구실

An Experimental Study on Briquetting of Coals Upgraded by Various Kinds of Oil

Dong Hyuk Chun, In Su Park, Young Joon Rhim, Sang Do Kim, Jiho Yoo, Hokyung Choi, Jeong Hwan Lim, and Sihyun Lee
Clean Fuel Laboratory, Korea Institute of Energy Research

저등급석탄은 풍부한 매장량에도 불구하고 높은 수분과 자연발화의 위험 등으로 인해 활용도가 높지 않다. 저등급석탄을 효율적으로 활용하기 위한 방법으로 팜잔사유를 이용한 고품위화 기술이 개발되었다[1]. 기존 기술에서 팜잔사유 이외에도 다양하고 저렴한 가격의 유지를 이용하여 저등급석탄을 고품위화 시킬 경우 보다 범용적이고 경제적으로 경쟁성을 가질 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 다양한 유지를 이용하여 고품위화 시킨 성형탄의 수분재흡착과 강도 특성을 비교하여 기술의 다변화에 대한 평가를 하고자 하였다.

본 연구에 사용한 유지는 팜잔사유, 캐슈넛오일, 우지, 폐윤활유, 바이오타르이다. 저등급석탄은 인도네시아 산 저등급석탄인 KCH탄과 KIDECO탄을 이용하였다. 석탄을 300 μm 이하로 분쇄한 후 석탄의 5 wt.%에 해당하는 유지를 혼합하였다. 혼합물을 107 °C의 전기오븐에 넣고 20 분 간격으로 혼합하면서 1 시간 동안 유지하였다. 이렇게 고품위화된 석탄 5 g을 성형 몰드에 넣고 압력을 가하여 펠렛을 제조하였다. 압축강도 비교를 위해 펠렛이 파괴되는 시점의 가해진 힘을 측정하였다. 수분재흡착 특성은 펠렛을 물에 일정시간 담근 후 표면의 물기를 제거하고 30 °C, 상대습도 80%의 항온항습기에 1 시간 유지한 후에 수분함량을 측정하였다. 각 고품위화 석탄의 강도 및 수분재흡착 결과를 표 1에 나타내었다. 강도의 경우 바이오타르가 가장 높게 나타났으나 수분재흡착에서 문제점을 나타내었다. 우지와 폐윤활유의 경우 수분재흡착 방지에는 탁월한 결과를 나타내지만 강도가 매우 낮아 석탄을 성형할 때 입자간의 결합을 방해하는 것으로 확인되었다. 팜잔사유를 이용한 고품위화 석탄이 강도와 수분재흡착에 대해 모두 우수한 것으로 나타났다.

표 1. 고품위화 성형탄의 특성 비교

	KCH			KIDECO		
	압축강도 (kgf)	수분 (wt.%)		압축강도 (kgf)	수분 (wt.%)	
		재흡착 전	재흡착 후		재흡착 전	재흡착 후
팜잔사유	200	8.4	10.8	275	9.3	9.6
캐슈넛오일 (정제)	240	8.3	15.5	202	9	17
캐슈넛오일 (미정제)	201	9.5	22.5	199	9.6	28.6
우지	67	10	10.3	50	8.8	10.2
폐윤활유	33	8.6	8.7	40	9.4	10.3
바이오타르	280	9	22.6	358	8.4	26.8

참고문헌

1. Chun, D. H., Kim, S. D., Rhim, Y. J., Jo, E. M., Park, I. S., Nho, N. S., Choi, H. K., Yoo, J., Lim, J. H., and Lee, S., "Pilot-Scale Studies on Upgrading of and Indonesian Low Rank Coal Using Palm Oil Residues," *Int. J. Coal Prep. Util.*, in press.

PA-31 포스터일반

저온 산화법을 이용한 석탄등급에 따른 자연발화 특성 분석

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

Spontaneous combustion characteristics of coal according to its rank using low temperature oxidation method

Wantaek Jo, Hokyung Choi*, Sangdo Kim Jiho Yoo, Donghyuk Chun, Jeonghwan Lim, Youngjoon Rhim, Sihyun Lee
Clean Fuel Laboratory, Korea Institute of Energy Research

최근 고등급 석탄의 가격 상승과 수급의 불안정으로 인해 값싸고 매장량이 풍부한 저등급 석탄에 대한 수요가 증가하고 있다. 그러나 저등급 석탄은 수분함량이 높고 발열량이 낮으며, 자연발화 위험성이 높아 사용에 제한적이다. 저등급 석탄을 사용하기 위해서는 자연발화 위험성에 대한 조사가 필요하다. 석탄의 자연발화성을 측정하는 여러 방법 중에 본 연구에서는 저온 산화법을 이용하여 석탄 등급에 따른 자연발화성을 알아보았다. 시료는 역청탄인 중국산 Shenhua coal, 아역청탄인 인도네시아 Kideco coal과 Eco coal을 사용하였다. Figure 1의 저온산화장치를 이용하여 40, 60, 90 °C에서 저온산화실험을 하였으며 이때 발생된 가스는 GC를 통해 분석하였다. 저온산화실험 결과, 40 °C보다는 90 °C에서 발생하는 가스의 양이 많았으며 고등급 보다는 저등급 석탄에서 가스발생이 많았다. GC를 통해 저온산화실험 시 발생하는 CO, CO₂, O₂ 가스를 분석하였다. 저온산화실험 온도가 높을수록 CO, CO₂ 발생 가스와 O₂ 가스 소모량이 증가하였다. 또한 고등급 석탄보다는 저등급 석탄에서 CO, CO₂ 가스 발생이 많았다.

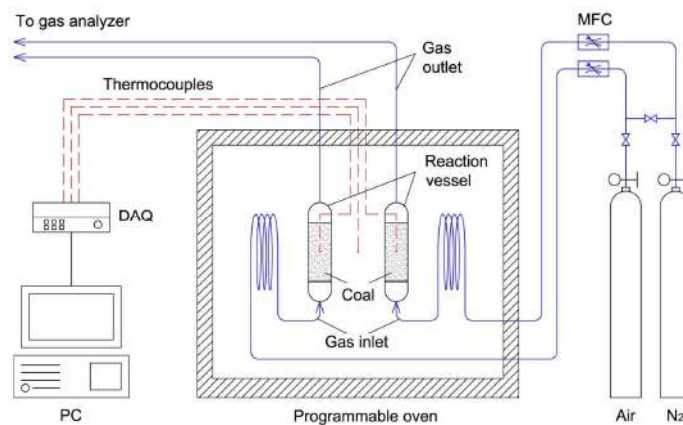


Figure 1. Schematic diagram of the apparatus for low temperature oxidation experiment.

PA-32 포스터일반

NMP 용매추출에 의해 제조된 무회분 석탄의 회분 함량 특성

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

Ash Content of Ash-Free Coal Produced by NMP Solvent xtraction

Hokyung Choi*, Wantaek Jo, Sangdo Kim, Jiho Yoo, Donghyuk Chun, Jeonghwan Lim, Youngjoon Rhim, Sihyun Lee
Clean Fuel Laboratory, Korea Institute of Energy Research

본 연구에서는 유기용매인 N-Methyl-2-Pyrrolidone (NMP) 용매를 사용한 추출 공정에 의해 무회분 석탄을 제조하였을 때 무회분 석탄의 회분 함량 특성을 고찰하였다.

무회분 석탄은 원료 석탄으로부터 무기물질인 회분을 제거한 석탄으로서, 회분이 거의 없고 발열량이 높으며, 원료탄과는 차별되는 물리적 특성을 가지고 있기 때문에 기존 석탄, 중유 대체용 또는 직접탄소연료전지용 연료나 가스화 원료, 코크스 첨가물질 등의 기능성 탄소재료로 활용 가능하다.

무회분 석탄을 제조하는 대표적인 방법이 용매추출에 의한 방법이다. 이 방법에서는 유기용매를 사용하여 원료 석탄 중의 유기물질만을 녹인 후 고액분리를 통해 용매에 녹지 않은 무기물질을 걸러내고, 고액분리 후의 용액에서 증발 등의 방법으로 용매를 제거시킴으로써 회분이 제거된 무회분 석탄을 얻는다. 이 공정에서 사용되는 대표적인 유기용매가 NMP이다. NMP는 극성 용매로서 구하기 쉽고 저등급 석탄에 대한 용해도가 다른 용매에 비해 높기 때문에 석탄 추출용 용매로 널리 사용된다.

NMP를 이용하여 추출한 석탄의 회분 함량 특성을 알아보기 위해 다른 종류의 유기용매인 1-Methylnaphthalene (1MN)을 이용하여 추출한 석탄의 회분 함량과 비교하였고, 여과를 이용한 고액분리에 의한 추출용액 중 회분의 제거특성도 살펴보았다.

용매추출 실험에서 원료석탄으로는 인도네시아산 석탄인 Kideco탄을 사용하였으며 350°C에서 1시간동안 추출하였다. 추출된 용액은 기본적으로 3 μm 공극을 가지는 금속필터를 이용하여 1회 고액분리하였다. 회분의 여과 특성 실험에서는 3 μm 금속필터와 0.5 μm 금속필터를 이용하여 고액분리 하였을 때의 추출 석탄의 회분함량을 서로 비교하였다.

NMP 추출탄의 경우 1MN 추출탄에 비해 회분함량이 높다. 이것은 원료탄의 회분이 NMP와 반응하여 녹거나 또는 필터의 공극 크기보다 작은 크기로 미립화되어 필터를 통과하기 때문인 것으로 판단된다. 또한 회분 함량과 고정탄소분의 값이 함께 변화하는 경향으로 미루어 회분이 고정탄소성분과 함께 거동하는 것으로 추측된다.

Table 1 실험 샘플의 공업분석 자료 (건조시료 기준)

시료	공업분석 (wt.%)			발열량 (kcal/kg)	
	VM	A	FC		
원료탄	47.32	7.16	45.50	6104	
1MN 추출탄	1회여과 (3 μm)	68.17	0.02	31.81	-
	1회여과 (3 μm)	37.26	1.07	61.68	-
	2회여과 (3 μm)	38.50	0.83	60.67	-
NMP 추출탄	3회여과 (3 μm)	42.41	0.69	56.90	-
	4회여과 (3 μm)	46.11	0.67	53.22	-
	1회여과 (0.5 μm)	52.52	0.34	47.14	-

Feasibility Study of Geothermal-VMD Hybrid Process

박기호, 김진현[‡], 김혁수[‡], 김경남[‡], 양대륙^{*}

고려대학교 화공생명공학과

[‡]고려대학교 그린스쿨대학원

전 세계적으로 물 부족 문제가 심각해지면서 식수 및 공업용수를 확보하기 위한 노력이 다각도로 이루어지고 있다[1,2]. 이를 해결하기 위해 해수를 직접 담수로 바꾸는 해수담수화 기법이 현재로서는 가장 효율적인 기술로 평가받고 있다[2]. 해수담수화 기술 중에 가장 널리 이용되고 있는 방법은 역삼투법(RO)인데 이는 해수와 담수 사이에 멤브레인을 두고 강한 압력을 걸어서 해수에 있는 물을 담수쪽으로 이동시키는 기술이다. 그러나 이러한 역삼투법은 강한 압력을 만들기 위한 비용이 크게 들고 이러한 압력으로 인해 야기되는 막오염 문제 등이 단점으로 알려져 있다[3]. 이를 해결하기 위해 다양한 다른 방법에 대한 연구가 진행되어왔다. 그 대안중 하나로 지구의 열원인 지열에너지를 이용해서 해수담수화를 하는 방법을 들 수 있다[4]. 그러나 아직 이러한 지열에너지를 응용한 해수담수화 연구는 소규모의 실험 및 가격 분석만 진행되었고 이에 대한 타당성 평가가 진행되지 않은 실정이다.

본 연구에서는 지열에너지와 진공 막 증류법(VMD)를 연계해서 연계형 플랜트 공정을 디자인 하였고 이에 대한 경제성 분석을 수행하였다. 이에 대한 타당성을 검증하기 위해 지열과 연계하지 않은 일반 VMD 플랜트의 경제성 분석을 같이 수행하고 일반 VMD 플랜트와 비교해서 연계형 플랜트가 더 나은 경제성을 나타낼 수 있는 조건을 탐색하는 타당성 평가를 수행하였다. 분석 결과 연계형 플랜트는 지열 플랜트를 연계하기 때문에 더 큰 설치 비용을 나타내지만 증기를 이용하지 않기 때문에 일반 VMD 플랜트와 비교했을 시 더 낮은 운영 비용을 얻을 수 있었다. 이를 바탕으로 지열 플랜트의 설치 비용과 증기의 연간 이용 비용을 근거로 지열+VMD 연계형 플랜트가 타당성을 갖는 교차 곡선을 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. R. F. Service, Desalination Freshens Up, Science 313, 1088-1090 (2006)
2. M. Elimelech, W. A. Phillip, The Future of Seawater Desalination: Energy, Technology, and the Environment, Science 333, 712-717 (2011)
3. K. M. Sassi, I. M. Mujtaba, Optimal design and operation of reverse osmosis desalination process with membrane fouling, Chemical Engineering Journal 171, 582-593 (2011)
4. Sarbatly, R. Evaluation of geothermal energy in desalination by vacuum membrane distillation, Applied Energy 112, 737-746 (2013)

풍화원유오염토양의 가스화기술 원료적합성 평가

김재환[†], 신민철[†], 조창용[†], 김한석[†], 신옥균[†], 배은주^{†*}

포항공과대학교, 에이치플러스에코(주) The SOIL R&D Center[†]

2012년 쿠웨이트 국영 석유기관인 KOC (Kuwait Oil Company)는 1990년대 초기 오염된 원유 유정에 대한 오염토 복원을 위한 시범사업을 시작하였고, 사우디아라비아 또한 전쟁시 파괴된 유정에서 유출된 원유에 의해 오염된 해안지역의 오염토를 복원할 계획에 있어, 토양복원사업에 있어서 중동 특수가 기대되고 있다. 특히, KOC는 스페인, 인도 회사와 한국의 GS 건설에 수백 개의 오일호수 중 파일럿 규모로 열 개 미만을 복원하는 사업을 진행하였다. 한 개의 오일호수의 규모는 보통 축구경기장을 방불케 하여, 여기에 고여 있는 원유 중 회수 가능한 부분은 정제시설로 보내고 나머지 먼지 등 이물질 포함 부유물, 잔유 오일 슬러지와 타크리트 성상의 오염물 등을 복원업체로 하여금 처리토록 하였다. 오염규모가 대규모이기 때문에 현실적으로 소각 등의 기존 열처리 복원기법의 적용이 제한적인 상황이다. 가스화 기법은 중동지역의 특수한 사례와 같이 극약처방이 필요한 상황에 적용 가능한 토양복원기술들 중 하나로 대안이 될 수 있다.

본 연구에서는 최근 특수가 기대되고 있는 중동지방의 오염토양이 가스화 공법의 원료로 타당한 성분인지 원료적합성을 확인하고자 실제 원유오염 토양을 확보하여 토양의 물리화학적 특성과 열적특성을 분석하여 평가하였다. 토양 특성을 평가하기 위하여 오일함량, 토성, 추출오일의 고위발열량, 유종 및 풍화특성 등을 분석하였으며 강열감량법, TGA, SARA, SIMDIS 등의 방법을 사용하였다.

분석결과 대상오염토양은 동일지역 사막토양에 비해 치환성 나트륨을 비롯한 경금속 함량이 높아 염류성 토양으로 분류되어 작물 생육에 악영향을 초래하는 환경을 나타내었다. 한편 오일추출액의 열량은 약 40 ~ 45MJ/kg으로 오염토의 단위 중량당 순수 토양입자의 함유량이 50% 정도를 차지하는 것을 감안하더라도 가스화 반응 기준에는 충분한 열량을 보유한 것으로 판단하였다. 마지막으로 오염토양의 풍화의 결과로 잔재되어 있는 오일의 유종을 분석하기 위하여 실시하였던 TGA 분석결과 온도에 따라 탄화수소는 300°C ~ 500°C에서 대부분의 중량감소를 보여 벵커C유와 비슷한 특성임을 확인하였다. SIMDIS분석결과 방향족계, 레진계 및 아스팔틴계통의 유류 성상과 같은 무겁고 점성이 높은 계통의 탄화수소 비율이 상대적으로 많은 거승르 확인할 수 있었으며 증류가 750°C이내에서 완성이 됨에 따라 가스화 반응기는 최소 750°C이상에서 운전이 되어야 함을 유추할 수 있었다. SARA분석결과 파라핀계가 33%로 가장 많고, 방향족계와 레진계가 각각 27% 정도로 비슷한 비율이며 나머지 13%가 아스팔트 계통이었다.

중동지방 풍화원유 오염토양의 가스화 원료로서의 적합성을 판단하기 위하여 기본적인 물리화학적, 열적성상을 분석해 본 결과 가스화 원료로서 열량은 충분하나 혼재하고 있는 토양이 가스화 장치에 영향을 줄 수 있으므로 반드시 원료의 균질화 및 미립화를 목적으로 하는 전처리가 필요하다는 결론을 얻을 수 있었다.

원료성상(분말, 슬러리 등)에 따라 분쇄, 가열, 유화 등의 적절한 전처리 방법을 적용한다면 가스화 기법을 이용한 오염토양정화 시스템을 완성할 수 있으며 이 시스템은 98%이상의 오염토양 정화효율 확보는 물론 정화효과와 함께 유용한 산업가스를 생산하여 자원재활용의 개념으로 경제성을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌 1. Ra et al, Korean Chem. Eng. Res., Vol. 48, No. 2, 2010, pp. 129-139.

PA-35 포스터일반

폐식용유로부터 초임계 촉매 융합공정을 이용한 차세대 바이오디젤 생산기술 개발

공성욱*, 이준학, 배양원, 하정명[†]
인우코퍼레이션, [†]한국과학기술연구원

인우코퍼레이션과 한국과학기술연구원은 공동 연구를 통해 폐식용유로부터 기존의 FAME유와는 다른 석유유사 차세대 바이오디젤을 제조하는 기술을 개발하고 있다. 인우코퍼레이션은 기존의 폐글리세롤을 이용한 생물학적 1,3-PD 생산 공정 기술 개발, 천연 hydroxy fatty acid 및 락톤 생산 공정 개발, 생물전환기술을 이용한 천연 향료 및 향장 원료물질 제품화 공정 개발, 촉매 융합공정을 이용한 차세대 바이오디젤 생산기술 개발 등의 연구를 진행하였으며, 이러한 연구 경험이 차세대 바이오디젤 생산 기술 개발에 활용되고 있다. 기존의 바이오디젤은 동/식물성 유지를 촉매 첨가후 메탄올과 반응시켜 제조되며, 경유와 특성이 유사해 경유에 혼합하거나 그 자체로 연료로 사용된다. 그와는 달리 본연구에서 개발되는 차세대 바이오디젤은 촉매 화학반응을 통해 기존의 석유와 유사한 연료를 생산한다. 이를 위해 높은 반응 온도와 다량의 수소 소모가 필요한데, 본 연구에서는 불균일 촉매와 초임계 유체를 도입하여 반응 온도를 낮추고 수소 소모량도 낮추는 기술을 개발하고 있다.

PA-36 포스터일반

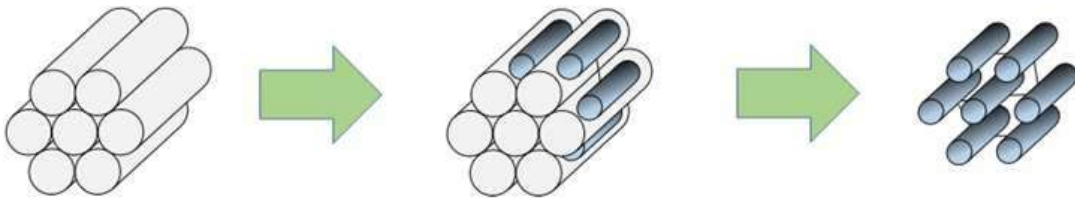
나노구조 코발트 및 주석 산화물의 주형합성: 이차전지 음극활물질 응용을 위한 구조 조절

서경주, 장민수, 안성미, 남성주, 고창현*
전남대학교 응용화학공학부

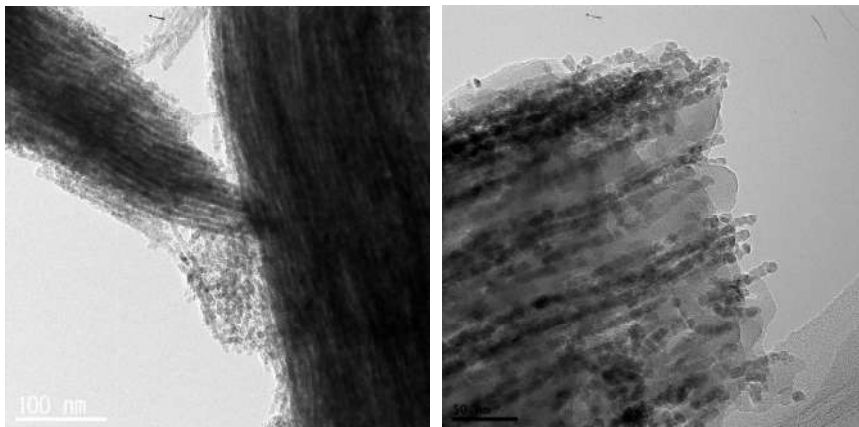
Template Synthesis of Nanostructured Cobalt Oxide and Tin oxide: Structure Control toward Application to Anode Active Material

Gyeongju Seo, Min-Su Jang, Seong Mi Ahn, Seongju Nam, Chang Hyun Ko*
School of Applied Chemical Engineering, Chonnam National University

리튬이차전지 시장은 노트북, 휴대전화와 같은 소형전지 시장에서 전기자동차, 에너지저장시스템 등의 중대형전지 시장으로 확대되면서 에너지 밀도 및 출력 특성이 향상된 전지의 개발이 요구되어지고 있다. 이러한 시장의 요구에 대응하기 위해서 다공성을 지닌 양극 또는 음극 활물질의 개발이 이루어지고 있다. 다공성 활물질은 기공을 지니고 있어서 리튬이온이 전해질을 통해서 빠르게 이동할 수 있으며 표면적이 넓어서 빠른 충전 및 방전이 이루어질 수 있을 것으로 예상되었다. 본 연구에서는 5 nm의 중형기공(mesopore)을 지녔으며 5 ~ 7 nm 굵기의 코발트 산화물 (Co_3O_4)과 주석 산화물 (SnO_2) 나노선 다발이 잘 정렬된 meso- SnO_2 , meso- Co_3O_4 를 주형합성법을 이용해서 제조하였다. 주형은 mesoporous silica로 널리 알려진 SBA-15를 이용하였다. 또한 주형합성법을 변형시켜서 5 ~ 7 nm 굵기의 동일한 나노선 다발 사이에 존재하는 중형기공에 주형으로 사용되었던 실리카(SiO_2)를 일부 남긴 meso- $\text{SnO}_2/\text{SiO}_2$ 도 제조하였다. X-선 회절, 질소흡착법, 투과전자현미경을 이용해서 meso- Co_3O_4 , meso- SnO_2 와 meso- $\text{SnO}_2/\text{SiO}_2$ 의 구조를 확인하였다.



본 연구에서 사용된 주형합성법의 개념도



(좌) meso- Co_3O_4 TEM 사진

(우) meso- $\text{SnO}_2/\text{SiO}_2$ TEM 사진

PA-37 포스터일반

바이폴라막을 이용한 물분해 전기투석

권세환¹, 김지선¹, 강수연¹, 김가영¹, 신현수[†], 김정식[†] 임지원*¹
한남대학교¹, [†](주)테크윈,

Water-splitting electro dialysis process using bi-polar membrnae

S. H. Kwon ¹, J. S. Kim ¹, S. Y. Kang ¹, K. Y. Kim¹, H. S. Shin[†], C. S. Kim[†], J. W. Rhim* ¹
Hannam University ¹, [†]Techwin Co. Ltd.

최근 물분해 전기투석(Water-splitting electro dialysis, WSED) 공정은 다양한 화학 및 생물공정에서 부산물의 발생 없이 산과 염기를 생산하기 위한 효율적인 공정으로서 주목 받고 있다. WSED 공정은 기존의 전기투석에 바이폴라막을 도입한 공정으로 양쪽성 이온교환막(BPM), 음이온 교환막(AEM), 양이온 교환막(CEM)이 양극과 음극 사이에 적층 되어 있는 것을 말한다.

WSED 공정은 CEM과 AEM 사이로 염용액(NaCl)이 주입되고, 양쪽성 이온교환막과 인접한 구역은 물이 공급되는데, 양쪽 전극에 직류전원이 공급되면 염용액의 양이온(Na^+)은 CEM을 통과하여 BPM의 음이온 선택층과 접한 영역으로 이동되어 BPM에서 물분해를 통해 투과된 수산화이온(OH^-)과 만나 염기성용액(NaOH)을 생성하게 된다. 또한, 염용액(NaCl)의 음이온(Cl^-)은 AEM을 통과하여 BPM의 양이온 선택층과 접한 영역으로 이동되어 BPM에서 물분해를 통해 투과된 수소이온(H^+)과 결합되어 산 용액(HCl)을 생성하게 된다.

이번 실험은 외부에서 제작한 BPM, CEM, AEM을 이용하여 전압, 유량, 주입온도를 변화시켜 가며 수행하였다. 전압조건에 따라 20~40V까지 5V 단위로 측정된 결과 20V에서 HCl의 수위변화를 제외하고는 모두 증가하는 경향을 보였다. 반면 cell안을 순환하는 전극수의 수위는 낮아졌고, NaOH가 150g 생성되는데 걸리는 시간은 179초로 30V일 때 가장 짧았다. 전력량의 경우 4시간의 전력량을 평균값으로 보면 35V일 때 197.6wh로 가장 높으며, 20V일 때 34.7wh로 가장 낮았다.

유량조건에 따른 변화에는 큰 차이가 없었고, 주입온도를 변화시켰을 때 50°C로 운전할 때 차염이 생성되는 것을 확인할 수 있었다.

향후 자체적으로 제작한 양이온 교환막과 음이온 교환막의 접합방법 선정을 통해 양쪽성 이온교환막을 개발하여 전압, 유량, 주입 온도를 변화시켜가면서 산과 염의 생산량, 수위변화, 온도변화, 전류, 전도도 및 팽윤도 등을 측정하여 상용화 된 막과의 성능을 비교할 것이다.

또한, 실험을 계속적으로 진행되면서 장기간 실험 후 각 이온교환막이 타거나 손상을 입는 현상이 나타났는데, 이와 같은 현상은 표면 불소화 처리를 통하여 내구성을 향상시킬 계획이다.

PA-38 포스터일반

Estimation of green house gas emission from wastewater treatment plant by batch reactor analysis

D.J. Kim*, W.G. Lee[†], H.K. Kim, B.H. Lim

Department of Environmental Sciences & Biotechnology, Hallym University, [†]Department of Chemical Engineering, Kangwon National University (* dongjin@hallym.ac.kr)

It is widely accepted that the emission of greenhouse gas causes the climate change by excessive use of fossil fuels. Nitrous oxide (N₂O) is one of the greenhouse gases having approximately a 300-fold stronger global warming effect than carbon dioxide and its contribution is about 9% of total greenhouse gases. Even though N₂O emission from waste and wastewater treatment is only 2.3% of the total N₂O emission, it occupies very important position from the aspect of industry category of the N₂O source. Nitrogen compounds in wastewater are mainly removed by nitrification and denitrification, and it has been known that N₂O is released during the nitrogen transformation. The amount of emitted N₂O is relatively small when compared to the amount of overall nitrogen removed or transformed by microorganisms. Accurate estimation of total N₂O emission from wastewater treatment plant is very important for the reporting of national green house gas emission inventory and for the development of wastewater treatment process which produces less green house gases. In this study we developed a novel N₂O emission estimation method which is very rapid and accurate. Batch wastewater nitrification and denitrification experiments with the wastewater and sludge in the wastewater treatment plant and a nitrogen mass balance on each unit treatment processes give the amount of N₂O emission from the wastewater treatment plant. The estimated results by this method were compared to the others values reported in the literature for discussion and it also provides valuable information about the sources of N₂O emission during wastewater nitrification and denitrification.

Keywords: Batch analysis; Mass balance; Nitrogen removal; N₂O emission; Wastewater treatment plant

PA-39 포스터일반

지반복원을 위하여 대수층에 도입된 공기의 유동경로 제어 및 측정

김헌기*, 김주영 (한림대학교 자연과학대학 환경생명공학과)

Monitoring the gas flux at soil surface during air sparging with controlled gas flow direction in aquifer

Heonki Kim*, Juyoung Kim (Dep. Environmental Sciences and Biotechnology, Hallym University)

A newly developed monitoring method for quantifying gas flux at the soil surface during aquifer air sparging was applied for a sparging processes designed to control the gas flow direction in the saturated zone. The purpose of this study was to assess the gas flux monitoring method and the efficiency of the gas flow control process during air sparging. Gas flow direction was controlled by replacing the resident groundwater with either a surfactant solution or an aqueous solution of high viscosity. Gas flux from the subsurface was estimated using a flux tracer and an activated carbon pack.

Bench-scale two-, three-dimensional physical models were used for the experiments. In order to focus the injected air at the target source area, a surfactant solution (sodium dodecylbenzene sulfonate, 200mg/L) was injected into the target treatment zone using a precision liquid pump before sparging. And an aqueous solution of Carboxymethylcellulose sodium (0.05% w/v) was injected into a selected part of the model before sparging. The solution with high viscosity was used to block the gas flow during sparging generating a hydraulic barrier. The gas flow direction in the saturated zone was monitored visually, and the gas flux at the soil surface was quantified using an activated carbon pack that captured the flux tracer(*n*-octane vapor) introduced in the gas injection line. Based on the mass of tracer captured by the activated carbon pack, the gas flux escaping the soil surface was calculated. The flux tracer method was found to be adequate for the purpose of measuring the gas flux at the soil surface. The injected air during the initial stage of the air sparging process dominantly flowed through the targeted treatment zone where the resident water was replaced with the surfactant solution. It was also found that the injected gas did not flow through the viscous region due to increased viscosity, though this effect was not as dominant as the surfactant solution. Based on the result of this study, it is feasible to focus the injected air on a specific region of contaminant source by manipulating the local surface tension and viscosity during groundwater air sparging. The ratio of air volume that passes through the source zone to the total air injected into the aquifer may be increased dramatically using the method presented in this study. This effect can be monitored using a gas flux measurement device similar to that used in this study. Since this work was done using small scale models, there may be challenges applying this at field scales. Manipulating the viscosity of groundwater requires addition of chemicals which may raise secondary contamination problems. The density of the viscous solution may raise concerns regarding vertical migration of the barrier plume. Suitable additives for viscosity control is under investigation.

참고문헌

1. Measurement of air and vapor fluxes during gas-driven soil remediation: Bench-scale experiments. *Environ. Sci. Technol.*, 2012, 9533-9540.

PA-40 포스터일반

UV경화형 아크릴계 유리보호용 코팅제의 산가가 박리특성에 미치는 영향

양지우, 서아영, 우승한[†], 이철우^{†*}

한밭대학교 RIC, [†]한밭대학교 화학생명공학과

The Effects of Acid Value to the Detachable Feature of UV Curing Acrylate Coating Ink for Glass Protection

Jee-Woo Yang, Ah Young Seo, Seung Han Woo[†], Chul Woo Lee^{†*}

Hanbat National University RIC, [†]Department of Chemical & Biological Engineering,

Hanbat National University, Daejeon, South Korea

(cwlee@hanbat.ac.kr*)

본 연구는 알칼리수용액으로 박리 가능한 UV경화형 아크릴계 유리보호용 코팅제의 산가가 코팅제의 물리, 화학적 특성에 미치는 영향을 분석하였으며, 특히 알칼리수용액에 의한 박리특성과 산가와 관계의 관계를 고찰하였다. 오늘날 전자·통신 산업의 눈부신 발전에 힘입어 디스플레이를 수반하는 가전 및 이동통신 제품이 대량으로 출시되고 있다. 이에 따라 다양한 크기와 모양의 디스플레이패널 제작 과정에서 판유리 보호를 위해 코팅을 한다. 이 과정에서 종래에는 열경화성 코팅제를 주로 사용하였으나, 환경에 대한 규제 강화와 생산성 향상 등을 목적으로 유독성 용매를 사용하지 않고 경화시간을 단축시킬 수 있는 UV경화형 코팅제의 사용으로 변화되고 있는 추세이다. 유리보호 목적으로 사용되는 코팅제는 가공 공정 중의 기계적 충격으로부터 안전해야 하고, 절단면의 마무리 공정에 사용되는 산성용액에 대한 내산특성을 만족시켜야 하며, 가공 후 알칼리수용액에 의한 박리가 용이하여야 한다. 본 연구에서는 산성 올리고머의 함량을 변화시키는 방법으로 코팅용액의 산가를 변화시켜 제조한 코팅용액을 유리표면에 코팅하고 UV경화기로 경화시킨 다음, 연필경도기와 크로스커터로 필름의 부착성을 측정하였으며, 알칼리수용액에 의한 박리특성을 관찰하기 위하여 5% 수산화칼륨 수용액에 일정시간 침지시킨 후 코팅된 필름의 상태변화를 관찰하였다. 연구 결과, UV경화형 아크릴계 코팅제의 산가 증가가 필름의 부착성에는 별다른 영향을 주지 않았으나, 알칼리 수용액에 의한 박리특성이 향상되는 결과를 얻을 수 있었다.

PA-41 포스터일반

온실가스배출량 저감을 위한 CNG버스 적정성에 관한 연구

정진도* · 최연석† · 변태욱‡ · 성윤진‡‡ · 김준환‡‡

*호서대학교 환경공학과 · †호서대학교 교양교직학부 · ‡호서대학교 Co-op학부

· ‡‡호서대학교 대학원 기후변화융합기술학과

A Study on the Adequacy of CNG BUS for the Emission Reduction of Greenhouse Gas

Jin-Do Chung* · Yeon-Suk Choi† · Tae-Uk Byeon‡ · Yoon-Jin Sung‡‡ · Jun-Hwan Kim‡‡

*Department of Environmental Engineering, Hoseo University, Asan, S.Korea

†The Faculty of Liberal Education, Hoseo University, Asan, S.Korea

‡The Faculty of Co-op, Hoseo University, Asan, S.Korea

‡‡Department of Climate Change Fusion Technology, Graduate School of Hoseo University, Asan, S.Korea

우리나라에서는 지난 1991년부터 1997년까지 천연가스버스의 개발을 완료하고, 1997년 7월부터 인천과 안산지역에서 총 4대의 CNG시내버스를 시범 운행하였다. 그 결과 매연이 전혀 없고 승차감도 뛰어나 시민들로부터 좋은 평가를 받게 되었고, 이를 바탕으로 2000년 6월부터 배기가스 절감을 위해 천연가스버스를 본격적으로 보급하기 시작했다.

CNG버스의 특징은 액화천연가스를 기화과정을 거쳐 압축천연가스 형태로 만들어 사용하고 있다. 2000년 서울에서 최초로 CNG버스가 운행된 이후 2008년 12월 기준으로 CNG버스는 전체 노선버스 운행대수 42,452대 중 약 41.9% 인 17,799대가 운행되고 있다. 업종별로는 대부분 시내버스에서 운행되고 있는데, 전체 시내버스 30,732대 중 CNG버스가 17,657대(전체 시내버스의 57.5%), 농어촌버스가 21대(전체 농어촌버스의 1.1%), 시외버스가 119대(전체 시외버스의 1.5%)가 운행되고 있다.

따라서 본 연구에서는 아산시에서 운행 중인 경유버스 및 CNG버스를 대상으로 버스운행비용과 운행에 따라 발생하는 환경오염 물질의 손실비용인 환경비용에 대해 비교·검토하였다. 일일 발생하는 CNG 버스의 온실가스 배출량 산정방법은 2006 IPCC 가이드라인 도로 수송부문 Tier1 산출식을 적용하였으며, Tier2 산출식은 CNG 버스의 NON-CO₂ 배출계수가 없어서 산정하지 아니하였다. 그 결과, 아산시 CNG버스의 CO₂ 발생량은 258.87kg, N₂O는 0.0138kg, CH₄는 1.3843kg였으며, 전체 온실가스 발생량은 292.24kg으로 나타났다.

버스운행비용과 운행에 따라 발생하는 환경오염물질의 손실비용인 환경비용을 모두 합한 경유 및 CNG버스의 연간 총 비용을 비교해보면 다음과 같다. 먼저 재정지원을 고려하지 않을 경우 경유버스가 89,878천원, CNG버스는 51,663천원으로, CNG버스의 총 비용이 경유버스의 57.5%수준에 불과하다. 재정지원을 고려할 경우에는 경유버스가 76,760천원, CNG버스가 49,607천원 수준으로 CNG버스의 총 비용이 경유버스의 64.6% 수준이다. 따라서 CNG버스의 운행효율성은 매우 높은 것으로 평가할 수 있다.

참고문헌

- 1) IPCC가이드라인(2006), 이동연소 도로수송부문 배출계수, p.3.18
- 2) IPCC가이드라인(2006), 이동연소 도로수송부문 Tier1 p.3.12

후기

본 연구는 환경부의 기후변화특성화대학원의 지원을 받아 수행된 연구임.

PA-42 포스터일반

준수계 세정에서의 PCB 건조에 관한 연구

이동기

한국화학융합시험연구원

A study on the drying for PCB in Semi-Aqueous cleaning

Dong-Kee Lee

Korea Testing & Research Institute

전기·전자 제품의 필수 구성요소인 PCB보드는 솔더링(soldering) 후 제품의 품질·가치·기능 향상 및 결함 예방을 목적으로 세정공정을 거쳐 플럭스(Flux)를 제거해야만 한다. 따라서 세정공정은 PCB보드 생산 공정에서 매우 중요한 공정의 하나이다. 국내의 많은 기업에서 PCB보드 세정에는 세정성과 건조성이 좋은 1,1,1-TCE, HCFC-141b, MC 등의 세정제를 도입하여 사용하여 왔다. 그러나 오존파괴물질인 1,1,1-TCE 2014년 말에, HCFC-141b는 2040년까지 전폐하도록 규제되어 있으며 발암물질인 MC의 경우 현장 작업자의 안전과 건강에 심각한 위해를 끼칠 수 있어 많은 기업들이 어려움에 처한 상황으로 이에 대한 대처가 필요하다. 이러한 세정제들을 대체하기 위해 친환경 준수계 세정제를 이용한 세정기술을 연구한 결과 빠른 시간 내에 플럭스(flux)를 제거할 수 있었다. 하지만 준수계 세정제는 기존에 사용해온 비수계 세정제들과 달리 린스 후 건조시간이 오래 걸릴뿐 아니라 PCB보드와 마운트 된 부품 사이에 건조가 잘되지 않아 제품 불량 및 고장을 유발할 뿐 아니라 전체 공정시간의 지연을 유발하므로 준수계 세정에 맞는 건조방법 확립이 반드시 필요하다.

따라서 본 연구에서는 준수계 세정제를 이용한 세정 후 제품에 영향을 미치지 않으며, 빠른 시간 내에 PCB기판의 건조를 위한 실험을 수행하였다. 실험 방법으로 건조 전 열탕을 통한 기판의 가열 여부, 고온 건조, 열풍 건조, 스팀건조, 건조시간 등의 변화를 주어 어떠한 조건에서 PCB 기판의 건조가 잘되었는지 비교평가 하였다.

참고문헌

1. Bae, J. H., "Alternative Cleaning Agents and Alternative Cleaning Technologies for Replacing CFC", *Prospectives of Industrial Chemistry*, 8(2), 25~40(2005).
2. 이동기. "솔더페이스트에 혼합된 플럭스의 땀납후 표면 잔류 플럭스에 대한 세정액내 오염물의농도 증가에 따른 1,1,1-TCE와 몇가지 대표 준수계 대체 세정액의 세정성능 평가 연구", 한국정정기술학회 총회 및 추계 학술발표회, 2008

감사의 글

본 발표내용은 중소기업청 제조현장녹색화기술개발사업의 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.(과제 번호 : S2023775)

PA-43 포스터일반

강재 부품류 세척에서 초강 알칼리 전해이온수 recycling 및 활용성 연구

이동기
한국화학융합시험연구원

A study on the recycling of highly alkali ionized water and its usability for cleaning of the steel parts

Dong-Kee Lee
Korea Testing & Research Institute

산업세정은 자동차, 금속, 전기, 전자, 기계, 조선, 반도체 등 거의 모든 산업에 부품의 전처리 또는 후처리 공정의 일부로써 제품의 품질, 가치 향상 및 결함을 예방하기 위해 필수적으로 사용되고 있으며 제품의 특성에 맞는 세정방법이 요구된다. 부식에 약한 강재 부품류 세정의 경우 수계 세정을 할 경우 발청 등 부식문제가 발생하기 때문에 주로 유독성 용제나 진공방식의 탄화수소계 세정시스템을 이용하여 세정하고 있다. 그러나 진공 탄화수소계 세정방식은 고청정도 세정은 가능하나 장치 가격이 비싸고 수용성 오일 오염의 경우 발청, 얼룩 등이 발생하여 세정에 부적합하며, 세정시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 이러한 문제의 해결방안으로 강재류의 부식을 방지하며, 화학물질을 포함하지 않아 친환경적인 초강 알칼리 전해이온수에 주목하였고 선행 연구결과 전해이온수를 이용한 강재류의 세정이 잘 되는 것을 확인하였다.

본 연구에서는 이를 바탕으로 초강 알칼리 전해이온수의 강재 부품류에 대한 소재 영향성 및 방청성 실험과 강알칼리 전해이온수를 recycling하여 재생된 전해이온수의 pH를 측정하였다. 실험방법으로 세정 후 피세정물을 1달 간 상온에 방치하여 부식 여부를 확인하였고, 재생액으로 세정한 피세정물의 잔류유분을 측정하였다.

참고문헌

1. Lee, D. K., Han, S. W., Kim, I. K., "A study on the Treatment and Recycling of Rinse Water Containing Flux when Semi-Aqueous Cleaner is used in HIC Board Cleaning", Korea Society of Environmental Engineers, 25(7), pp.823-831(2003).
2. Lee, D. K., Lee, T. J., You, H. Y., Hong, Y. H., "A Study on the Removing Efficiency of Alkaline Electrolyzed Water", 춘계 한국청정기술학회 학술발표회 논문집, pp.166-169(2010).

감사의 글

본 발표내용은 중소기업청 제조현장녹색화기술개발사업의 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.(과제 번호 : S2022163)

롯데케미칼의 청정미래 사업

서용종, 강종원, 김왕규
롯데케미칼, 서울시 동작구 보라매로 5길 51

롯데케미칼은 2012년 말 호남석유화학과 케이피케미칼이 합병해 새로운 사명으로 출범하였습니다. 국내 8개, 해외 8개 사업장을 가지고 국내 에틸렌 생산량 1위인 석유화학회사로, 롯데그룹 미션과 같이 사랑과 신뢰를 받는 제품과 서비스를 제공하여 인류의 풍요로운 삶에 기여하고자 노력하고 있습니다.

롯데케미칼 연구소는 30년 이상의 공정/생산 제어기술을 바탕으로 모노머 및 폴리머 분야의 촉매 공정, 제품 개발 연구를 진행하고 있습니다. 세계 최고 품질의 콘크리트 혼화제 원료의 개발, 의류 및 위생용품의 원료인 계면활성제 제품개발을 통해 상업 생산하고 있습니다. 또한, 국내 최초로 온수 온돌용 Pipe, 자동차용 고분자 연료탱크를 개발하였으며, 접착성과 가공성이 우수한 압출코팅용 폴리프로필렌 수지는 세계일류상품으로 선정되어 수출 증대에 기여하였습니다. 또한 범용 플라스틱에 기능성을 부가한 접착성 수지, 고강도 경량 복합재 수지 연구 등을 활발히 진행하여 자동차 부품, 가전제품 등의 산업에 적용하고 있습니다.

이외에 메가트렌드 사업을 통해 ESS, 수처리, 탄소소재, 그리고 바이오 화학 등의 신 사업에도 적극 참여하고 있습니다.

롯데케미칼은 2018년 아시아 최고 화학기업 Vision 달성을 위해 끊임없이 노력하고 있습니다.

PA-45 포스터일반

SiC 슬러지 나노입자의 물성에 미치는 기계적 분쇄 조건의 영향

윤범진¹, 박은진¹, 홍성제^{1*}, 김용성², 조숙철³

¹전자부품연구원 디스플레이부품소재연구센터, ²서울과학기술대학교 NID 융합기술대학원, ³(주)비에이치세미콘

Effect of mechanical pulverization conditions on physical properties of nanoparticles prepared from SiC sludgy

Beom-Jin Yoon¹, Eun Jin Park¹, Sung-Jei Hong^{1*}, Young-Sung Kim², Sook Chul Cho³

¹Display Components and Materials Research Center, Korea Electronics Technology Institute (KETI)

Saenari-ro, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, 463-816, South Korea

Nano-IT Fusion Program, Seoul National University of Science and Technology, 232 Gongneung-ro,

Nowon-gu, Seoul, 139-743, South Korea

*Corresponding Author: hongsj@keti.re.kr , +82-31-789-7431

SiC는 뛰어난 기계적 물성과 좋은 열 전도성으로 다양한 분야에의 적용이 기대되고 있다^{1,2}. 특히, 나노급의 SiC 입자는 다양한 분야에 응용될 수 있다. 일반적으로 SiC 나노입자는 bottom-up 방식으로 합성되지만, 가격을 낮추기 위한 제조 공정에 대한 요구가 증가하고 있다. 이러한 요구에 맞추어 실리콘 슬러지로부터 SiC를 회수하여 Top-down 방식의 분쇄에 의해 나노입자를 구현할 수 있다. 실리콘 슬러지는 태양전지용 웨이퍼 생산 공정에서 연마 등 공정 중 발생하는데, 이러한 실리콘 슬러지로부터 회수한 SiC는 높은 경도로 인해 분쇄를 통해 나노급 크기의 SiC 입자를 구현하는 조건이 매우 난이하다. 그럼에도 불구하고, 낮은 가격의 고품질 SiC를 구현하기 위해선 이러한 슬러지로부터 회수한 SiC를 분쇄하는 조건을 확립하는 공정이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 태양전지용 웨이퍼 생산 공정 중 발생하는 SiC 슬러지를 이용하여 SiC 나노분말을 구현할 수 있는 기계적 분쇄(mechanical pulverization) 조건을 최적화하기 위해 이러한 조건들이 입자 및 분포 등 SiC의 물성에 미치는 영향을 연구하였다. 그 결과 슬러지로부터 회수되어 분쇄 전 10 ~ 14 μm 크기이던 SiC 입자는, 분쇄 공정의 최적화를 통해 100 nm 이하의 크기로 분쇄되었다. 또한, 분쇄 효율을 향상하기 위해 물리적인 SiC 입자 분쇄 공정에 화학적 반응 처리를 시도하였고, 이들을 화학적 반응 처리를 하지 않고 물리적으로만 분쇄한 SiC 입자들과 비교하였다. 이러한 공정을 통해 SiC 나노입자의 물성을 최적화하였고, 이들의 기능성을 관찰하기 위해 SiC 나노 입자를 탄소 입자와 함께 용매 시스템 내에 분산하여 잉크 페이스트를 제조하였다. 이러한 페이스트를 기판에 인쇄하여 발열전극으로의 성능을 평가하였다. 조성 및 농도에 따라 발열온도가 영향을 받는 것을 알 수 있었고, 200°C 수준의 온도를 구현할 수 있는 우수한 SiC 발열체를 구현함으로써 실리콘 슬러지로부터 최적화된 분쇄 공정을 통해 획득한 SiC 나노입자의 우수한 기능성을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (No. 10038632)

참고문헌

1. Feng, A. and Munir, Z. A., "Field-assisted self-propagating synthesis of β -SiC" *J Appl Phys.* **76**(3), 1927 (1994)
2. Kim J.-W et. al., "Fabrication of SiC nanoparticles by physical milling for ink-jet printing" *J. Nanosci. Nanotech.*, **13**(8), 5586 (2013).

은 나노선을 이용한 터치 센서용 투명전극의 특성

홍성제¹, 김종웅¹, 곽민기¹, 송창현^{1,2}, 양대근¹, 주병권², 손혜란³, 노치형³, 이성복³

¹전자부품연구원 디스플레이부품소재연구센터, ²고려대학교 전기전자전파공학부, ³(주)네패스 중앙연구소

Characteristics of Transparent Conductive Electrode by Using Ag Nanowires for Touch Sensors

Sung-Jei Hong^{1,*}, Min-Gi Kwak¹, Jong-Woong Kim¹, Chang-Hyun Song^{1,2}, Dae-Geun Yang¹,
Byeong-Kwon Ju², Chang-Hyun Song^{1,2}, Hye-Ran Son³, Chi Hyeong Roh³, Sung Bok Lee³

¹Display Components and Materials Research Center, Korea Electronics Technology Institute,

²School of Electrical Engineering, Korea University, ³Nepes Institute of Science & Technology

*Corresponding Author: hongsj@keti.re.kr , +82-31-789-7431

IT, Display, 반도체 산업 등 융합 기술로 응용되면서 터치스크린 패널의 기술도 빠르게 슬림화, 경량화 및 고 집적화가 되고 있다. 이러한 터치 스크린 패널이 탑재된 스마트 휴대기기가 대중화되면서 그 수요량이 빠르게 늘어나고 있으며, 향후에도 성장세는 가속화될 것으로 판단되고 있다. 터치 스크린 패널은 화면에 나타난 문자 나 특정 위치에 손 또는 물체가 닿으면 그 위치를 파악하여 특정한 기능을 처리하도록 하는 것으로, 터치 스크린 방식은 저항막 방식에서 빛 투과율, 내구성, 빠른 반응속도 등으로 인해 정전용량 방식으로 대체되고 있다. 터치 스크린 패널은 투명전극, 기판 및 IC 등으로 구성되어 있고, 기판에 투명전극이 패터닝되어 회로 배선과 연결되는 터치 센서가 시인성 및 기능성에 매우 중요한 부분이다 [1]. 최근 인듐 고갈에 따른 인듐의 가격 상승과 공급 불안, 그리고 이를 기반으로 제작하는 인듐 주석 산화물(ITO) 투명전극의 저 저항의 한계 등에 따라 이를 대체할 수 있는 소재가 필요하다. 투명전극에 필요한 면저항과 광 투과율을 동시에 구현할 수 있는 소재 중의 하나로 용액 기반의 은 나노와이어를 들 수 있다 [2]. 본 연구에서는 은 나노와이어가 분산된 용액을 이용하여 터치 센서용 투명전극을 제작하였다. 터치 센서는 용도에 따라 면저항과 광 투과율을 함께 최적화하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 0.5wt%의 은 나노와이어를 청정 용매에 분산한 용액을 이용하여 스핀 코팅으로 Glass 기판 위에 투명전극 막을 형성하였다. 터치 센서는 용도에 따라 필요한 저항대역이 차이가 있기 때문에 각 용도에 맞는 저항을 구현할 수 있는 투명전극 막이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 스핀 코팅 속도를 변수로 하여 스핀 속도가 면저항에 미치는 영향을 관찰하였다. 그 결과 면저항은 스핀 속도에 비례함을 알 수 있었다. 면저항과 막의 두께간의 영향에 기인한 것으로 보인다 [3]. 즉, 스핀 속도가 빨라짐에 따라 원심력에 의해 은 나노와이어 용액이 밀려 나가면서 막의 두께가 낮아지는 것에 기인하는 것으로 추정된다. 이로부터 은 나노와이어 잉크의 스핀 코팅 조건을 단계별로 최적화하여 50~60 Ω/□ 대역의 면저항을 가진 투명전극 막을 제작할 수 있었다.

감사의 글 : 본 연구는 2013년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술진흥원(KIAT)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. A006100046)

참고문헌

1. H.-K. Kim, S. Lee, and K.-S. Yun, "Capacitive tactile sensor array for touch screen application," *Sensors and Actuators A*, **165**, 2-7 (2011).
2. J.-Y. Lee, S. T. Connor, Y. Cui, and P. Peumans, "Solution-Processed Metal Nanowire Mesh Transparent Electrodes," *Nano Lett.*, **8**(2), 689-692 (2008).
3. M.-Z. Gao, R. Job, D.-S. Xue, and W. R. Fahrner, "Thickness Dependence of Resistivity and Optical Reflectance of ITO Films," *Chin. Phys. Lett.*, **25**(4), 1380-1383 (2008).

PA-47 포스터일반

재생 ITO를 이용한 Ag 나노와이어와의 하이브리드 투명전극 특성

홍성제^{1,*}, 차승재¹, 손용근², 최동철², 홍태환³, 이종건³

¹전자부품연구원 디스플레이부품소재연구센터, ²성균관대학교 화학과, ³한국교통대학교 신소재공학과,
⁴(주)나노엘에스아이

Characteristics of Hybrid-type Transparent Conductive Electrode Composed of Re-used ITO Nanoparticles and Ag Nanowires

Sung-Jei Hong^{1,*}, Seungjae Cha¹, Yongkeun Son², Dong-Chul Choi², Tae-Whan Hong³, Jong Kun Lee³

¹Display Components and Materials Research Center, Korea Electronics Technology Institute,

²Department of Chemistry, Sungkyunkwan University, ³Department of Materials Science and
Engineering, Korea National University of Transportation, ⁴Nano LSI Co., Ltd.

*Corresponding Author: hongsj@keti.re.kr , +82-31-789-7431

최근 인듐을 비롯한 희유금속의 고갈에 대한 위기가 증가하면서 고갈에 대비한 대체 기술에 대한 관심이 증가하고 있다. 인듐은 디스플레이, 터치 스크린 패널, 태양전지 등 다양한 분야에 사용되는 투명전극의 원료 소재인 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide, ITO)의 주요 구성 물질로서 대부분의 공급을 해외에 의존하고 있다. 투명 전극은 전기 전도도와 광 투과율이 동시에 높은 특성을 가진 물질로서, 현재까지 널리 사용되고 있는 물질이 ITO이다. ITO는 주로 스퍼터링 타겟으로 제작되어 건식 스퍼터링 방식으로 투명전극 막이 기판 상에 코팅되는데, ITO 타겟의 30 ~ 40%를 사용하면 더 이상의 공정 진행이 불가능하고 새로운 타겟으로 교체해야 한다. 또한, 사용후 휴대기기 등 사용후 전자 제품으로부터 발생하는 ITO 양도 증가하고 있어, 자원이 부족한 우리나라로서는 이를 활용할 방안을 찾아야 한다 [1]. 이러한 일환으로 본 연구에서는 사용후 ITO를 다시 미세 분말화하고 이를 이용하여 잉크를 제조, 용액 기반의 코팅 방식으로 투명전극 막의 제작 연구를 하였다. 또한, 이와 함께 각 제품에서 요구하는 투명 전극의 수준을 맞추기 위해 Ag 나노와이어[2]를 이용하여 재생 ITO 잉크와 하이브리드 구조의 막을 제작, 투명전극으로서의 특성을 평가하였다. 그 결과 재생 ITO 잉크의 경우 재생 과정에서의 입자의 크기, 조성비, 그리고 입도 분포 및 분산 등에 따라 잉크 특성에 영향을 미침을 알 수 있었다. 이로부터 입자 입도, 조성비 및 분산을 최적화하여 잉크를 제작하였고, 그 결과 면저항 370 Ω/□ 미만의 양호한 면저항을 구현하였다. 또한, 이때 광 투과율은 기판을 포함하여 약 90%의 우수한 성능을 나타내었다. 또한, 이들을 Ag 나노와이어 잉크와 함께 하이브리드의 투명전극 막을 제작한 결과 면저항이 약 50 Ω/□, 광투과율은 기판을 포함하여 약 85%의 우수한 수준을 구현할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 2010501010002B)

참고문헌

1. B. Szyszka, W. Dewald, S. K. Gurram, A. Pflug, C. Schulz, M. Siemers, V. Sittinger, and S. Ulrich, "Recent developments in the field of transparent conductive oxide films for spectral selective coatings, electronics and photovoltaics," *Current Applied Physics*, **12**, S2-S11 (2012).
2. C.-H. Liu, and X. Yu., "Silver nanowire-based transparent, flexible, and conductive thin film," *Nanoscale Research Letters*, **6**, 75-82 (2011).

The influence of anti-solvent in $K_2CO_3/KHCO_3$ solution for crystallization-based CO_2 capture process

Gyo Hee Kim, Won Hi Hong*, Jong-Nam Kim^{†,*}, Jong-Duk Kim*

Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Republic of Korea,

[†]High Efficiency and Clean Energy Research Division, Korea Institute of Energy Research 71-2 Jang-dong, Yusong-gu, Daejeon, Republic of Korea

Due to the energy penalty of CO_2 capture process, energy-saving CO_2 capture process has been required. For that, CO_2 capture process using potassium carbonate solution attract attention. Moreover, introducing crystallization step in the process with potassium carbonate is considered favorable to reduce the energy for CO_2 separation more. For energy-saving crystallization-based CO_2 capture process, increasing crystallization yield with little temperature differences between absorption column and crystallizer is important. Therefore, using not only cooling crystallization method, but also drowning out crystallization is favorable because drowning out crystallization method helps to form more amount of crystals with little temperature change. Therefore, in this study, the availability of drowning out crystallization method in $K_2CO_3/KHCO_3$ solution was investigated by identifying the effect of anti-solvent on absorbent. When adding anti-solvent into $K_2CO_3/KHCO_3$ solution, two phenomena were observed. The first phenomenon is additional salt formation, which is related to the crystallization yield. The crystallization yield was precisely measured with saturated potassium bicarbonate solution, and the yield was increased about 15%. It was due to the altered equilibrium caused by adding anti-solvent to potassium bicarbonate solution. The second phenomenon was phase separation. The anti-solvent rich phase was immediately separated from the $K_2CO_3/KHCO_3$ solution when the anti-solvent was added into the solution. The phase separation observed due to the partitioning effect of potassium carbonate on the anti-solvent and water mixture. The phase separation has important meaning because it implies the possibility of easy recycle of anti-solvent in the process. Therefore, the drowning out crystallization method with organic anti-solvent can be applied in the crystallization-based CO_2 capture process using potassium carbonate/bicarbonate solution.

Photocatalytic organic dye degradation using electronic structure modified graphitic carbon nitride (g-CN)

Sun Uk Lee, Eun Zoo Lee, Young-si Jun, Young Kuen Chang*, Won Hi Hong*

Department of Chemical and Biomolecular Engineering,
Korea Advanced Institute of Technology and Science (KAIST),
291 Daehak-ro (373-1 Guseong-dong), Yuseong-gu, Daejeon 305-701

The photocatalyst is a valuable material to apply various applications such as environmental cleaning, hydrogen evolution, and also organic synthesis with irradiated light. Efficiency of the processes depend on intrinsic properties of photocatalyst such as electronic structure, morphology, and functionalities[1]. The organic photocatalyst which is easy to degraded and swelled but to adjust its physical properties, here we utilized organic photocatalyst, graphitic carbon nitride (g-CN) to remove organic dye in aqueous phase.[2]

The g-CN is consisted with carbon and nitrogen atoms alternatively as a tri-s-triazine structure stacking in graphitic manner like as graphene.[3] It has its intrinsic functionalities such as lewis acid, base with its lone pair electrons on nitrogen and dangling edge, C-NH₂. Theoretically g-CN has almost 2.3eV of band gap and practically 2.7eV of band gap which means it can absorb blue-visible light region light. To demonstrate visible light absorbed photocatalyst, its electronic structure should be modified to increase efficiency. With this reason we modified its electronic structure with co-monomer thermal polymerization.

Co-monomer, act as carbon source, is utilized to adjust g-CN's C/N ratio to make suitable electronic structure for dye bleaching. As increased co-monomer amounts, the band gap is decreased up to 2.28 eV indicating that 543.9 nm of light can absorb by carbon doped g-CN. Without structural and physical properties, electronic structure suitably modified by thermal condensation with co-monomer. Almost 90% of organic dye was removed using carbon doped g-CN even 30% and 50% of removal with non-structure and non-carbon doping one respectively within 30 min.

Reference

- (1) Wang, Y.; Wang, X.; Antonietti, M. "Polymeric Graphitic Carbon Nitride as a Heterogeneous Organocatalyst: From Photochemistry to Multipurpose Catalysis to Sustainable Chemistry." *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 51, 68-89 (2012).
- (2) Jun, Y.-S.; Lee, E. Z.; Wang, X.; Hong, W. H.; Stucky, G. D.; Thomas, "A. From Melamine-Cyanuric Acid Supramolecular Aggregates to Carbon Nitride Hollow Spheres." *Adv. Funct. Mater.* 23, 3661-3667 (2013).
- (3) Wang, X.; Maeda, K.; Chen, X.; Takahashi, K.; Domen, K.; Hou, Y.; Fu, X.; Antonietti, "M. Polymer Semiconductors for Artificial Photosynthesis: Hydrogen Evolution by Mesoporous Graphitic Carbon Nitride with Visible Light." *J. Am. Chem. Soc.* 131, 1680-1681 (2009).

PB-03 포스터학생

탈질설비 후단 미반응 암모니아 제거를 위한 선택적 산화촉매의 반응특성에 관한 연구

김기왕, 이상문, 권동욱, 원종민, 홍성창*
경기대학교 일반대학원 환경에너지공학과
*schong@kgu.ac.kr

A Study on the reaction Characteristic of Selective catalytic oxidation for NH₃ slip removal on denitrification process

Ki-Wang Kim, Sang-Moon Lee, Dong-Wook Kwon, Jong-Min Won, Sung-Chung Hong*
Environment energy engineering, Graduate school of Kyonggi university
*schong@kgu.ac.kr

NH₃-SCR 공정은 환원제로 NH₃를 공급하여 질소산화물을 제거하는데, 이 중 미반응 암모니아가 발생하여 공정 후단으로 배출된다. 이러한 NH₃ slip은 배기가스 중에 포함되어 있는 SO₃와 반응하여 황산암모늄염(ABS: Ammonium bisulfate)를 생성하게 되고, Air Heater(공기에열기)의 부식 및 배기가스유로 막힘 현상을 초래한다. 이러한 현상을 방지하기 위해 가스상 NH₃의 제거가 가능한 NH₃-SCO 촉매를 연구하였다. Pt/TiO₂ 촉매의 전처리 조건에 따른 실험 결과, 환원조건에서 열처리한 촉매의 활성성분인 Pt valance state가 Pt⁰ 및 Pt²⁺로 존재하며, 이때의 SCO 성능이 우수하였다. 또한, 질소 수율을 고려할 때, 0.1 %의 Pt를 담지한 촉매의 활성이 가장 우수하였다.

본 연구는 "산업통상자원부", "한국산업기술진흥원", "강원지역사업평가원"의 "광역경제권 선도산업 육성사업"으로 수행된 연구결과입니다.

진공증류를 이용한 페인조대리석에서 회수한 원 MMA의 정제

주세영, 조지훈, 나세준, 최우빈, 서양곤*, 이용순[†]

경상대학교 생명화학공학과, [†](주)알앤이

Purification of Crude MMA Recovered from Artificial Marble Watssts Using Vacuum Disitillation

Se Young Ju, Ji Hun Jo, Se Jun Na, Woo Bin Choi, Yang Gon Seo*, Young Soon Lees[†]

Department of Chemical and Biological Engineering, Gyeongsang national University

[†]R and E Ltd.

최근 인조대리석은 건축물의 내장제와 주방용 가수 및 욕실 세면대, 상업시설의 안내 데스크와 인테리어 자재로 폭넓게 사용되고 있고, 고급스런 인테리어 재료의 수용 증가로 인조대리석의 생산량은 지속적으로 증가하고 있다. 인조대리석을 건축 재료로 사용하기 위해 광택처리 또는 제단하는 과정에서 약 15~20%의 분진 또는 스크랩 등의 폐기물이 발생한다. 현재 페인조대리석은 전량 매립 또는 소각을 통해 처리함으로 2차적인 대기 및 토양오염을 유발하며 재생 가능한 중요한 자원이 낭비되고 있는 실정이다. 게다가 매립에 의한 처리는 엄격한 규제, 원자재의 가격 상승 그리고 낮은 생분해도 때문에 기피되고 있다. 평균적으로 인조대리석은 65%의 수산화알루미늄과 약 3%의 안료 (pigment), 가교제 (cross-linking agent)와 안정제 (stabilization agent)를 포함하여 35%의 Poly(methyl methacrylate) (PMMA)로 구성되어 있다. 특히 PMMA는 열분해를 통하여 약 97%까지 모노머인 methyl methacrylate (MMA)로 높은 비율로 회수가 가능한 것으로 알려져 있다 [1-4]. 따라서 페인조대리석의 열분해는 중요한 자원인 모노머 회수를 위한 매립 처리를 대신할 수 있는 대안이 된다.

본 연구에서는 페인조대리석으로부터 유용한 자원을 회수하기 위하여 분진과 스크랩 형태의 페인조대리석을 회분식 교반기 반응기에서 열분해하여 반응기 상부로 증발되는 기체 상을 응축하여 원 (crude) MMA를 얻었다. 또한 원 (crude) MMA의 색도를 제거하며 MMA의 순도를 향상시키고자 회분식 진공 증류를 이용하였다. 진공 증류에 의해 회수된 MMA의 순도는 96 wt. % 이상으로 양질의 MMA를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. Smolders, K., and Baeyens, J., "Thermal degradation of PMMA in fluidised beds," Waste Manage., **24**, 849-857 (2004).
2. Achilias, D. S., "Chemical Recycling of Poly(methyl methacrylate) by pyrolysis. Potential Use of the Liquid Fraction as a Raw Material for the Reproduction of the Polymer," Eur. Polym. J., **43**, 2564-2575 (2007).
3. Lopez, G., Artetxe, M., Amutio, M., Elordi, G., Aguado, R., Olazar, M., and Bilbao, J., "Recycling Poly-(methyl methacrylate) by Pyrolysis in a Conical Spouted Bed Reactor," Chem. Eng. Process.: Process Intensification, **49**, 1089-1094 (2010).
4. Grause, G., Predel, M., and Kaminsky, W., "Monomer Recovery from Aluminium Hydroxide High Filled Poly(methyl methacrylate) in a Fluidized Bed Reactor," J. Anal. Appl. Pyrolysis **75**, 236-239 (2006).

PB-05 포스터학생

차동펄스 전압전류법을 이용한 다공성 골드 전극의 수은 및 비스페놀A 센싱

강민제, 이상돈, 김영훈,[†] 이병환*
계명대학교 화학시스템공학과, [†]광운대학교
(*leeb@kmu.ac.kr)

Sensing of mercury ions and bisphenol A by porous gold electrode using a differential pulse voltammetry

Minje Kang, Sang Don Lee, Younghun Kim,[†] Byunghwan Lee*

Department of Chemical System Engineering Keimyung University, [†]Kwangwoon University

산업과 경제가 발달함에 따라 각종 화학물질에서 기인된 신종 미량독성물질 또는 내분비계 장애물질이 등장하고 있으며 이러한 유해물질로 인한 환경오염 및 인체에 미치는 영향에 대한 심각성과 위험요소에 대한 관심이 커지고 있다. 이러한 미량 독성물질은 하.폐수를 통해 하수처리시설로 유입되지만 기존 하수처리시설은 이러한 미량물질을 처리할 수 있도록 설계되지 않았으며, 이에 방류수역내에 하수처리에 의해 제거되지 않은 미량독성 물질이 지속적으로 검출되고 있다. 다공성 골드는 뛰어난 전기전도성, 큰 비표면적과 우수한 재현성을 가지고 있어 액상 센서의 기질로 사용하기 적합하다. 또한 차동펄스 전압전류법은 유기 및 무기 종을 측정하기에 유용한 전기화학분석법이다. 본 연구에서는 알루미늄과 계면활성제를 구조유도체로 사용하여 큰 비표면적과 서브마이크로 수준의 기공을 가지는 다공성 골드를 펠릿형태로 만들었다. 주사전자현미경, EDS분석, 질소흡탈착 실험 등을 통해 제조된 다공성 골드 펠릿의 물리적, 화학적 특성을 분석하였다. 전기 전도성을 가진 백금선을 다공성 골드 펠릿과 연결하여 작업 전극으로 활용하였고, 기능을 결합하여 센싱 감도를 높였다. 센싱 실험은 농도별 차동 펄스 전압전류법을 통해 진행하였다.

참고문헌

1. Hero Kim, Younghun Kim et al., "Preparation of coral-like porous gold for metal ion detection", *Microporous Materials*, 122, 283-287 (2009)
2. Hetong Qi, Ping Yu et al., "Anion-Exchange-Based Amperometric Assay for Heparin Using Polyimidazolium as Synthetic Receptor", *Anal. Chem.*, 85, 3439-3445 (2013)

PB-06 포스터학생

기능화 된 메조포러스 실리카와 그래핀의 혼합물질 전극을 이용한 수용액상 비스페놀A 검출 및 제거

권진우, 이병환*
계명대학교 화학시스템공학과
(*leeb@kmu.ac.kr)

Detection and removal of bisphenol A in aqueous solutions using the mixture electrode of functionalized mesoporous silica and graphene

Jinwoo Kwon, Byunghwan Lee*
Department of Chemical System Engineering Keimyung University
(*leeb@kmu.ac.kr)

산업이 발달함에 따라 신종 미량오염물질이 등장하며 그 생산량이 증가하면서 이로 인한 환경오염의 심각성과 위해성에 대한 관심이 커지고 있다. 이러한 미량오염물질들은 쉽게 분해 되지 않고 환경 및 생체 내에 잔존하여 수년간 영향을 미치고 체내 지방 및 조직에 농축되어 인체에 여러 가지 장애를 유발하게 된다. 최근에 미량오염 물질을 빠르고 값싼 방법으로 검출하고 저감하는 기술에 대한 수요가 크게 증가하고 있다. 본 연구에서는 환원 그래핀 산화물 과 기능화된 메조포러스 실리카 혼합물질로 전극을 제조하여 수용액상 비스페놀 A 의 검출 및 제거에 이용하였다. 그래핀은 전기화학적 특성이 우수하며 넓은 표면적과 화학적 기능화가 우수한 특성이 있으며 기능화된 메조포러스 실리카(Ph-MS)는 다공성물질이면서 페닐기를 결합하여 비스페놀 A 에 대한 선택적 흡착능력이 우수하다. 이 혼합물질 전극으로 순환전류법 (Cyclic Voltammetry) , DPV(differential pulse Voltammetry) 등을 측정하였으며 비교군으로 MCM-41 및 Graphite 전극을 사용 하였다.

Keywords: Bisphenol A, mesoporous silica, reduced Graphene Oxide, sensor, DPV, CV

PB-07 포스터학생

Bifunctional 촉매 (Pt/Al-SBA-15)를 이용한 피셔트롭쉬 왁스의 수소첨가분해 반응

서명기¹, 이대원¹, 이관영*¹

고려대학교 화공생명공학과¹

석유자원의 고갈로 에너지 자원에 대한 관심이 증가되는 있는 상황에서, 현재의 화석 연료를 효율적으로 사용할 수 있는 방법들에 관한 관심이 증가되고 있다. 이중 천연가스나 석탄 및 바이오매스로부터 피셔-트롭쉬 공정을 이용하여 액체 연료를 얻는 공정이 새롭게 각광받고 있다. 피셔-트롭쉬 공정은 합성가스로부터 액체연료를 생산하는데, 생산된 연료에는 다량의 왁스성분을 함유하고 있다. 왁스성분은 유동성이 없어 저장 및 운반이 어렵다. 따라서 피셔-트롭쉬 왁스를 수소첨가분해반응을 이용하여 저장 및 운반이 용이한 휘발유이나 디젤유로 전환하는 업그레이드 공정이 필요하다.

본 연구는 피셔-트롭쉬 왁스를 원료로 하여 부가가치가 높고, 저장 및 운반이 용이한 액체연료로의 전환반응 촉매개발에 관한 연구이다. 피셔-트롭쉬 왁스는 주로 탄소수가 21 이상인 n-paraffin으로 구성되어 있다. 연료 내에 황과 방향족 탄화수소가 거의 없기 때문에 액체연료로 전환할 경우 고품질의 연료를 얻을 수 있다는 장점을 가지고 있다. 피셔트롭쉬 왁스의 수소첨가 분해반응은 bifunctional 작용기를 갖는 촉매에서 일어난다고 알려져 있다. bifunctional 작용기는 dehydrogenation/hydrogenation 반응이 일어나는 금속작용기와 실제적인 분해가 일어나는 산점으로 구성되어 있다. 일반적으로 n-paraffin wax의 수소첨가 분해반응에서의 속도결정단계는 분해반응이 일어나는 산점이라고 알려져 있다. 따라서 촉매의 산점의 특성이 반응에 미치는 영향이 매우 크며, 이에 대한 영향을 살펴보기 위해 서로 다른 비율의 Al-SBA-15를 합성하여 촉매의 담체로 사용하였다. 합성한 Al-SBA-15위에 Pt를 담지하여 촉매의 산특성이 n-paraffin wax의 수소첨가 분해반응에 미치는 영향을 알아보았다.

PB-08 포스터학생

Comparative Study of Extractive and Azeotropic Distillation Process For IPA Dehydration

마니쉬 포크렐, 김동선, 조정호*
공주대학교 화학공학부

Comparative Study of Extractive and Azeotropic Distillation Process For IPA Dehydration

Manish Pokhrel, Dong Sun Kim, Jungho Cho*
Department of Chemical Engineering, Kongju National University

In this study, design and control of IPA dehydration via extractive and azeotropic distillation have been done and the comparison between these two distillations has been made. The heavy boiling entrainer (DMSO) for extractive distillation and the light entrainer (cyclohexane) for the azeotropic distillation have been used. The overall process was performed in PRO/II with PROVISION 9.2 using NRTL liquid activity coefficient model. For the extractive distillation the design flowsheet includes an extractive distillation column and the entrainer recovery column with the top product of the extractive distillation column to be IPA and the top product of the entrainer recovery column to be water. The bottom product of the entrainer recovery column is the recovered DMSO which is recycled back to extractive distillation column. For the azeotropic distillation the design flowsheet includes an azeotropic distillation column and the entrainer recovery column with the bottom product of the azeotropic distillation column to be IPA and the bottom product of the entrainer recovery column to be water. The top product of the entrainer recovery column is the recovered cyclohexane which is recycled back to azeotropic distillation column. The main objective of our simulation is to obtain the 99.99% pure IPA and to calculate the heat reboiler duty and making the comparison of the reboiler heat duty of the two types of distillation viz extractive and azeotropic distillation. Also, we have varied the tray location of the fresh feed to minimize the total reboiler heat duty.

참고문헌

1. Jungho Cho and Jong-Ki Jeon, "optimization study on the azeotropic distillation process for isopropanol alcohol dehydration." Korean J. Chem. Eng., 23(1), 1-7 (2006)
2. Gmehling, J.; Mollmann, C. synthesis of Distillation Process Using Thermodynamic Models and the Dortmund Data Bank. Ind. Eng. Chem. Res. 1988, 37, 3112-3123.
3. M.A.S.S. Ravagnania, M.H.M. Reisa, R. Maciel Filho(b), M.R. Wolf-Maciel(b), "Anhydrous ethanol production by extractive distillation: A solvent case study" Process Safety and Environmental Protection 88 (2010) 67-73

Comparative Study of Extractive and Azeotropic Distillation Process For Ethanol Dehydration

로션 키미레, 김동선, 조정호*
공주대학교 화학공학부

Comparative Study of Extractive and Azeotropic Distillation Process For Ethanol Dehydration

Roshan Ghimire, Dong Sun Kim, Jungho Cho*
Department of Chemical Engineering, Kongju National University

Ethanol is a monohydric primary alcohol. It melts at -117deg. celsius and boils at 78.5deg. celsius. Ethanol and water forms the azeotropic mixture and boils at 78.1 deg. celsius. Azeotropic mixture of ethanol water contains 95.5% of alcohol and 4.5% of water. Since the boiling point of this binary azeotrope is below that of pure ethanol, absolute ethanol cannot be obtained by simple distillation. However, if benzene is added a ternary azeotrope of benzene, ethanol and water with boiling point 64.9 deg. celsius is formed and pure ethanol is distilled out by the azeotropic distillation. However for Extractive Distillation Ethylene glycol(EG), Since it enhances significantly the natural relative Volatility of key Ethanol and water and is stable at the temperature of distillation and solvent separation. In this study the modeling and comparison works have been performed for Azeotropic and Extractive Distillation by using PRO/II with provision 9.2. Optimal operating conditions that minimize the total reboiler heat duty were determined by using feed stage location for each distillation column. The reboiler heat duty for both process is compared and the purity of the product is compared.

참고문헌

1. Jungho Cho and Jong-Ki Jeon, "optimization study on the azeotropic distillation process for isopropanol alcohol dehydration." korean J. Chem, Eng., 23(1), 1-7 (2006)
2. Al-Amer, A.M.. "Investing polymeric entrainers for azeotropic distillation of ethanol/water and MTBE/methanol systems," Industrial and engineering Chemistry Research, 39, 3901 (2000)
3. M.A.S.S. Ravagnania, M.H.M. Reisa, R. Maciel Filho(b), M.R. Wolf-Maciel(b), "Anhydrous ethanol production by extractive distillation: A solvent case study" Process Safety and Environmental Protection 8 8 (2010) 67-73

다양한 아민 흡수제를 이용한 산성가스 제거 성능 비교

김정한, 김지윤, 조정호*
공주대학교 화학공학부

Comparison of Removal Capabilities for Acid Gases using Several Aqueous Amine Absorbents

Junghan Kim, Jiwoon Kim, Jungho Cho*
Department of Chemical Engineering, Kongju National University

온실 가스 배출로 인해 지구온난화가 세계적인 문제가 되고 있는 지금 시점에 지구 온난화를 막기 위한 이산화탄소 저감, 분리, 회수와 같은 문제들은 이미 과학자나 관련 분야 종사자뿐만 아니라 전 세계인의 주 관심분야가 되었고 특히 이산화탄소를 배출하는 화석에너지의 사용량에 따라 부과 되는 탄소세, 그리고 배출권 거래제가 각 기업 그리고 국가들의 경제 상황과 연관되면서 이산화탄소를 효과적으로 저감 및 분리하는 기술은 더욱 더 중요해져 가고 있다. 본 연구에서는 알카놀아민 수용액을 사용하여 이산화탄소를 제거 분리하는 실험을 기-액 상평형실험 장치를 사용하여 실시하였고, 이 실험을 통해 알카놀아민계의 화학적 흡수제에 대한 성능을 비교하였다. 흡수제는 1차 아민인 MEA, 2차 아민인 DEA, 3차 아민인 TEA, 입체장애아민인 AMP를 30wt% 농도로 사용하였다. 그리고 실험에서 사용된 아민 용매를 사용하여 천연가스 중에 포함되어 있는 산성가스 제거 공정을 PROMAX를 사용하여 전산모사 수행하였고, 각 용매에 따른 흡수 특성과 재생에너지를 비교하였다. 그 결과 실험에 사용한 아민류의 흡수용량은 AMP>MEA>DEA>TEA순이었고 흡수속도는 MEA>AMP>DEA>TEA 순으로 나타났다.

참고문헌

1. A. Dallos, T. Altsach, and L. Kotsis, "Enthalpies of Absorption and Solubility of Carbon Dioxide in Aqueous Polyamine Solutions," J. Thermal Anal. Cal., 65, 419 (2001).
2. K. E. Gutowski, and E. J. Maginn, "Amine-Functionalized Task-Specific Ionic Liquids: A Mechanistic Explanation for the Dramatic Increase in Viscosity upon Complexation with CO₂ from Molecular Simulation," J. Am. Chem. Soc., 130, 14690 (2008).
3. K. E. Gutowski, and E. J. Maginn, "Amine-Functionalized Task-Specific Ionic Liquids: A Mechanistic Explanation for the Dramatic Increase in Viscosity upon Complexation with CO₂ from Molecular Simulation," J. Am. Chem. Soc., 130, 14690 (2008).
4. 이현주, 김동섭, 김홍곤, 김훈식 "CO₂ 흡수제로 이온성 액체 동향" KIC News, Volume 12, No. 2, (2009).
5. 김은선, 박동운, 정용일, 2003: 2003 기술산업정보분석- CO₂저감 비즈니스. 한국과학기술정보연구원.(2008).

PB-11 포스터학생

암모니아 순환식 반응기(Ammonia Circulation Reactor (ACR))를 이용한 옥수수대의 효소당화율 향상

이경길, 김태현*
공주대학교 환경공학과

Improved Enzymatic Saccharification of Lignocellulosic Biomass using Ammonia Circulation Reactor (ACR)

Kyong Kil Lee, Tae Hyun Kim
Department of Environmental Engineering, Kongju National University

Ammonia circulation reactor (ACR) was developed as a pretreatment reactor and used to improve the enzymatic digestibility of lignocellulosic biomass (corn stover). The process scheme using ACR is designed to circulate aqueous ammonia continuously so that it can minimize the chemical and water input during pretreatment.

In this study, ammonia pretreatment with various reaction conditions such as reaction time (4-12 hour), temperature (60-80°C), and solid:liquid ratio (1:3-1:8) were tested. Chemical compositions including solid remaining after reaction, lignin and carbohydrates were analyzed and enzymatic digestibility was also measured.

In this study, it was observed that as reaction conditions such as reaction temperature, reaction time, and solid/liquid ratio, become more severe, lignin removal was significantly affected, which was in the range of 47.6-70.6%. On the other hands, glucan and xylan losses were not substantial as compared to that of lignin. At all tested conditions, the glucan loss was not changed substantially, which was between 4.7% and 15.2%, while the xylan loss varied, which was between 7.4% and 25.8%. With (15 FPU-GC220 + 30 CBU) /g-glucan of enzyme loading, corn stover treated using ammonia circulation reactor for 8-12 hours resulted in 90.1-94.5% of 72-h glucan digestibility, which was higher than 92.7% of Avicel®-101.

In addition, initial hydrolysis rate (at 24 hour) of this treated corn stover was 73.0-79.4%, which was shown to be much faster than 69.5% of Avicel®-101. As reaction time increased, more lignin removal occurred and it was assumed that the enhanced enzymatic digestibility of treated biomass was attributed to the lignin removal.

PB-12 포스터학생

Adsorption of CO₂ on Amine grafted γ -Al₂O₃

박종현, 서희민[†], 박용기[†], 고영수*
공주대학교 화학 공학부, [†]한국 화학연구원
(*ysko@kongju.ac.kr)

CO₂ 포집 기술 중 건식법은 습식법에 비해 회수 처리 비용이 낮고 장치의 부식이 일어나지 않으며, 취급이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 그 중 아민과 실리카로 구성된 유/무기 하이브리드 흡수제는 높은 CO₂ 흡수능과 빠른 흡수 속도를 갖는다. 하지만 실리카로 만든 흡수제는 실제 공정 운전시 유동마찰로 인한 분말화가 생길 수 있는데, 이를 방지하기 위하여 강도가 더 높은 Al₂O₃를 이용할 수 있다. 또한 CO₂ 흡수능을 높이기 위해선 많은 양의 아민을 grafting해야 하는데 이를 위해 host의 표면에 hydroxyl기가 많을수록 grafting의 효율이 높아지게 된다. 따라서 hydroxyl기의 밀도를 늘려주기 위하여 수분을 첨가하는 연구를 진행하였다. 이 연구에서는 여러 아민 화합물을 이용하여 물리적 특성의 변화와 CO₂ 흡수량의 변화를 확인하였다.

PB-13 포스터학생

그래핀 담지 촉매시스템을 이용한 그래핀/폴리에틸렌 나노 복합체 합성

신정섭, 이정숙, 고영수*
공주대학교 화학공학부

그래핀은 탄소 동소체로서 안정적인 이차원 sp^2 혼성구조로 이루어져 있으며, 이 때문에 높은 강도, 탄성, 전기 전도성, 열 안정성등의 특성을 가지고 있다. 특히 고분자 매트릭스 내에 그래핀을 분산시켜 고분자와 복합체를 형성할 경우 우수한 열적 기계적 물성을 가지는 복합체를 형성할 수 있기 때문에 고분자 분야에서 많은 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 그래핀 담지 촉매 시스템을 이용한 in-situ 에틸렌 중합을 통해 열안정성이 우수한 그래핀/폴리에틸렌 나노 복합체를 합성하였다. 또한 에틸렌-1-헥센 공중합을 통해 C_6/C_2 몰비에 따른 촉매 활성과 고분자의 특성에 대해서 연구하였다.

PB-14 포스터학생

Multilayer graphene/polyethylene nanocomposite produced by in-situ polymerization with graphene-supported metallocene catalyst

Jeong Suk Lee, Jung Sub Shin, Young Soo Ko*

Department of Chemical Engineering, Kongju National University

In this study, graphene/polyethylene nanocomposites via in-situ ethylene polymerization with a (n-BuCp)₂ZrCl₂-adsorbed graphene system was synthesized. Polymer nanocomposites based on carbon black, carbon nanotubes, and layered silicates have been used for improved mechanical, thermal, electrical, and gas barrier properties of polymers. In-situ polymerization, where the polymer grows in the presence of the nanofiller, appears to be an attractive route for obtaining well-dispersed graphene/PE nanocomposites.

The rich electron environment of graphene should increase the electron density of (n-BuCp)₂ZrCl₂. The richness of electrons in the Zr central metal should produce a much higher molecular weight PE than that of homogenous (n-BuCp)₂ZrCl₂.

금/황화카드뮴 화합물의 광촉매적 특성

박지홍, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

Photocatalytic properties of Au/CdS Nanocomposites

Ji Hong Park, Younghun Kim*
Dept. of Chem. Eng. Kwangwoon Univ. Korea

나노물질은 큰 표면적, 넓은 적용범위 등으로 인해 큰 관심을 받고 있다. 특히 나노물질로 제조된 반도체를 이용한 광촉매는 유기물을 실온과 대기압에서 빛에너지와 반응시켜 처리한다. 저비용이며 빠른 반응속도와 간단한 공정으로 유기물 처리가 가능하다. 본 연구에서는 빛과의 반응 영역을 넓히기 위해 금속/반도체 나노복합구조를 제조하여 가시광 영역 내에서 반응시간, 광활성요인 등을 변수로 광촉매반응 특성을 다루었다. 특히 CdS 반도체는 밴드갭에너지가 2.42eV로 촉매반응에 적합하다. 금나노입자를 반도체에 접촉시키면 흡수할 수 있는 빛의 범위가 증가하고 밴드갭에너지가 줄어들게 되어 전하의 분리와 이동이 용이해 광활성이 향상된다. 또한 나노입자의 크기와 안정성을 제어하는 것은 광촉매의 물리/화학적 특성과 직결되므로 중요한 요소이다. 그래서 빠른 반응과 높은 에너지효율을 가지는 마이크로웨이브(Microwave)를 사용해 카드뮴아세테이트(Cadmium acetate)와 티오우레아(Thiourea)의 혼합물을 각각 30ml씩 테플론용기에 넣고 100°C 조건에서 30분간 반응시켰다. 상온에서 냉각을 시킨 후 물과 에탄올로 원심분리를 실시하였고 건조를 통해 얻어진 고체시료는 TEM, SEM 등을 이용한 입자형태를 분석하였다. 마이크로웨이브의 반응시간을 조절하여 입자의 크기를 제어해보고 아민계에 따라 입자의 형태변화를 알아보기 위해 도데실아민(Dodecylamine)과 에틸렌디아민(Ethylenediamine) 첨가량(0ml, 0.1ml, 1ml)에 차이를 두어 비교했다. 그 결과 아민계의 농도가 높아질수록 제조된 CdS 나노입자의 콜로이드 색이 밝은 노란색에서 주황색으로 바뀌는 것을 확인하였고 Au/CdS 복합구조를 이루면서 육방면체(Wurtzite)에서 큐빅(Cubic)으로 결정형태의 변화가 나타났다. 나노복합구조로 인해 흡수할 수 있는 파장이 가시광 영역쪽으로 넓어지면서 빛의 포집능력이 뛰어나다. 이는 광활성을 통한 유기물 분해나 태양전지로 응용 가능할 것이다.

참고문헌

1. Deng, C., and Tian, X., "Facile microwave-assisted aqueous synthesis of CdS nanocrystals with their photocatalytic activities under visible lighting," *Material Research Bulletin*, **48**, 4344-4350 (2013).
2. Menagen et al.[5], "Selective Gold Growth on CdSe Seeded CdS Nanorods," *Chem. Mater.*, **20**, 6900-6902 (2008).

금/은 나노입자를 이용한 중금속이온 검출용 색센서의 개발

성화경, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

Colorimetric detection of heavy metal ion using silver/gold bimetallic nanoparticles

Hwa Kyung Sung, Younghun Kim*
Dept. of Chem. Eng. Kwangwoon Univ. Korea

현재 국내의 급속한 산업화 과정에서 산업폐수 내 중금속이온의 배출이 증가됨에 따라 배출되는 중금속이온의 이동경로를 즉각적으로 파악하기 위한 검출 기술이 요구되고 있다. 실시간 검출이 가능하고 휴대가 간편한 색센서는 중금속 검출용 센서로 적합하다. 독특한 물리화학적 특성을 가지는 금속나노입자는 색센서의 재료로 이용할 수 있는데, 금속 나노입자는 LSPR(Localized Surface Plasmon Resonance)현상에 의해 고유의 형태나 크기에 따라 각각의 색을 나타내고 중금속이온의 결합여부에 따라 초기 나노입자에서 형태나 크기변화를 유도하여 즉각적인 색변화를 일으킨다. 따라서 본 연구에서는 금/은 복합 나노입자를 제조하여 중금속이온 검출을 위한 색센서로 응용해 보았다. 제조가 용이하고 경제적이며 광학적 특성을 뚜렷한 은나노입자의 표면에 화학적인 안정성이 뛰어나고 표면기능화가 용이한 금을 추가하면 각 장점을 가진 금/은 복합 나노입자를 제조할 수 있다. 표면 기능화를 위해 글루타치온(GSH, Glutathione)을 첨가한다. 글루타치온과 금속나노입자 간에 충분한 결합하기 위해 2시간 동안 교반시키고 중금속이온과의 결합에 용이한 pH로 조절해 준 뒤, 5가지 중금속이온에 대한 검출 실험을 진행했다. 검출 실험을 위해 납(Pb), 카드뮴(Cd), 수은(Hg), 크롬(Cr), 코발트(Co) 표준 용액이 사용되었다. 결과는 TEM(Transmission Electron Microscopy)과 UV-Vis spectra로 입자의 형태 변화를 관찰하고 흡광도를 비교해 분석하였다.

참고문헌

1. Anambiga, I. V., Suganthan, V., Buvanewari, G., Sampath Kumar, T. S., "Colorimetric Detection of Lead Ions Using GLutathione Stabilized Silver nanoparticles," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(5), 710-715 (2013).
2. Bequ, L., Singh, A. K., Khan, S. A., Senapati, D., Arumugam, S. R., and Ray, R. C., "Gold Nanoparticle-Based Simple Colorimetric and Ultrasensitive Dynamic Light Scattering Assay for the Seletive Detection of Pb(II), from Paints, Plastics, and Water Samples," *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 3, 668-673 (2011).

중금속 검출용 Dithizone 기능화 된 색센서 제조

신현호, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

Dithizone functionalized colorimetric sensor

Hyeon Ho Shin, Younghun Kim*
Dept. Chem. Eng. Kwangwoon Univ. Korea

Dithizone(DTZ)은 색센서로 이용되는 킬레이트 시약으로서 금속 성분을 검출하는 데 사용된다. 색센서는 추가 장비 없이도 쉽고 빠르게 물질의 선택적 검출이 가능하다는 장점을 가지고 있는데, DTZ는 다른 색센서와는 달리 액상에서 중금속 이온의 종류에 따라 각기 다른 고유한 색 변화를 가진다. DTZ를 고체상에 고정화시키면 색센서로서의 특성을 유지하면서 휴대와 취급이 용이해져 가치를 높일 수 있다. 본 연구에서는 DTZ를 Polystyrene(PS) bead에 고정화시켜 고체상에서 중금속 이온에 따른 색 변화를 관찰하여 색센서로서의 활용 가능성을 검토하였다. PS bead를 제조하기 위하여 증류수, styrene, potassium peroxydisulfate, divinyl benzene을 섞고 초음파 분산시킨다. 가열과 교반을 통하여 PS bead를 제조하고 에탄올에 분산시킨 DTZ를 첨가한 후, 다시 가열과 교반시킨다. DTZ의 대기와 빛에 대한 안정성을 유지하기 위해 암실에서 진공상태로 건조시킨다. 마지막으로, 건조된 시료를 pellet 형태로 만들어 중금속 이온에 노출 시 색변화를 관찰한다. UV-Vis spectra를 이용하여 정량적인 분석과 FT-IR을 이용하여 생성물의 특성을 분석하였다. 또, 액상에 용해시킨 DTZ와 고정화된 DTZ의 색변화 및 LOD를 육안으로 관찰하여 특성을 확인하였다. 결론적으로 DTZ를 고체상에 고정화 시키면 중금속 검출에 보다 쉽고 다양하게 응용될 수 있다.

참고문헌

1. Deng, Jianjun., Kang, X., Chen, L., Wang, Y., Gu, Z., and Lu, Z., "A nanofiber functionalized with dithizone by co-electrospinning for lead (II) adsorption from aqueous media," *J. Hazard Mater.*, **196**, 187-193 (2011).
2. Absalan, G., and Goudi, A., A., "Optimizing the immobilized dithizone on surfactant-coated alumina as a new sorbent for determination of silver," *Sep. Purif. Technol.*, **38**, 209-214 (2004).
3. Romberg, B., and Muller, H., "Photometric screening-test for heavy metals under flow injection conditions using extractive determination with dithizone," *Anal. Chim. Acta*, **353**, 165-172 (1997).
4. Paradkar, P., P., and Williams, R., R., "Micellar Colorimetric Determination of Dithizone Metal Chelates," *Anal. Chem.*, **66**(17), 2752-2756 (1994).

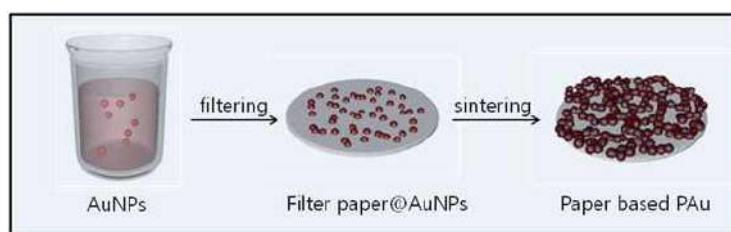
에탄올 산화를 위한 종이기반 다공성 골드 제조

오승윤, 김지은, 김영훈*
광운대학교 화학공학과

Synthesis of Paper-based Porous gold Electrode for Ethanol Electrooxidation

Seung Yun Oh, Jieun Kim, Younghun Kim*
Dept. of Chem. Eng. Kwangwoon Univ. Korea

최근 에너지 부족으로 인한 대체 에너지의 개발에 관심이 높아지고 있다. 대체 에너지 소스중에 직접 알코올 연료전지는 높은 에너지 밀도와 낮은 오염물 방출, 낮은 작동온도 때문에 많은 관심을 받고 있다. 그 중 특히 에탄올을 이용한 연료전지는 다양한 장점이 있다. 첫째, 에탄올은 화학산업이나 바이오매스로부터 얻기가 쉽다. 둘째, 에탄올은 메탄올이나 개미산보다 높은 에너지를 갖고 있다. 마지막으로 에탄올은 그린에너지이다. 그러므로 에탄올 산화반응의 향상은 대체 에너지 개발에 중요한 핵심이다. 본 연구에서는 에탄올 산화반응의 촉매로서 사용하기 위해 다공성 골드를 제조한다. 다공성 골드는 템플레이트법을 이용하여 제조된다. 기존의 템플레이트법을 이용한 제조법은 제조시간이 길다는 단점이 있지만 시린지 필터를 이용하면 짧은 시간에 쉽게 제조되고 균일한 기공크기를 갖는 다공성 골드가 제조된다. 먼저, 금나노입자를 전구체인 사염화금과 시트레이트를 이용하여 제조한다. 제조된 금나노입자를 시린지를 이용하여 시린지 필터에 주입시키면 금나노입자들이 시린지 필터에 걸러진다. 시린지 필터를 건조시킨 후, 소성과정을 거치면 종이기반 다공성 골드가 제조된다. 그리고 다공성 골드에 팔라듐을 정전압법으로 전착시키게 되면 에탄올 산화를 위한 전기화학적 촉매가 제조된다. 이렇게 제조된 전기화학적 촉매는 염기용액에서 에탄올 산화에 대해 매우 높은 촉매활성과 안정성을 보여주고 있다. 본 연구결과를 통해 종이기반 다공성 골드전극이 전기화학적 촉매로서의 가능성을 보여주고 있고, 센서나 전기화학분야에서 다양하게 활용될 수 있을 것이다.



참고문헌

1. Yang, J., Xie, Y., Wang, R., Jiang, B., Tian, C., Mu, G., Mu, C., Yin, J., Wang, B., and Fu, H., "Synergistic Effect of Tungsten Carbide and Palladium on Graphene for Promoted Ethanol Electrooxidation," *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 5(14), 6471-6479 (2013).
2. Hong, W., Liu, Y., Wang, J., and Wang, E., "A new Kind of highly active hollow flower-like NiPdPt nanoparticles supported by multiwalled-carbon nanotubes toward ethanol electrooxidation," *J. Power Sources* 241(1), 751-755 (2013).

다중 코어-셸을 이용한 4-니트로페놀의 환원반응

정의석, 김우식[†], 김영훈^{*}

^{*}광운대학교 화학공학과, [†]경희대학교 화학공학과

Electroreduction of 4-nitrophenol using multi core-shell nanoparticles

Uiseok Jeong[†], Woosik Kim[‡], Younghun Kim^{*}

^{†,*}Dept. of Chem. Eng. Kwangwoon Univ. Korea,

[‡]Dept. of Chem. Eng. Kyunghee Univ. Korea

최근 친환경 산업의 필요성이 커지면서 효율이 좋고 친환경적인 나노 촉매의 필요성 또한 중요시 되고 있다. 기존의 나노촉매는 촉매가 반응물 혹은 슬러지와 물리적 흡착을 일으켜 유실되어 효율이 쉽게 떨어지고, 반응물과 촉매가 반응해 부산물을 만드는 경우도 있다. 또한 나노크기의 물질 자체가 갖는 유해성 때문에 다양한 문제를 발생시키고 있다. 이를 보완하기 위해 물리적, 화학적으로 안정한 코어-셸 구조의 촉매 연구가 활발하게 진행되고 있다. 코어-셸 구조란 내부의 중심체와 그것을 보호하는 셸로 구성된다. 이번 실험에서는 금과 은의 나노입자를 코어로 가지고 그 외부를 안정한 실리카로 코팅한 구조를 설계 및 제조하였다. 이러한 코어-셸 구조는 기존의 나노촉매와 달리 표면이 직접 노출되지 않아 매우 안정하다. 이번 연구에서 제조한 다중 코어-셸 구조는 셸 내부에 다수의 코어가 존재하는 구조이며, 기존의 단일 코어-셸보다 좋은 효율을 가질 것을 기대하였다. 각각 금과 은나노입자를 이용하여 두 종류의 코어-셸입자를 제조 한 뒤, TEM을 이용하여 확인하였다. 이후 촉매반응 정도를 비교하기 위해 4-니트로페놀(4-nitrophenol, 4-NP)이 4-아미노페놀(4-aminophenol, 4-AP)로 전환되는 반응을 선정했다. 반응이 진행함에 따라 변하는 흡광도를 UV-vis spectrometer로 측정하였다. 결과적으로 다중 코어-셸이 단일 코어-셸보다 좋은 효율을 보였으며, 유기 셸을 코팅한 이후에도 나노입자 촉매가 내부에서 안정적으로 반응한다는 사실을 확인할 수 있었다. 이번 연구에서 제조한 다중-코어셸입자가 향후 나노 독성이 크거나 회수가 어려운 촉매물질의 안정성을 끌어올릴 수 있을 것이라 예상한다.

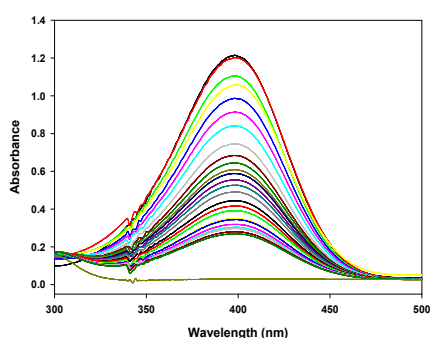


Fig.1 Reduction of 4-NP using Au Multi Core-Shells.

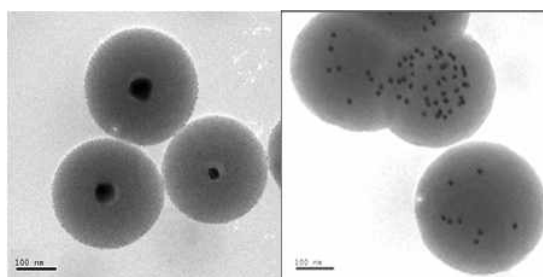


Fig.2 TEM images of Ag@SiO₂ and Au Multi Core-Shell structure.

참고문헌

1. Botella, P., Ortega, I., Quesada, M., Madrigal, F. R., Muniesa, C., Fimia, A., Fernandez, E., and Corma, A. "Multifunctional hybrid materials for combined photo and chemotherapy of cancer," *Dalton Trans.*, **41**, 9286-9296 (2012).

PB-20 포스터학생

산처리법을 이용하여 페타겟으로부터 재생된 인듐-주석-산화물의 환경성 평가

이영상, 장민혁, 이원희, 홍태환*

한국교통대학교 신소재공학과/친환경 에너지 변환·저장소재 및 부품개발 연구센터

Life Cycle Assessments on Recycled ITO(Indium-Tin-Oxide) from the waste target by Acid Treatment Methods

Young-Sang Lee, Min-Hyuk Jang, Won-Hee Lee, Tae-Whan Hong*

Department of Materials Science and Engineering/Research Center for Sustainable ECo-Devices and Materials (ReSEM), Korea National University of Transportation

ITO는 도전성과 투명성을 가지는 재료로써 터치 패널이나 각종 디스플레이의 투명 전극으로 사용되고 있어 수요가 증가하고 있다. 그러나 희소 금속인 인듐(In)과 주석(Sn)의 자원고갈 문제로 ITO의 재사용 및 재활용에 관한 연구가 요구되고 있다.[1] 국내에서는 ITO 페타겟[2], 스크랩, 에칭 폐액 등으로부터 인듐, 주석을 분리 및 회수하고 있다. 위와 같이 여러 ITO 회수 공정의 연구도 중요하지만 각 공정에 투입 되는 물질과 에너지 사용으로 인해 배출되는 다량의 부산물이 환경과 인체 미치는 영향 또한 비교 및 고려해야할 사항이기 때문에 환경 부하 값의 변화 추이를 확인하기 위해 전과정평가 기법(Life Cycle Assessment; LCA)을 이용하여 DB(Data Base)를 구축하여 환경성 평가를 하였다[3]. 본 연구에서는 ITO 페타겟으로부터 산처리 공정을 이용하여 ITO 회수 공정의 환경 영향 평가를 목적으로 하며 Software GaBi 6를 사용하였고, 전과정평가를 위해 투입물질과 생성물질을 구분하고 Ecoinvent Data를 적용하여 전과정평가를 수행하였다.

참고문헌

1. Park, S. K. et. al., " Recovery of Acid, Indium and Tin from Waste Solution of ITO Etchant," RIST, **21**(4), 352-335 (2007)
2. Kim, H. J. et. al., " Life Cycle Assessment on the Reuse of Glass bottles," Clean Technol., **15**(3), 224-230 (2009)
3. Lee, S. S. et. al., " Environmental Impacts Assessment of ITO (Indium Tin Oxide) Using Material Life Cycle Assessment", Clean Technol., **18**(1) 69-75 (2012)

PB-21 포스터학생

습식환원법으로 제조한 실버 나노 잉크의 환경성 평가

이영상, 이명진, 신현만, 홍태환*

한국교통대학교 신소재공학과/친환경 에너지 변환·저장소재 및 부품개발 연구센터

Materials Life Cycle Assessments on silver nano ink by wet chemical reduction process

Young-Sang Lee, Myung-Jin Lee, Hyeon-Man Shin, Tae-Whan Hong*

Department of Materials Science and Engineering/Research Center for Sustainable Eco-Devices and Materials (ReSEM), Korea National University of Transportation

다양한 전자부품에 응용이 기대되어 활발한 연구가 진행되고 있는 잉크젯 인쇄기술은 전통적인 제조기술보다 비용과 유지비 측면에 있어 많은 효율성을 보이고 있다. 특히, 실버 잉크는 뛰어난 전도성과 안정성을 가지고 있어서 전자부품산업에 오랫동안 이용되어 왔다.[1] 최근에는 입자 크기를 나노 크기로 분산시킨 실버 나노 잉크를 개발하여 디스플레이, 전자태그, 반도체와 연성회로 기판 등에 전자소재로써 각광받고 있으며 나노 잉크를 이용하여 사진공정과 식각공정을 이용하지 않고, 직접적으로 나노 잉크를 분사하여 패턴을 형성하는 방법으로, 패턴링 공정을 단순화 시킬 수 있는 장점이 있다.[2] 그러나 이러한 전자산업기기의 첨단화는 제품의 생산량과 소비량을 증가시켜 제조 공정 중에 발생하는 다량의 환경오염 물질과 사용하고 무분별하게 버려지는 제품들로 인해 심각한 환경 문제를 가져올 것으로 예상된다[3]. 따라서 본 연구는 습식환원법에 의해 제조된 실버나노 잉크의 제조 공정이 환경에 미치는 영향을 물질전과정 평가(Materials Life Cycle Assesments: MLCA) 기법을 이용하여 평가하였다. 전과정 평가 소프트웨어로서 GaBi 6를 사용하였고, 유관기관으로부터 받은 실버 나노 잉크의 제조 공정 데이터를 참고하여, 인벤토리를 구축하였으며 ISO 14040, 14044 규격의 4단계에 걸쳐 MLCA를 수행하였다.

참고문헌

1. A. Kosmala et. al., "Synthesis of silver nano particle and fabrication of aqueous Ag inks for inkjet Printing", Materials Chemistry and Physics, **129**, 1075-1080 (2011)
2. Shin, K. Y. et. al., "Printing of Nano-Silver Inks with Ink-Jet technology and Surface Treatment", The Korean Institute of Electrical Engineers, 104-105 (2007)
3. J. Bousquin et. al., "Life Cycle Analysis in the Printing Industry: A Review", A Research Monograph of the Printing Industry Center at RIT, No. PICRM-2011-05 (2011).

PB-22 포스터학생

고용량 리튬이차전지 음극 소재로서 망간산화물이 담지된 다공성 탄소구체의 제조 및 전기화학적 특성 연구

염대훈, 최재호, 변우진, 이정규*

동아대학교 화학공학과

Manganese Oxide Loaded on Mesoporous Carbon Microsphere for High Energy Li-ion Battery Anodes.

DaeHoon Yeom, JaeHo Choi, WooJin Byun, Jung Kyoo Lee*

Department of Chemical Engineering, Dong-A University

모바일 IT기기의 전원 장치로서 사용되는 리튬 이차전지는 높은 에너지 밀도, 안정성과 긴 수명 등의 특성을 가지고 있어 소형 에너지 저장장치로 적합한 특성을 지니고 있다. 그러나 전기자동차, ESS(Energy Storage System)등과 같이 그 적용범위가 확장됨에 따라서 향상된 에너지 및 출력밀도, 고안정성 및 저가형 소재의 리튬 이차전지의 개발이 요구된다. 현재 상용 리튬 이차전지의 음극 소재로서 사용되는 흑연은 높은 충/방전 사이클 안정성을 지니고 있으나 낮은 이론용량 (372 mAh/g)과 제한된 출력특성을 가진다.

전이금속 산화물은 자원이 풍부하며 밀도가 높고 친환경적이며 높은 이론용량 700 ~ 1,200 mAh/g 으로 높아 리튬 이차전지용 음극소재로 개발될 잠재력이 높다. 그 중에서 망간산화물은 저장 전위가 0.5V 내외로 낮으며 가격 또한 저렴하다. 그러나 망간산화물은 다른 전이금속들과 같이 낮은 전기전도도와 충/방전시 부피팽창으로 인한 전극파쇄현상으로 인한 수명단축의 문제가 있다. 본 연구에서는 전극 활물질의 형태를 1 μm 이하의 구형으로 제조하여 전극의 코팅 밀도(에너지 밀도)를 최대화 하고자 하였다. 또한 전도성이 우수하면서 부피 팽창을 효과적으로 흡수할 수 있는 메조기공성 탄소구체 내부에 망간산화물 입자를 형성시켜 망간산화물이 담지된 탄소구체를 제조하여 고용량 리튬 이차전지 음극소재로서의 전기화학적 특성을 분석하였다.

참고문헌

1. Chae, C., H. Park, et al. . "A Li-ion battery using LiMn₂O₄ cathode and MnOx/C anode," J. Power Sources **244**: 214-221. (2013)
2. Chae, C., J. H. Kim, et al. "Highly reversible conversion-capacity of MnOx-loaded ordered mesoporous carbon nanorods for lithium-ion battery anodes," J. Mater. Chem., **22**(34): 17870-17877. (2012)

경방향족 탄화수소 제조를 위한
다환방향족 화합물의 선택적 수소화 연구

최예슬¹, 이지혜¹, 신재욱¹, 이정규^{1*}, 강동일², 강흥중², 송찬주²

¹동아대학교 화학공학과, ²S-Oil주식회사

Selective Hydrogenation of Naphthalenes for Light Aromatic
Hydrocarbons

Yeseul Choi¹, Jihye Lee¹, Jaekuk Sin¹, Jung Kyoo Lee^{1*},

Dong Il Kang², Heung Jung Kang², Chan-ju Song²

¹Department of Chemical Engineering, Dong-A University, ²S-Oil Corporation

벤젠, 톨루엔, 자일렌은 다양한 석유화학제품의 원료로 많이 사용되는 고부가 경방향족 탄화수소이다. 벤젠, 톨루엔, 자일렌은 대부분 정유/석유화학공정에서 납사의 개질반응이나, 가솔린 열분해 반응에 의해서 생산되는데 나프탈렌, 알킬 나프탈렌과 같은 다환방향족 탄화수소의 함량이 높은 정유/석유화학공정의 부산물을 이용하여 제조한다면 기존 공정보다 더 높은 경제성을 기대할 수 있다. 나프탈렌은 수소화 반응을 통해 열역학 화학평형에 의해 테트라린과 데칼린이 생성될 수 있는데, 높은 수율의 벤젠, 톨루엔, 자일렌을 얻기 위해서는 테트라린의 선택도가 높아야한다. 수소화 촉매의 활성을 조절함으로써 테트라린 선택도를 높일 수 있다. 나프탈렌은 선택적 수소화에 의해 하나의 벤젠고리와 하나의 납센고리를 가지는 테트라린으로 전환될 수 있고, 전환된 테트라린의 납센고리는 수소화 분해 반응을 거쳐 벤젠고리 1개에 알킬기가 치환된 경방향족 탄화수소로 전환될 수 있다. 본 연구에서는 나프탈렌과 메틸 나프탈렌을 모델 성분으로 하여 Mo₂C, Ni, Co, Pt등의 금속이 담지된 촉매상에서의 다환방향족 탄화수소의 선택적 수소화 반응에 대한 활성과 생성물의 선택도를 비교하였다. 또한, 테트라린을 모델 성분으로 한 분해반응에서 경방향족 탄화수소 제조를 위한 촉매 특성을 검토하였다.

참고문헌

1. Ardakani S. J., Smith K. J. et al. "Acidity and deactivation of Mo₂C/HY catalysts used for the Hydrogenation and ring opening of naphthalene," Applied Catalysis A, General 324, 9-19, (2007)
2. Pang M. and Liang C., "Activated carbon supported molybdenum carbides as cheap and highly efficient catalyst in the selective hydrogenation of naphthalene to tetralin," Green 14, 1272 - 1276, (2012)

산화처리된 활성탄을 이용한 초저유황 경유의 흡착탈황

Ho Hoang Phuoc, 이소연, 김재곤[†], 박조용[†], 우희철*
 부경대학교 화학공학과, [†]한국석유관리원

Adsorptive Desulfurization of Ultra-low Sulfur Diesel on Oxidized Activated Carbons

Hoang Phuoc Ho, So-Yun Lee, Jae-Kon Kim[†], Jo-Yong Park[†], Hee-Chul Woo*
 Pukyong National University, [†]Korea Institute of Petroleum Management

During the past decades much attention has been considered the desulfurization of diesel oil which is important as a source for the fuel cells to prevent the sulfur poisoning of both diesel steam reforming catalyst and electrode of fuel cell. Although alternative desulfurization techniques have been investigated, desulfurization for ultra-low-sulfur diesel (ULSD) is still changing. This research focuses on the desulfurization of commercial ultra-low sulfur diesel (ULSD) for fuel cell applications using activated carbon (AC) based adsorbents. Herein, the performance of five kinds of commercial ACs for desulfurization of ULSD were screened to find potential one and then it was modified by oxidation treatment with H₂O₂ or HNO₃. Effects of both treatment time and oxidant concentration on modified ACs are evaluated for their desulfurized performances. Desulfurization experiment is carried out in equilibrium system. Ultra trace sulfur analyzer equipment (NSX-2100V, Mitsubishi, Japan) was used to analyze total sulfur concentration in each fuel sample before and after desulfurizing.

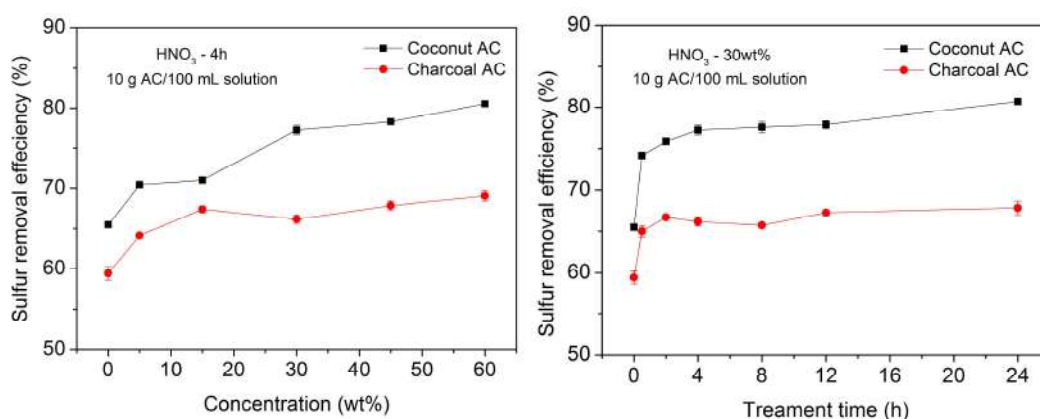


Figure. Effects of oxidant concentration and treatment time for preparation of oxidized ACs on the efficiency of desulfurization of ULSD (commercial diesel containing 6 ppmw S).

References

1. Song, C., "Fuel Processing for Low-temperature and High-temperature Fuel Cells: Challenges, and Opportunities for Sustainable Development in the 21st Century.", *Catal. Today*, 77(1-2), 17-49 (2002).

혐기성 발효 공정에서 수열처리한 알지네이트 농도가 유기산 생산에 미치는 영향

Hong Duc Pham¹, 전지윤², 이성찬¹, 허광선³, 송민경^{2*}, 우희철^{1**}

¹부경대학교 화학공학과, ²부경대학교 청정기술생산연구소, ³경남정보대학교 신소재응용화학계열

Effect of alginate concentration in hydrothermal pretreatment on volatile fatty acids production by anaerobic fermentation

Hong Duc Pham¹, Jiyun Seon², Seong Chan Lee¹, Kwangsun Huh³, Minkyung Song^{2*}, and
Hee Chul Woo^{1**}

¹Department of Chemical Engineering, Pukyong National University, Busan, Korea

²The Institute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University, Busan, Korea

³Department of Advanced Materials & Applied Chemistry, Kyungnam College University of
Information, Busan 617-701, Korea

*corresponding author (songmk@pknu.ac.kr) **corresponding author (woohc@pknu.ac.kr)

Recently, alginate, the most abundant polysaccharide in brown algae, approximately $34.5 \pm 1.0\%$ (dry weight) [1], is receiving increasing attention as an attractive renewable resource for producing biofuels. However, on account of chemical structure, its low solubility and degradation are the main drawbacks for biofuels production in anaerobic fermentation [2]. Hydrothermal treatment provides a method that is rapid for modifying the polymer properties without using harsh chemicals and has been used for hydrolysis of organic polymers such as cellulose, starch, and alginate [3]. In this study, the objective was to evaluate the effect of alginate concentration (20, 30, 40, and 50 g/L) in hydrothermal treatment on VFA production by anaerobic fermentation. Sodium alginate (80-120 mPa·s, Wako, Japan) was used as a microbial growth substrate. Anaerobically digested sludge was obtained from a municipal wastewater treatment plant in Busan, Korea and inoculated as seed cultures for alginate fermentation. The acidogenic fermentation using hydrothermal treated alginate was carried out in 200-mL working volume at 35°C and 120 rpm. After the hydrothermal treatment, the reduction in molecular weight was the same in each case. In addition, the rise in alginate concentration led to decrease in VFAs production. Alginate concentration of 20 g/L presented the highest TVFAs production (approx. 7.1 g/L).

References:

1. Obluchinskaya, E.D., "Comparative chemical composition of the Barents Sea brown algae," *Applied Biochemistry and Microbiology*, **44**(3), 305-309 (2008).
2. Jones, C.S. and S.P. Mayfield, "Algae biofuels: versatility for the future of bioenergy," *Curr Opin Biotechnol*, **23**(3), 346-351 (2012).
3. Aida, T.M., T. Yamagata, M. Watanabe, and R.L. Smith, "Depolymerization of sodium alginate under hydrothermal conditions," *Carbohydrate Polymers*, **80**(1), 296-302 (2010).

Antioxidant Activities Measurement of Brown Seaweed (*Sargassum honeri*) Hydrolyzate by Subcritical Water

Yin Shipeng¹, Hee-Chul Woo² and Byung-Soo Chun¹

¹ Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, 45 yongso-ro, Nam-gu, Busan 608- 737, Korea

*E-mail: bschun@pknu.ac.kr

² Department of Chemical Engineering, Pukyong National University, Busan 608-739, Korea

Seaweeds are potential renewable resource in the marine environment. Seaweed provides for an excellent source of bioactive compounds, such as carotenoid, dietary fiber, protein, vitamins, essential fatty acid, and minerals. Interestingly, seaweeds are a rich source of phytochemicals having anti-oxidant and antimicrobial properties. Among the functional effects of the seaweed, nutritional and health-related benefits have been widely studied. Most of seaweed has the anti-tumor, antifungal, anti-inflammatory, antioxidant and a wide range of biological activities. In this study, seaweed (*Sargassum honeri*) was extracted using an environmental friendly solvent, supercritical carbon dioxide (SC-CO₂). The SC-CO₂ will be carried out at constant temperature 40°C and pressures ranging from 15MPa. It will be produced by the subcritical water hydrolysis (SWH) with the reaction temperatures for hydrolysis will be maintained from 180 to 260°C. The SWH will be done with condition 16-220 bar for the reaction pressure and 1:25 (*w/v*) for the ratio of material to water. High pressure pump will be applied to flow water from tank to reactor for getting initial pressure 1 bar. The antioxidant activities produced will be determined by using the ABTS, TPC, TFC, and DPPH method.

PB-27 포스터학생

염분 변화에 따른 가스 하이드레이트의 상평형 이동에 관한 연구

김아람¹, 정국¹, 정재훈¹, 원용선¹, 이제근², 이태윤², 임준혁^{1*}

부경대학교 화학공학과¹

부경대학교 환경공학과²

Studies on the change of phase equilibrium of gas hydrate due to changes in salinity

A-ram Kim¹, Guk Jeong¹, Jae-Hoon Jung¹, Yong-Sun Won¹, Jea-Keun Lee², Tae-Yoon Lee², Jun-Heok Lim^{1*}

Department of chemical Engineering, Pukyong National University, Busan, Korea¹

Department of Environmental Engineering, Pukyong National University, Busan, Korea²

기존에 사용되어온 해수담수화방법은 많은 양의 화석연료를 사용하거나(증발법), 많은 전력을 소비를 하는 형태가 주를 이루었다.(RO) 따라서, 해수담수화 과정 중 위의 방법을 이용하지 않고 gas Hydrate 형성 원리를 이용하여 해수담수화 기술에 응용을 해보고자 한다.

Gas Hydrate는 낮은 온도와 높은 압력에서 물분자들의 격자구조로 이루어져 있으며, 이때 사용되는 객체가 스로는 메탄, 에탄, 프로판, SF₆, R-134a 등의 여러 가스가 사용되고 있다. 이때 만들어지는 gas Hydrate의 결합형태는 크게 구조 I, II, H의 3가지 형태로 구분이 된다. 예를 들어 구조 I의 경우에는 5각형 12개인 구조물(5¹²)이 2개와 5각형 12개, 6각형 2개인 구조물(5¹²6²)이 6개인 형태를 이루고 있다.

본 실험은 인공해수 중에서의 Gas Hydrate의 3상(액상(Lw)-Gas Hydrate(H)-기상(V))의 평형 조건을 측정하였다. 또한, 염의 농도에 따른 CO₂ 및 R-134a gas hydrate의 Lw-H-V의 3상 평형 조건이 어떻게 변화하는지도 알아보았다.

사사

“본 연구는 2013년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(가스하이드레이트 형성원리를 이용한 해수담수화 기반기술개발)”

참고문헌

1. Ballard A. L. and Sloan E., "Optimizing thermodynamic parameters to match methane and ethane structural transition in natural gas hydrate equilibria," Ann. N. Y. Acad. Sci., 912(1), 702-712(2006).
2. Fleyfel F. and Devlin J. P., "Carbon dioxide clathrate hydrate epitaxial growth: Spectroscopic evidence for formation of the simple type-ii carbon dioxide hydrate," J. Phys. Chem., 95(9), 3811-3815(1991).
3. Lee H., Lee C. S. and Kang J. M., "Carbon dioxide ocean sequestration using gas hydrate," JOURNAL-KOREAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS, 41(2), 135-146(2003).
4. Sloan E. D. and Koh C. A., Clathrate hydrates of natural gases, CRC Press LLC(2008).
5. 강민수, 김경희, 이주동, 홍상연, 신춘환, 이제근 and 김양도, "에너지자원: 가스하이드레이트와 Ro 를 포함한 해수담수화 기술," 한국환경과학회 정기학술발표회 발표논문집, 19(1), 532-531(2010).

추출제 D2EHPA와 TOPO를 Polyvinyl alcohol에 고정화한
PVA-D2EHPA/TOPO로 수중의 구리 이온 제거

박정민, 이민규* (부경대학교 화학공학과)

Removal of copper ion from aqueous solution by PVA-D2EHPA/TOPO
immobilized D2EHPA and TOPO with Polyvinyl alcohol

Jeong-Min Park, Min-Gyu Lee* (Department of Chemical Engineering, Pukyong National University)

산업 폐수 중 중금속 및 유해유기물을 함유하고 있는 특정폐수는 하루에 약 200만 톤 이상 배출되며, 폐수에 포함된 중금속 중 구리는 많은 산업분야에서 유출되고 있다. 중금속에 노출되면 생체 내에 축적되어 인간 생존을 위협하는 공해 물질로서 수질오염의 주요 원인이 되고 있다.

수중에 존재하는 유해 중금속을 제거하기 위해서 금속이온에 대해 높은 선택성과 높은 제거 효율을 가지는 액-액 추출법이 일반적으로 사용되고 있다. Saidi and Khalaf[1]은 추출제 D2EHPA와 TOPO를 함께 사용하여 우라늄을 제거하는 연구를 수행한 결과, 추출제 D2EHPA를 단일로 사용한 경우보다는 추출제 TOPO를 함께 사용할 경우에 추출제의 시너지 효과에 의해서 우라늄의 제거능이 증가한다고 보고하였다. 하지만 액-액 추출법은 수용액과 추출제의 분리가 어려울 뿐만 아니라, 분리하는 과정에서 추출제 및 유기 용매의 유출과 같은 문제가 발생될 수 있다.

최근에는 추출제를 다공성 구조의 고분자 매트릭스 내에 고정화하여 사용하는 연구가 시도되고 있다. Yang et al.[2]은 고분자 물질인 Polystyrene에 추출제 Aliquat 336를 고정화하여 중금속 Cr, Cd 및 Zn을 제거하는 연구를 수행하였으며, 고분자물질을 이용하여 추출제를 고정화하면 추출제가 유출되지 않으며, 반복 사용하여도 일정한 제거량을 가진다고 하였다.

추출제를 고분자 물질에 고정화하여 사용하는 경우에는 사용하는 고분자의 종류에 따라 고분자 매트릭스의 구조나 기공의 크기가 다르게 형성되며 이로 인해 고분자 매트릭스로의 용액의 유통 특성이 달라지므로 고분자물질의 선택이 중요하다. 고분자 물질 중 Polyvinyl alcohol(PVA)는 봉산과 가교결합을 하여 많은 기공이 형성되고, hydroxide group을 가지고 있는 친수성 고분자이기 때문에 물의 유통이 원활한 특성을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 PVA를 고정화 물질로 사용하여 시너지 효과를 가지는 두 종류의 추출제 D2EHPA와 TOPO를 함께 고정화시켜 PVA-D2EHPA/TOPO를 제조하였으며, SEM과 FT-IR로 PVA-D2EHPA/TOPO의 특성 분석을 하였다. 또한 제조한 고상추출제를 이용하여 회분식 실험을 통해 구리 이온의 제거 특성을 살펴보았으며, 속도모델, 등온식, pH의 영향에 대해 연구하였다.

결과 및 고찰

추출제 D2EHPA와 TOPO를 고분자 물질인 PVA에 고정화 하여 고체 추출제를 제조하였으며, SEM과 FT-IR분석을 통하여 고상추출제에 추출제가 효과적으로 고정화됨을 확인하였다. 초기 구리 이온의 농도를 변화시켜 PVA-D2EHPA/TOPO의 구리 이온의 제거 특성을 살펴보았으며, 평형 실험 결과 Langmuir 등온식에 잘 적용되었고 최대 제거량은 16.4 mg/g으로 계산되어졌다.

참고문헌

1. Saidi, M. and Khalaf, H., "Using Microemulsion for Recovery of Uranium from Phosphoric Acid of Annaba (Algeria)", *Hydrometallurgy*, **74(1)**, 85-91, (2004).
2. Yang, W. W., Luo, G. S., and Gong, X. C., "Extraction and Separation of Metal Ions by a Column Packed with Polystyrene Microcapsules Containing Aliquat 336", *Separation and Purification Technology*, **43**, 175-182 (2005).

라만 분광학과 분자모델링을 이용한 해수 내의 붕소 제거에 관한 연구

엄기현, 김민경, 원용선*
부경대학교 화학공학과

A Combined Study of Raman Spectroscopy and Molecular Modeling on the Boron Removal from Seawater

Ki Heon Eom, Min Kyung Kim, Yong Sun Won*
Department of Chemical Engineering, Pukyong National University, Busan, Korea

서론

해수 내 붕소의 농도는 약 4~5ppm이다. 그러나 세계보건기구(WHO)에 따르면 붕소는 인체 및 식물의 성장에 좋지 않은 영향을 끼치는 것으로 알려져 있으며 그에 따라 식수 중 붕소의 농도를 0.5ppm 이하로 유지할 것을 권고하고 있다.

일반적으로 수용액 중의 붕소는 낮은 pH에서의 $B(OH)_3$ 와 높은 pH에서의 $B(OH)_4^-$ 의 형태를 가진다. $B(OH)_3$ 는 역삼투막에서 물과 함께 확산될 가능성이 높은 반면 $B(OH)_4^-$ 는 역삼투막에서 제거가 될 수 있으나 이후의 음용수로 만들기 위한 pH 조절이 이루어져야 한다. 그러나 $B(OH)_3$ 를 폴리올과 착화합물을 형성하여 분자의 크기를 증가시킨다면 해수의 pH를 크게 변화시키지 않고 역삼투막에서 붕소를 제거시킬 수 있게 된다.

본 연구는 분자모델링을 이용한 이론적인 라만 피크 예측, 실제 실험으로서 pH에 따른 붕소의 형태 변화와 붕소 · 폴리올 착화합물의 라만 분석 결과를 비교함으로써 진행하였다.

사사

“본 연구는 2013년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(가스하이드레이트 형성원리를 이용한 해수담수화 기반기술개발)”

참고문헌

1. N. Hilal, G.J. Kim, C. Somerfield, “Boron removal from saline water: A comprehensive review”, *Desalination*, **273**, 23-35 (2011).
2. N. Geffen, R. Semiat, M.S. Eisen, Y. Balazs, I. Katz, C.G. Dosoretz, “Boron removal from water by complexation to polyol compounds”, *Journal of Membrane Science*, **286**, 45-51 (2006).
3. M. Taniguchi, Y. Fusaoka, T. Nishikawa, M. Kurihara, “Boron removal in RO seawater desalination”, *Desalination*, **167**, 419-426 (2004).
4. R. E. Zeebe, A. Sanyal, J. D. Ortiz, D. A. Wolf-Gladrow, “A theoretical study of the kinetics of the boric acid-borate equilibrium in seawater”, *Marine Chemistry*, **73**, 113-124 (2001).

톨루엔, 아세톤, 메틸메르캡탄으로 구성된 2성분 증기의 광촉매 분해특성

전진우, 이민규*
부경대학교 화학공학과

Photocatalytic Decomposition Characteristics of Binary Vapors Consisted of Toluene, Acetone, and Methyl Mercaptan

Jin-Woo Jeon, Min-Gyu Lee*
Department of Chemical Engineering, Pukyong National University.

서론

최근 급속한 산업화와 도시화 그리고 대규모 가축시설이 증가함으로써 대기오염물질의 발생이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 것으로 알려져 있다. 이러한 대기오염물질은 방향족, 케톤류, 황 화합물 등으로 분류할 수 있다. 방향족 물질 중 톨루엔은 분해가 어렵고, 톨루엔 증기가 인체로 흡입되는 경우에 현기증, 구토, 두통 등을 일으키며[1], 케톤류 물질 중 아세톤은 산업체에 유기용매로 많이 쓰이고 눈에 심각 자극을 일으키고 호흡기를 통해 유입되어 중추신경기능의 저하를 일으킨다. 그리고 황화합물 중 메틸메르캡탄은 0.002 ppm 정도의 아주 낮은 농도에서도 냄새가 나며 높은 농도에서는 심각한 독성을 나타낸다. 화학공장이나 하수처리장과 같은 산업체에서 배출되는 기체에서는 톨루엔, 아세톤, 메틸메르캡탄 등의 물질이 혼합되어 배출되며, 이들 물질은 상호간의 제거에 영향을 미치게 된다.

대기오염물질의 처리방법으로는 응축, 활성탄흡착, 연소, 바이오필터 그리고 광촉매 분해 등이 사용되어 오고 있으며, 이 중 광촉매 분해는 운전비가 저렴하며, 광촉매에 빛을 쬐어주는 것만으로도 분해가 가능한 환경 친화적인 기술이다.

따라서 본 연구에서는 방향족 물질인 톨루엔, 케톤류 물질인 아세톤 그리고 황화합물질인 메틸메르캡탄이 단독으로 존재하는 경우와, 이들 증기가 서로 혼합된 2성분 증기의 경우에 제거특성과 상호간에 미치는 영향을 살펴보고, 상대습도와 산소농도의 변화에 따른 각 물질의 분해특성에 대해 검토하였다.

실험결과 및 고찰

본 연구에서 사용한 실험 장치는 반응기 내에 TiO_2 를 코팅한 다공성 평판을 나선형으로 삽입하였다. 그리고 반응기의 전반부에는 2개의 16 W $\text{UV}_{254+185\text{nm}}$ 를 설치하였으며, 후반부에는 2개의 16 W $\text{UV}_{254\text{nm}}$ 를 설치하여 사용하였다. Fig. 1은 유량이 3 L/min, 유입농도가 50 ppmv인 일정조건에서 톨루엔, 아세톤, 메틸메르캡탄의 제거효율을 비교하여 나타낸 것이며, 이 때 제거효율은 메틸메르캡탄>아세톤>톨루엔 순으로 나타났다.

PSf/D2EHPA/CNT 비드의 제조 및 스트론튬 이온의 제거특성

전진우, 김성학, 이민규* (부경대학교 화학공학과)

Preparation of PSf/D2EHPA/CNT Beads and Removal Characteristics of Strontium Ions

Jin-Woo Jeon, Sung-Hak Kim, Min-Gyu Lee*

Department of Chemical Engineering, Pukyong National University

서론

최근 일본에서는 원자력발전소 사고로 많은 양의 방사능 오염물질이 토양이나 해수 등으로 유출되어 환경에 큰 피해를 가져왔다. 방사능 오염물질 중 스트론튬 이온은 용해성이 높아 수중에서 오랫동안 잔류하고 생물 독성을 가지고 있으며, 인체 내에서 화학적 유사성을 가지는 칼슘 이온과 치환되어 빈혈, 백혈병 등의 질병을 유발시키는 물질로 알려져 있다.

추출제 중 di-(2-ethylhexyl)phosphoric acid(D2EHPA)는 유기산 계열의 추출제로써 수중의 금속 이온을 제거하는데 높은 효율과 선택성을 가지는 것으로 알려져 있어, 구리, 아연, 납 등의 금속 이온 제거에 상업적으로 널리 사용되고 오고 있다[1]. 그리고 흡착제 중 CNT는 그래핀 시트에 탄소원자가 육각형 배열을 이루고 있어 다른 물질과 강한 상호작용을 일으키며, 비표면적이 크기 때문에 중금속 이온과 유기화합물에 대해 높은 흡착능을 가진 것으로 알려져 있어 이에 대한 연구가 주목되고 있다.

본 연구에서는 polysulfone(PSf)으로 D2EHPA와 CNT를 고정화한 비드를 제조하였고, SEM, FT-IR, TGA 분석을 통해 제조한 비드의 특성을 살펴보았으며, pH와 농도를 달리하여 실험을 수행하였다.

실험결과 및 고찰

본 연구에서는 PSf를 1-Methyl-2-pyrrolidone에 넣어서 녹인 후 D2EHPA와 CNT를 일정량 넣고 에탄올과 증류수 혼합액에 떨어뜨려 제조하였으며, 스트론튬 이온의 농도는 원자흡광광도계(Shimadzu, AA-7000)를 사용하여 분석하였다.

Fig. 1은 PSf/D2EHPA/CNT 비드의 Scanning Electron Microscopy(SEM, XL20, Philips)를 분석한 결과를 나타낸 것이다. PSf/D2EHPA/CNT 비드의 외형을 나타낸 것으로 비드의 직경이 3 mm인 구형으로 형성되었다. 그리고 제조한 PSf/D2EHPA/CNT 비드는 다공성 구조로 형성되는 것을 알 수 있었다.

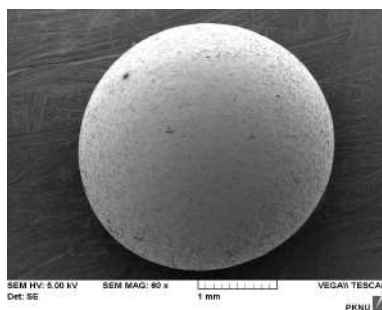


Fig. 1. SEM image of outer shape of PSf/D2EHPA/CNT bead.

참고문헌

1. Belkhouche, N. E., Didi, M. A., and Vellemin, D., "Separation of Nickel and Copper by Solvent Extraction using Di-2-ethylhexylphosphoric Acid-based Synergistic Mixture", *Solvent Extr. Ion Exc.*, **23**, 677-693 (2005).

PSf/Al(OH)₃ 비드의 제조 및 불소 이온의 제거특성

전진우, 이민규*
부경대학교 화학공학과

Preparation of PSf/Al(OH)₃ Beads and Removal Characteristics of Fluoride Ions

Jin-Wo Jeon, Min-Gyu Lee*

Department of Chemical Engineering, Pukyong National University.

불소는 자연적으로 지각에 존재하는 원소이기도 하지만 열 발전소나 고무, 비료, 반도체 제조업 그리고 전기도금 산업체 등에서 많이 발생하는 물질 중의 하나이다. 불소는 자연적으로 분해가 어렵기 때문에 지하수나 토양에 유출되어 환경을 오염시키고 불소가 포함된 음용수나 음식물을 섭취하는 경우에 간과 신장 등에 기능장애를 일으키는 인체에 유해한 물질이다.

폐수 중에 함유되어 있는 불소를 처리하는 방법은 칼슘화합물을 사용하는 응집·침전법이 가장 보편적으로 사용되고 있으나 많은 양의 응집제를 사용해야 한다는 단점이 있다. 또한 막여과, 전기응집, 부상, 이온교환수지 그리고 흡착의 방법들이 사용되고 있으나, 이 중에서 흡착은 비용이 저렴하고 적은 에너지가 요구되며, 환경 친화적이고 유지관리가 쉽다는 장점이 있다.

불소를 제거하기 위한 흡착제로 알루미늄, 철, 세슘과 같은 금속산화물은 가격이 저렴하고 불소에 대해 높은 친화력을 가지고 있다. 많은 연구자들은 이러한 흡착제를 다른 물질에 함침시켜 사용하고 있으나, 분말형태의 흡착제를 함침시켜 사용하는 경우에는 흡착량이 감소되고 함침량이 제한적이며, 함침된 금속산화물은 유출이 일어날 수 있다.

최근에는 고분자 물질인 polysulfone(PSf)으로 인산 지르코늄을 고정화한 비드를 사용한 경우에 수중의 중금속 이온을 효과적으로 제거할 수 있었다고 하였다[1]. PSf는 열적, 화학적 그리고 기계적 안정성을 가지고 있어 알루미늄 수산화물을 고정화하는데 유용한 고분자 물질로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 PSf로 Al(OH)₃를 고정화한 비드를 제조하여 불소의 제거특성을 검토하였다. 실험 자료를 Langmuir 흡착 등온식과 내부입자확산 속도식에 적용하여 검토하였으며, 공존이온과 pH 변화에 따른 영향을 살펴보았다.

본 연구에서는 Al(OH)₃ 분말을 합성하여 사용하였으며, 흡착제를 제조하기 위하여 PSf를 1-Methyl-2-pyrrolidone에 넣어서 녹인 후 Al(OH)₃ 분말을 일정량 넣고 에탄올과 증류수 혼합액에 떨어뜨려 제조하였다. 채취한 시료는 이온크로마토그래피(Ion Chromatography, Dionex, ICS-90)를 사용하여 불소 이온의 농도를 분석하였다. 제조된 PSf-Al(OH)₃ 비드에 의한 불소 이온의 제거 실험에서 불소 이온의 초기 농도를 25-400 mg/L로 달리한 경우에 농도가 증가함에 따라 불소 이온의 흡착량이 증가하는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Ma, X., Li, Y., Li, X., Yang, L., and Wang, X., "Preparation of Novel Polysulfone Capsules Containing Zirconium Phosphate and Their Properties for Pb²⁺ Removal from Aqueous Solution". *J. Hazard. Mater.*, **188**(1), 296-303 (2011).

석탄 바이오매스 혼소에 따른 연소 특성 연구

Lkhagvadorj Shagdarsuren, 김상인, 이병화, 전충환[†]
부산대학교 기계공학부, 부산대학교 화력발전에너지분석기술센터

Combustion Characteristics on Co-firing of Biomass and Coal

Lkhagvadorj Shagdarsuren, Sang-In Kim, Byoung-Hwa Lee, Chung-Hwan Jeon[†]
Department of Mechanical Engineering, Pusan National University,
Pusan Clean Coal Center

세계는 전체 에너지 수요의 약 80%를 화석연료에 의존하고 있으며 화석연료 중 약 50%는 석탄에 의존하고 있다. 최근 RPS(Renewable Portfolio Standard) 의무실시제에 따른 바이오매스 사용은 점차 증가하고 있다. 따라서 본 연구에서는 석탄과 바이오매스의 혼소를 통해 나타나는 연소 특성을 TGA (Thermogravimetric analyzer)와 DTF(Drop tube furnace)를 사용하여 나타내었다. 본 연구에서 사용된 혼소 조건은 석탄에 biomass를 열량기준으로 5%, 10%, 15%, 20%, 30% 혼소하여 Biomass blending ratio (BBR)를 증가시켰다. 고정층인 TGA은 공기 분위기에서 Heating rate은 10 °C/min 이고, 900 °C 까지 증가시켰다. 유동층인 DTF는 feeding rate 은 0.3g/min이고, 주위 분위기 온도는 1300 °C에서 실험을 수행하였다. 본 연구의 결과는 고정층에서 바이오매스의 함량을 증가시켰을 때에 반응성은 점차 커져가는 것을 볼 수 있었다. 그렇지만 분류층에서 바이오매스의 혼소량을 증가시켰을 때에 10%까지는 반응성이 증가하는 것을 볼 수 있지만 20%이후에는 오히려 반응성이 감소하는 것을 볼 수 있었다. 이는 바이오매스의 혼소량이 증가함에 따라서 급격한 연소로 인하여 초기에 산소 결핍현상으로 인하여서 주위 석탄에 영향을 주고 있다는 것을 볼 수 있다. 따라서 바이오매스를 발전소에 공급할 때에 10%정도가 최적의 혼소량임을 알 수 있다. 이 같은 결과는 발전소에 바이오매스를 혼소할 때에 매우 유용한 정보가 될 수 있을 것이다.

Phenothiazine-Phthalimide계 전도성 고분자의 합성 및 치환된 Alkyl Side-chain이 OPV device 특성에 미치는 영향

유한솔, 윤대희, 우제완, 박용성*
상명대학교 공업화학과

Synthesis and Characterization of Conjugated Polymers Containing Phenothiazine and Phthalimide: Effect of Alkyl Side-chain on the OPV Device Performance

Han-Sol Yoo, Dae-Hee Yun, Je-Wan Woo, Yong-Sung Park*

Department of Industrial Chemistry, College of Nature Sciences, Sangmyung University

최근 화석연료의 부족과 고유가 정책 그리고 지구온난화와 같은 환경문제의 심화로 환경친화적이며 재생가능한 에너지원 개발의 중요성이 대두되고 있다. 대표적으로 수력, 풍력, 바이오매스, 지열과 같은 재생 가능한 에너지원의 개발이 활발히 진행되고 있으며 그 중 하나가 태양열 에너지이다[1]. 현재 가장 널리 사용되고 있는 태양열 에너지 기술은 실리콘 태양전지이다. 실리콘 태양전지의 광전변환효율은 최대 20 % 수준으로 산업용, 가정용으로 사용되는 것을 흔히 볼 수 있다. 그러나 무기물을 이용한 기술이기 때문에 원재료의 가격이 비싸고 유연성이 낮으며 무겁다는 한계점이 존재한다. 이러한 한계를 개선하기 위해 연구되고 있는 기술이 유기태양전지 (organic photovoltaics, OPV)이다[2]. 유기태양전지의 경우 실리콘 태양전지와 달리 유기물을 이용하여 전기를 생산하기 때문에 원가를 절감할 수 있고 소자의 형태를 다양하게 제작할 수 있으며 가벼워 보다 다양한 분야에 적용할 수 있다[3]. 하지만 현재까지 연구된 OPV 소자의 광전변환효율은 11.3 %정도에 불과하여 효율 향상을 위한 연구가 지속적으로 이뤄지고 있다. OPV의 고효율화를 위해서는 넓은 범위의 태양광을 흡수할 수 있는 low band-gap과 높은 개방전압 (open-circuit voltage, V_{oc})을 나타내기 위한 low HOMO energy level 을 갖는 전도성 고분자의 개발이 필요하다. 또한 용액공정에 적합한 용해도를 갖게 하는 side chain과 적절한 conjugation length의 확보를 위한 중합도에 관한 연구도 필요하다[4].

본 연구에서는 OPV 특성 향상을 위해 광활성층의 donor material로써 낮은 band-gap과 HOMO energy level을 갖는 전도성 고분자를 합성하였고 광학적, 전기화학적 특성과 모폴로지, 광전변환효율을 측정 및 분석하였다. 합성한 고분자는 낮은 HOMO energy level을 갖는 phenothiazine과 phthalimide를 기본 골격으로 디자인하였으며 고분자의 용해도 향상을 위해 고분자의 backbone에 다양한 alkyl side chain을 도입하였고 광전변환효율에 미치는 영향을 확인하였다. 고분자의 광학적, 전기화학적 특성 분석결과 optical bandgap energy가 2.06 ~ 2.17 eV으로 계산되었고 UV-Vis spectra에서 300 ~ 600 nm의 영역에서 흡수가 일어나는 것을 확인하였다. 또한 HOMO energy level은 -5.08 ~ -5.54 eV으로 나타났으며 각 고분자를 적용한 device의 광전변환효율 측정 결과 dodecyl chain이 도입된 PDdPTZ-TPT가 0.91 % ($V_{oc} = 0.66$ V, $J_{sc} = 3.6$ mA/cm², FF = 38.6 %)으로 가장 높게 나타났다.

Reference

- [1] Lee, J.Y., Lee, S.M., Song, K.W., Moon, D.K., Eur. Polym. J., 48(3), 532-540 (2012).
- [2] Chen, G.Y., Chen, Y.H., Chou, Y.J., Su, M.S., Chen, C.M., Wei, K.H., Chem. Commun., 47(17), 5064-5066 (2011).
- [3] Ahmed, E., Kim, F.S., Xin, H., Jenekhe, S.A., Macromolecules, 42, 8615-8618 (2009).
- [4] Gunes, S., Neugebauer, H., Sariciftci, N.S., Chem. Rev., 107(4), 1324-1338 (2007).

PB-35 포스터학생

C5 유분을 활용한 di(2-ethylhexyl)-5-norbornene-2,3-dicarboxylate의 합성 및 가소제로의 특성 분석

윤대희, 유한솔, 박용성, 우제완* (상명대학교 공업화학과)

Synthesis and Plasticity Characteristics of Di(2-ethylhexyl)-5-norbornene-2,3-dicarboxylate using C5-fraction

Dae-Hee Yun, Han-Sol Yoo, Yong-Sung Park, Je-Wan Woo*

Department of Industrial Chemistry, Sangmyung University

가소제는 고분자를 가공하는 데 있어서 매우 중요한 첨가제 중 하나로서 고분자 물질에 첨가되어 가소성을 부여하고, 물리적 성질을 변화시켜 우수한 성질을 갖도록 보조한다. 이 중 범용 가소제인 프탈레이트계 화합물은 특히 PVC를 부드럽게 하기 위해 1930년대부터 사용되기 시작하였다. 그러나 세계 각국은 diethylhexyl phthalate (DEHP) 등 6종의 프탈레이트계 가소제가 인체에 유해하다는 잠정결정을 내리고 1999년부터 환경호르몬으로 규정지은 후 여러 분야에서 규제되기 시작하였다. 본 연구에서는 프탈레이트계 화합물의 독성에 따른 문제점을 보완하고자 인체에 유해한 가능성을 지니고 있는 육각형 고리를 대신하여 오각형 고리구조를 도입하여 친환경적인 신규 가소제 후보물질을 설계하고 합성하였다. 또한 cyclopentadiene (CPD)을 출발물질로 한 norbornene계 화합물을 이용함으로써 C5유분의 부가가치를 향상시킬 수 있다.

Di(2-ethylhexyl)-5-norbornene-2,3-dicarboxylate (DEHNDA)의 합성은 CPD와 maleic anhydride를 Diels-Alder reaction으로 반응시켜 5-norbornene-2,3-dicarboxylic acid (NDA)를 제조한 후 2-ethylhexanol과 titanium 촉매 하에서 esterification하여 얻는다. 합성된 화합물은 ¹H-NMR과 GCMS를 통해 확인하였다.

합성한 화합물의 가소제로서의 물성 확인은 이소프렌 고무와 PVC에 적용하여 범용 가소제인 DOP와 비교하여 분석하였다. 이소프렌 고무에의 적용기준은 ASTM 3403에 의거하여 DEHNDA와 DOP를 각각 고무와 배합하여 시편을 제작하였다. 제작된 시편으로 경도, 비중, 인장강도, 신장률 등의 물성을 측정하였고, 레오미터 측정으로 얻은 토크값 및 스코치 시간으로 시편의 가공성을 확인하였다. 또한 무니점도를 측정하여 고무강도 보강을 위한 충진제 적용 가능성을 판단하였다. 또한 DEHNDA 및 DOP의 PVC와의 적용은 PVC (P-1000, (주)한화케미칼), 안정제 등을 배합하여 시편을 제작하였다. 시편은 Hobart mixer를 사용하여 120°C에서 15분 동안 blending 한 후 170°C에서 5분 동안 roll milling 하였다. 그런 다음 180°C에서 12분간 press하여 1mm의 두께로 제작되었다. 제작된 시편의 물성확인을 위해 경도, 인장강도, 연신율을 확인하였고, 광투과도와 착색의 정도를 DOP와 비교하여 분석하였다.

DEHNDA의 가소제로서의 적용결과는 고무에의 적용하였을 때 DOP를 적용한 결과보다 무니점도는 저하되고, 스코치 시간은 짧았다. 이는 같은 양의 가소제를 투입하였을 경우 DOP보다 고무와의 배합이 용이하고, 가공공정 안정성 측면에서 유리하다는 것을 의미한다. 또한 PVC에 적용 시 인장강도와 경도는 DOP를 적용한 경우보다 더 높았으며, 연신율 또한 높은 수치를 얻었다. 이는 DEHNDA가 가공성이 우수하다는 것을 나타낸다. 또한 착색 시험에서는 DOP 보다 투과율은 떨어지고 탁도는 높은 수치를 나타내는 것으로 보아 필름의 투명성이 DOP를 적용 한 경우보다 저하된 것을 확인하였다. 종합적으로 합성한 DEHNDA는 이소프렌 고무와 PVC에서의 DOP의 물성에 준하는 가소제 후보물질로 판단할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 산업원천개발사업(과제번호:10035187)의 연구비 지원으로 수행되었다.

Synthesis of 2,5-furandicarboxylicacid (FDCA) and its di-ester from galactaric acid

Nhan Huynh Thanh Thien,^{1,2} Jin Ku Cho *^{1,2}

1 Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

2 University of Science and Technology (UST)

2,5-Furandicarboxylicacid (FDCA) is a carbohydrate-based renewable chemical with applications in pharmaceutical chemistry as a chelating agent and potentials in the polymer field as a substitution for terephthalic, isophthalic, and adipic acid. In recent years, the production of FDCA from biomass resources has been studied: mostly focused on catalyzed oxidative dehydration of monosaccharides (e.g: fructose) and selective oxidation of 2,5 disubstituted furans (e.g: 5-Hydroxymethylfurfural - HMF). In this research we studied the multiple-step synthesis of FDCA and its di-ester from galactaric acid (also known as mucic acid) using homogeneous acid catalysts. Different reaction conditions, catalysts and solvents were applied in order to achieve the highest transformation. However, a few technical barriers in the process, including selective dehydration and cyclization, have yet been overcome.

Keywords: 2,5-Furandicarboxylicacid (FDCA), 5-hydroxymethylfurfural (HMF), galactaric acid, dehydration, cyclization

수용액 상에서 MnO_2 에 담지된 루테늄 촉매에 의한 5-히드록시메틸-2-푸르푸랄(HMF)의 산화반응

문다솜,^{1,2} 설용건,² 조진구^{3,1}
한국생산기술연구원,¹ 연세대학교²

고유가시대와 온실가스로 인한 기후변화에 대응하여 비가역 화석자원을 재생 및 지속사용이 가능한 바이오매스 자원으로 대체하기 위한 많은 노력이 이루어지고 있다. 이러한 맥락에서 석유에 전적으로 의존하고 있는 범용 화합물들을 바이오매스로부터 제조하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 중 바이오매스 유래 탄수화물의 탈수화반응을 통해 얻어지는 HMF는 다양한 방향족 화합물로의 전환이 가능한 플랫폼 화합물로 각광을 받고 있다. 본 연구에서는 MnO_2 지지체 위에 분자레벨로 분산된 Ru(OH)를 제조하고, 이를 HMF의 산화반응의 불균일 촉매로 적용하였다. 또한 용매와 염기에 따른 HMF 산화생성물의 선택성에 대한 고찰하였는데, 톨루엔과 같은 소수성 용매를 사용하였을 경우, Ru(OH)/ MnO_2 촉매는 실온과 상압의 산소조건 하에서 HMF를 DFF (2,5-diformylfuran)로 선택적으로 산화시키는 것을 확인하였고, 수용액 상에서는 Ru(OH)/ MnO_2 촉매의 산화능력이 강화되어 HMF가 FFCA (5-Formyl-2-furancarboxylic Acid)까지 산화되는 것을 확인할 수 있었다.

Keywords: 5-Hydroxymethyl-2-furfural (HMF), 5-formyl-2-furancarboxylic acid (FFCA), 2,5-diformylfuran (DFF), ruthenium, manganese oxide

PB-38 포스터학생

바이오매스 유래물질의 맞춤형 탈수반응을 위한 비시널 디올로부터 에폭사이드 유래 물질 생성

김태용, 백자연, 송찬경, 윤양식, 박대성, 한정우[†], 이종협*

서울대학교 화학생명공학부 에너지환경화학융합기술 전공, 서울시립대학교 화학공학과

Production of Epoxide Derivatives from Vicinal Diols for Tailored dehydration of biomass derived feedstocks

Tae Yong Kim, Jayeon Baek, Chyan Kyung Song, Yang Sik Yun, Dae Sung Park, Jeong Woo Han[†], Jongheop Yi*

World Class University Program of Chemical Convergence for Energy & Environment, School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University, [†]Department of Chemical Engineering, University of Seoul

탈수반응은 과도하게 많은 산소를 제거하거나 원하는 기능기를 얻기 위해서 바이오매스 유래물질의 전환에 상당히 많이 이용되어 왔다. 현재 이 바이오매스 유래물질의 탈수반응에는 황산, 염산과 같은 무기산을 비롯하여 제올라이트로 대표되는 알루미늄실리케이트 계열의 고체산들이 주로 이용되어 왔다. 하지만 바이오매스로부터 얻을 수 있는 building block 화합물들이 제한되어 있다는 것을 고려하여 보았을 때, 산촉매만을 이용하는 탈수반응은 반응경로가 한정되어 있다는 면에서 바이오매스로부터 고부가가치 화합물을 뽑아내는데 걸림돌이 될 수 있다. 따라서 바이오매스 유래물질을 기존의 산촉매반응과 다른 경로를 통해 새로운 화합물을 생산할 수 있는 탈수반응의 발견은 바이오매스의 전환에서 중요한 요소를 차지한다.

이 연구는 바이오매스 유래물질에 풍부한 비시널 하이드록실 기(vicinal hydroxyl group)로부터 탈수반응을 통해 에폭사이드 유래물질을 생산할 수 있는 새로운 탈수반응에 대한 것이다. 비시널 하이드록실 기를 갖는 물질로서 1,2-에탄디올(에틸렌 글리콜), 1,2-프로판디올, 2,3-부탄디올에 대해 연구되었으며, 각각 탈수반응을 통해 에틸렌옥사이드, 프로필렌옥사이드, 부틸렌옥사이드를 생산하였다. 이와 같은 에폭사이드 물질의 형성은 기존의 산촉매와 비교하여 큰 장점을 가진다. 2,3-부탄디올을 기준으로 봤을 때 산촉매의 경우 메틸에틸키톤, 이소부틸알데히드와 같은 안정적인 키톤기를 갖는 물질의 생성으로 인해 더 이상의 전환이 힘들지만, 이와 대비하여 부틸렌옥사이드는 높은 반응성을 지니므로 추가적인 반응이 훨씬 용이하게 된다. 이 연구에서는 이러한 장점을 보이기 위해 2,3-부탄디올로부터 1,3-부타디엔을 생성하기 위한 새로운 촉매반응경로에 대해서도 보고한다. 이 촉매반응경로는 2,3-부탄디올을 부틸렌옥사이드로, 부틸렌 옥사이드를 3-부텐-2-올로, 마지막으로 3-부텐-2-올을 1,3-부타디엔으로 전환하는 3개의 반응으로 이루어져있다. 각각의 반응이 모두 높은 선택도로 이루어지고, 2,3-부탄디올이 바이오매스 유래물질이기 때문에 이 공정은 1,3-부타디엔을 2,3-부탄디올로부터 생산할 수 있는 가능성을 지니고 있다. 이 뿐만 아니라, 비시널 하이드록실 기는 바이오매스 및 바이오매스 유래 물질에 매우 풍부한 기능기이므로 여기서 연구된 새로운 탈수반응은 다양한 바이오매스의 전환에 유용할 것이다.

패턴화를 통한 고전압 슈퍼커패시터 시스템

남인호, 김길표, 박수민, 한정우[†], 이종협*

서울대학교 화학생물공학부, [†]서울시립대학교 화학공학과

High voltage supercapacitor systems using novel patterning approach

Inho Nam, Gil-Pyo Kim, Soomin Park, Jeong Woo Han[†], Jongheop Yi (10 point)

School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University, [†]Department of Chemical Engineering, University of Seoul

현재까지의 에너지 저장 장치 연구는 그 성능을 증가시키기 위하여 표면적을 증가시키거나 전도성을 향상시켜 장치에 충전되는 전하량을 늘리거나 전하 이동 능력을 향상시키는 방식으로 진행되었다. 그러나 에너지 저장 장치의 실질적인 에너지 및 출력특성은 전류 및 전하의 양 이외에도 전압 특성과 밀접한 관계를 갖는다.

$$P=VI \quad (1)$$

$$E=VIt \quad (2)$$

전압의 증가는 에너지 및 출력 특성의 증가 이외에도 장치의 heat를 감소시키는 역할을 갖는다. 같은 출력이 필요한 장치에 높은 전압의 에너지 저장 장치를 이용하게되면 사용되는 전류가 감소하며 따라서 heat으로 소모되는 energy를 줄일 수 있다.

$$Q=I^2R \quad (3)$$

Heat의 감소는 에너지 저장 장치의 성능 증가와 안정성 증가를 동시에 만족시키며, 따라서 높은 전압을 갖는 에너지 저장 장치는 전기자동차 등에 필요한 고용량, 고안정성 에너지 저장 장치로 활용될 수 있다.

이러한 장점에도 불구하고, 에너지 저장 장치의 전압 증가에 대한 연구는 전극물질의 표준전극전압 및 전해질의 분해 전압에 의해 제한되어 거의 이루어지지 않았으며, 고전압이 필요한 전기장비의 가동은 기존 에너지 저장 장치의 bulk한 직렬 stack을 이용하여 이루어져왔다. 이 연구에서는 isolated electrode를 이용한 새로운 micro supercapacitor system을 도입하여 전해질의 분해 없이 높은 전압을 갖는 supercapacitor cell 을 개발하였다.

참고문헌

1. Wang, K., Zou, W., Quan, B., Yu, A., Wu, H., Jiang, P., and Wei, Z., "An All-Solid-State Flexible Micro-supercapacitor on a Chip," *Adv. Energy Mater.*, **1**, 1068-1072 (2011).
2. Xiao, X., Li, T., Yang, P., Gao, Y., Jin, H., Ni, W., Zhan, W., Zhang, X., Cao, Y., Zhong, J., Gong, L., Yen, W.-C., Mai, W., Chen, J., Huo, K., Chueh, Y.-L., Wang, Z. L., and Zhou, J., "Fiber-Based All-Solid-State Flexible Supercapacitors for Self-Powered Systems," *ACS Nano*, **6**(10), 9200-9206 (2012).
3. Xu, Y., Lin, Z., Huang, X., Liu, Y., Huang, Y., and Duan, X., "Flexible Solid-State Supercapacitors Based on Three-Dimensional Graphene Hydrogel Films," *ACS Nano*, **7**(5), 4042-4049 (2013).

3차원 중형기공 탄소물질의 개발 및 목질계 바이오매스 전환을 통한 당알코올 생산기술에의 응용

박대성, 윤다님, 윤양식, ¹김우식, 이종협*

서울대학교 화학생명공학부 에너지환경화학융합기술 전공, ¹경희대학교 화학공학과

Synthesis of 3D mesoporous carbon material and application for the conversion of woody biomass to the sugar alcohols

Dae Sung Park, Danim, Yun, Yang Sik Yun, ¹Woo-Sik Kim, Jongheop Yi*

World Class University program of Chemical Convergence for Energy & Environment, School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

¹Department of Chemical Engineering, Kyung Hee University

목질계 바이오매스는 비식용 바이오매스 자원으로서 이를 활용한 고부가가치 화합물로의 전환은 지속가능한 신재생에너지 산업의 중요한 기술 중 하나이다. 목질계 바이오매스는 리그노셀룰로오스를 주성분으로 하며 식물, 목재, 폐목재 등 매우 다양하고 풍부한 자원으로서 중요한 에너지원으로 주목받고 있다. 촉매공정을 통한 새로운 화합물로의 전환을 위해서는 셀룰로오스의 가수분해를 통해 단당류로의 전환이 매우 중요하다. 하지만 고분자 사슬 형태로의 분자량이 큰 셀룰로오스의 특징 및 강한 수소결합에 의한 결합력으로 인해 그 반응성이 매우 미미하다.

이 연구에서는 셀룰로오스 전환에 탁월하다고 알려진 탄소 물질을 3차원 열린기공구조를 갖도록 설계, 제조하여 셀룰로오스로부터 가수분해, 수소화 반응을 거쳐 당 알코올을 직접 생산하는 효율을 극대화하고자 하였다. 제조된 탄소물질에 백금 나노입자를 담지한 촉매를 이용하여 ball-mill처리한 셀룰로오스로부터 당알코올을 약 80%의 수율로 생산할 수 있었고, 오크나무 분말을 직접 전환에 응용한 결과 약 25%의 당알코올이 생산됨을 확인하였다. 이는 제조된 탄소 담체의 표면에 발달된 하이드록실기가 분자량이 큰 셀룰로오스와 촉매표면과의 접근성을 증가시키고 단당류로 전환된 글루코오스를 열린 기공 내에서 매우 빠르게 당알코올로 전환하기 때문인 것으로 확인되었다. 또한 백금나노입자와 균일한 기공구조, 풍부한 표면 하이드록실기의 복합적인 영향으로 수소분압 하에서의 수소 스펀더 현상을 증가시켜 새로운 산 처리 공정 없이도 가수분해 반응을 촉진하는 것을 확인하였다.

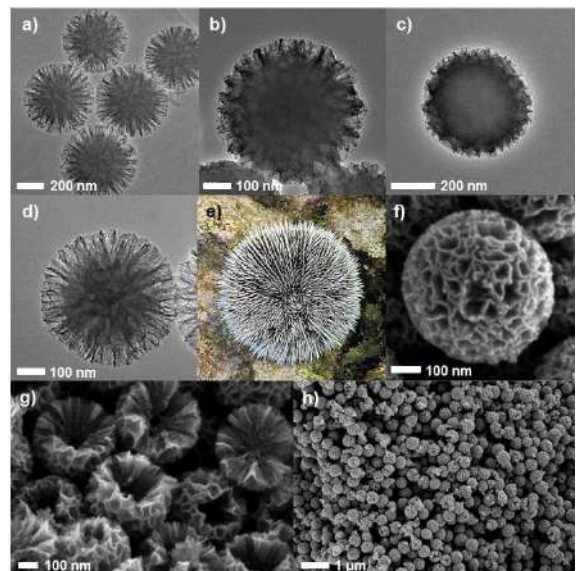


Fig. 1. Preparation procedure of 3D mesoporous carbon material

PB-41 포스터학생

전도성 탄소 네트워크 제조 및 슈퍼커패시터 전극으로서 응용

박수민, 유영근, 남인호, 배성준, 이종협*
서울대학교 화학생물공학부 에너지환경화학융합기술 전공

Fabrication of conductive carbon networks for supercapacitor electrodes

Soomin Park, Young Geun Yoo, Inho Nam, Seongjun Bae, Jongheop Yi*
World Class University program of Chemical Convergence for Energy & Environment, School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

인체 부착형 전자기기(Samsung Galaxy Gear, Google Glass, 등) 발전과 스마트 폰의 기능 및 형태의 진화에 따라 구부러질 수 있고, 접을 수 있는 에너지 저장 시스템(Energy Storage System: ESS)에 대한 요구가 증가하고 있다. 최근 몇 년간 이러한 특성을 갖는 ESS 개발을 위해 집중적인 연구가 진행되어 왔고 입을 수 있는 에너지(wearable energy)라는 새로운 흐름이 대두되었다.¹ 입을 수 있는 ESS가 갖아야 할 중요한 특성은 전극 물질이 기계적 구조변형에도 우수한 전도성을 유지하는 것과 구조 변형을 견딜 수 있는 기판 위에 전극 물질을 성공적으로 담지 하는 것이다. 이를 달성하기 위해 이 연구에서는 상업적 접촉테이프를 이용해 전도성 탄소 네트워크를 유연한 기판 위에 형성시킬 수 있는 새로운 제조 기술을 개발하였다. 전도성 탄소 소재로서 흑연화 탄소 섬유(graphitic fibrous carbon)를 사용하였고 유연한 기판으로서 사용된 테이프의 접착성을 이용해 탄소 네트워크를 형성시켰다. 시판되고 있는 다양한 종류의 접촉테이프를 제조 공정에 적용하였고, 전기화학적 분석 및 스미기 이론(percolation theory) 해석을 통해 최적화된 구성을 도출하였다. 최적화 된 탄소 네트워크는 주사전자 현미경(SEM)과 X-ray 회절분석(XRD)을 통해 형태와 결정성을 분석하였고, 에너지 저장 능력을 평가하기 위해 대표적인 ESS 중 하나인 슈퍼커패시터 전극으로 활용하였다. 전기이중층 커패시터로서 순환 전압-전류법 및 갈바노스태틱 충전-방전법을 이용해 전기화학적 성능을 평가하였다. 그 결과, 전극의 심각한 구조적/화학적 변형에도 불구하고 전기화학적 성능을 유지하였고 완전히 구겨질 수 있는 의복 부착형 시스템(integrated-cloth based system)으로 적용 될 수 있다는 것을 증명하였다. 또한 네트워크를 이루는 흑연화 탄소 섬유의 표면처리를 통해 전극의 에너지 밀도를 획기적으로 증가시킬 수 있기 때문에 전체 시스템의 출력과 에너지 밀도를 가변적으로 조절할 수 있었다. 이 연구를 통해 제안된 유연한 탄소 네트워크 제조 기술은 에너지 저장 장치 뿐만 아니라 유연한 전도성 기판이 사용되는 다양한 분야(태양전지, 압전기)에 적용될 수 있는 방법론으로서 중요한 의미를 지닌다.

참고문헌

1. Lee, Y. -H. et al., "Wearable Textile Battery Rechargeable by Solar Energy", *Nano Lett.*, 13, 5753-5761 (2013).

Hydrothermal depolymerization of alginate into organic acids under subcritical conditions

Wonjin Jeon, Chunghyeon Ban, Inhak Song, Do Heui Kim*
School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

Alginate, one of the main constituents of algae, is a biopolymer comprised of mannuronic acids and guluronic acids via 1.4-glycosidic bonding. Under subcritical conditions using water as a reaction medium, the bond between two uronic acids can be selectively cleaved into smaller molecules, viz, monomers. Further decomposition results in mono- and di-carboxylic acids, such as lactic acid, succinic acid, and malic acid. This research focuses on the effects of different reaction conditions on the depolymerization of alginate. The reaction parameters controlled are temperature, reaction time, reactant concentration, and, more importantly, initial pH of the reaction medium. After hydrothermal reactions, the liquid phase was analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS) for qualification. Quantification of the organic acids was carried out by high performance liquid chromatography (HPLC). Gel permeation chromatography (GPC) and LC-MS were both employed to verify molecular distribution of the biopolymer.

References

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. Niemela, K., and Sjostrom, E., "Alkaline degradation of alginates to carboxylic acids", *Carbohydrate Research*, **144**, 241-249 (1985).

수치해석을 통한 리튬 이온 전지 활물질 특성 평가

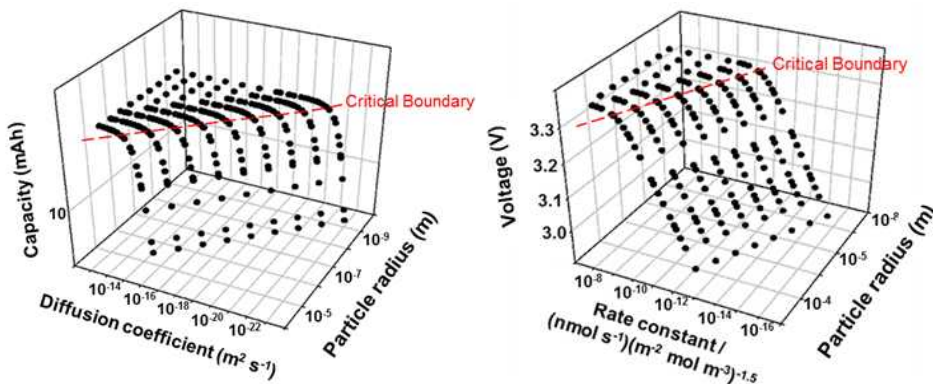
배성준, 송현돈, 남인호, 김길표, 이종민, 이종협*
서울대학교 화학생물공학부

Numerical analysis for properties of active materials to Lithium ion batteries

Seongjun Bae, Hyeon Don Song, Inho Nam, Gil-Pyo Kim, Jong Min Lee, Jongheop Yi*
School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

높은 에너지 밀도와 출력 특성으로 인해, 리튬 이온 전지는 휴대용 전자기기에서 하이브리드 자동차에 이르기 까지 다양한 전자기기의 동력원으로 활용되고 있다. 상용 리튬 이온 전지는 음극 활물질로 흑연화 탄소를 이용하고, 양극 활물질로 LiCoO_2 , LiFePO_4 등의 Li 삽입 / 탈리가 가능한 결정화 물질을 사용한다. 이러한 전극 물질은 저마다 다른 성질을 가지고 있어 어떤 물질을 사용하느냐에 따라서 리튬 이온 전지의 전압, 용량이 결정된다. 이러한 특성을 이용하여 전지의 성능을 최적화하기 위해서 활물질의 성질과 성능의 연관관계에 관한 연구가 지속적으로 이루어져왔다. 하지만 현재까지 물질 특성과 전지 성능의 연관관계를 유추하는 방식은 고전적인 실험으로 제한되었다.

이 연구에서는 수치해석을 이용한 시뮬레이션을 도입하여 활물질의 성질을 개별적으로 변화시키며 전지의 성능을 측정 및 최적화 하였다. 활물질에서 리튬이온의 확산계수, 활물질의 리튬 치환반응의 반응속도상수, 활물질 입자의 크기를 전지의 성능을 결정하는 변수로 두고 전지의 용량과 전압의 변화를 계산하였다. 전지의 용량에 영향을 끼치는 성질들과 용량에 대해서 그래프를 도시한 결과 활물질의 성질이 좋아질수록 전지의 용량이 증가하는 것에는 한계가 있으며 그 한계 이상에서는 전지의 성능이 일정하다는 것을 확인하였다. 활물질의 반응계수와 반응속도상수를 안다면 이 연구를 통하여 얻은 결과로부터 전지의 성능을 최대로 이끌어내기 위한 입자의 크기를 알 수 있으며, 입자의 크기를 조절함으로써 전지 성능의 최적화를 보다 쉽게 이룰 수 있다.



글루코오스 발효액을 이용한 1,3-부타디엔 생성 반응

백자연, 김태용, 송찬경, 이종협*

서울대학교 화학생물공학부 에너지환경화학융합기술 전공

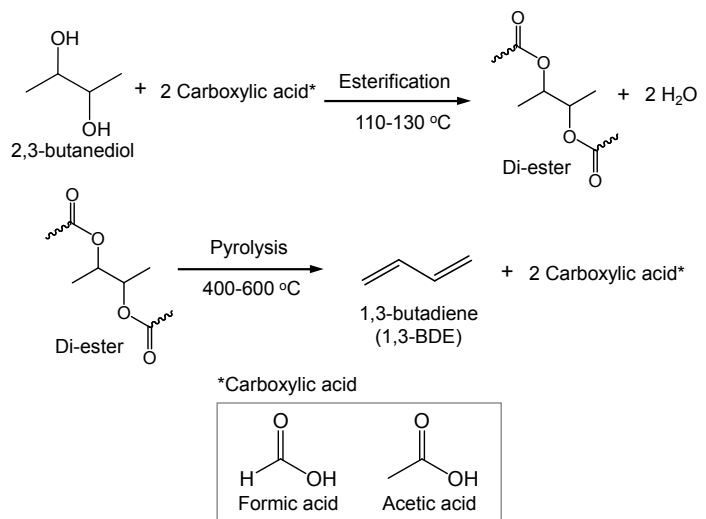
Production of 1,3-butadiene using glucose fermentation liquor

Jayeon Baek, Tae Yong Kim, Chyankyung Song, Jongheop Yi*

World Class University program of Chemical Convergence for Energy & Environment, School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

원유의 고갈과 더불어 녹색성장으로 나아가는 시점에서 원유로부터 석유화학물질을 얻는 기존의 촉매 반응 공정은 새로운 전환점을 맞고 있다. 원유를 대체할 수 있는 청정 자원으로 바이오매스가 주목받고 있으며 그 중 글루코오스는 대표적인 바이오매스 단당류에 속한다. 글루코오스는 발효과정에서 2,3-부탄디올과 C1-C2산에 해당되는 포름산과 아세트산이 생성되며 연속적인 에스터화 반응과 열 분해 반응을 거치면 최종적으로 고부가 가치의 1,3-부타디엔을 형성할 수 있다. 1,3-부타디엔은 SBR, ABR 수지를 만드는 모노머(monomer)로 사용될 뿐만 아니라 다양한 유기화학반응의 구성요소로서 많이 사용되고 있다. 기존의 1,3-부타디엔은 원유의 정제 중에 나오는 C4 라피네이트로부터 분리 하거나 부탄, 부텐으로부터 탈수소화반응을 거쳐서 생산하는 등 그 대부분을 원유에 의존하여 생산하여 왔다.

이 연구에서는 이러한 발효액 성분을 연속적인 에스터화 반응과 열 분해 반응을 거쳐 최종적으로 고부가가치의 1,3-부타디엔을 높은 수율로 얻고자 하였다. 먼저, 에스터화 반응에서는 황산을 촉매로 사용하였고 포름산과 아세트산의 낮은 끓는점을 고려하여 각각 과량의 C1-C2산을 첨가하여 약 110 도와 140 도 사이에서 단계별로 온도를 증가시켰고 생성되는 물은 Dean-stark 트랩을 통해 추출해내었다. 1,3-부타디엔을 형성할 수 있는 다이에스테르는 에스터화 반응을 통해 포름산에서 약 70 %, 아세트산에서는 약 80 %가 얻어짐을 확인하였다. 두 번째 단계에서는 각각의 다이에스테르를 정제하여 촉매를 사용하지 않는 조건에서 500 도에서 열분해 반응하였고 포름산을 통해 얻어진 다이에스테르에서는 약 90 %의 수율로, 아세트산을 통해 얻어진 다이에스테르에서는 약 80 %의 수율로 기체상에서 1,3-부타디엔이 형성됨을 확인할 수 있었다. 또한, 다이에스테르에서 1,3-부타디엔으로 열분해 반응이 일어나면서 C1-C2산이 회수되기 때문에 별도의 C1-C2산의 첨가 없이 글루코오스 발효액으로부터 1,3-부타디엔을 연속 순환적으로 생성 가능하게 하는 새로운 반응 시스템을 고안해 내었다고 볼 수 있다.



PB-45 포스터학생

가시광의 효율적 에너지 전환을 위한 플라즈모닉 코어-셸 나노구조체

유성주, 김용화, 이수영, 송현돈, 이종협*
서울대학교 화학생물공학부

Plasmonic core-shell nanostructure for efficient energy conversion of visible light

Sungju Yu, Yong Hwa Kim, Su Young Lee, Hyeon Don Song, Jongheop Yi*
World Class University Program of Chemical Convergence for Energy & Environment, School of Chemical and Biological Engineering, Institute of Chemical Processes, Seoul National University, Seoul 151-742, Republic of Korea

Plasmonic nanostructures have advanced with great strides in enhancing solar conversion. One of the remarkable features in plasmonic water splitting is the localized surface plasmon resonance (LSPR), which arise from a collective oscillation of free electrons at metallic interfaces or in small metallic nanostructures. The phenomenon gives several advantages to the photocatalysis. First, the plasmonic metal nanoparticles in a nano-sized metal/semiconductor junction act as a photosensitizer for a strong absorption of specific wavelengths in the visible region. Second, the metal nanoparticles act as an effective antenna, which is particularly useful in semiconductors where the minority carrier diffusion lengths are short. The antenna can change the photon penetration depths into the location close to are active surface, there combination of electron-hole pairs can be minimized.

Here, we combined three compositions of SrTiO₃ and Au@CdS core-shell in a nanoparticulate system to enhance hot electron transfer. The ultrafast decay of hot electrons can be efficiently reduced by strongly coupling with Au and CdS. In addition, a Schottky junction of Au and SrTiO₃ easily injects hot electrons from Au to conduction band of SrTiO₃, and the perovskite SrTiO₃ leads to a favorable transfer of charge carriers to active sites. We also demonstrate that most of hot electrons derived from Au@CdS core-shell favorably flow to the surface of SrTiO₃, where they reduce H⁺ or are able to be collected on the circuit. This novel plasmonic nanostructure will provide a new and effective strategy for solar energy conversion under various wavelengths.

PB-46 포스터학생

열린 기공 구조를 갖는 브뢴스테드 산촉매의 제조 및 글리세롤 탈수반응에의 적용

윤다남, 김태용, 박대성, 윤양식, 한정우¹, 이종협*
서울대학교 화학생명공학부 에너지환경화학융합기술 전공
¹서울시립대학교 화학공학부

Synthesis of open-pore structured Brønsted acid catalyst and application for the dehydration of glycerol

Danim Yun, Tae Yong Kim, Dae Sung Park, Yang Sik Yun, Jeong Woo Han, Jongheop Yi*
World Class University program of Chemical Convergence for Energy & Environment, School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University
¹Department of Chemical Engineering, University of Seoul

바이오매스 유래 물질인 글리세롤의 탈수반응은 친환경적일 뿐만 아니라 고부가가치 물질인 아크롤레인을 생산할 수 있어 산업적으로도 가치가 높은 반응 경로이다. 이 반응에 높은 선택도를 보이는 물질로 브뢴스테드 산 촉매가 보고되고 있으나 코크침적으로 인한 심각한 비활성화가 문제점으로 지적되고 있다. 이 연구에서는 높은 아크롤레인 선택도를 가지며 동시에 안정적으로 아크롤레인을 생산할 수 있는 새로운 촉매(DS-FS)를 제조 및 적용하고자 하였다. 촉매는 브뢴스테드 산점을 가지며 열린 기공 구조를 갖게 설계하여 최대한 코크침적에 저항성을 가질 수 있도록 유도하였다. DS-FS를 글리세롤 탈수반응에 적용한 결과, 100% 글리세롤 전환율과 약 73%의 아크롤레인 선택도가 50시간 동안 유지됨을 확인하였다. DS-FS의 놀라운 활성 결과를 설명하기 위해 DS-FS의 구조적 이점과 산특성을 기존 촉매와 비교하였다. 먼저, DS-FS의 구조적 이점을 확인하기 위해 미세 기공구조를 갖는 상용 제올라이트 촉매와 비교, 분석하였다. 그 결과, 제올라이트 촉매에 비해 DS-FS가 더 산화되기 쉬운 코크가 형성되며 기공입구가 코크에 의해 막히는 현상이 적게 일어남을 BET, TPO 분석을 통해 관찰할 수 있었다. 따라서 제조된 촉매는 비슷한 양의 코크침적에도 불구하고 제올라이트 촉매보다 안정적으로 아크롤레인을 생산할 수 있음을 확인하였다. 또한 DS-FS의 브뢴스테드 산점은 산세기가 이 반응에 적합할 뿐만 아니라 산점이 반응 중에 비교적 쉽게 재생되기 때문에, 코크 전구체가 생성되는 3-하이드록시프로피온알데히드(3-HPA)의 부반응을 저해하여 높은 아크롤레인 선택도와 안정성을 보일 수 있음을 황산화 지르코니아(Sulfated zirconia) 촉매와 비교하여 관찰할 수 있었다. 다른 특성을 갖는 브뢴스테드 산 점에서 3-HPA의 거동은 양자역학 이론 계산(Density functional theory)을 이용하여 규명하였다.

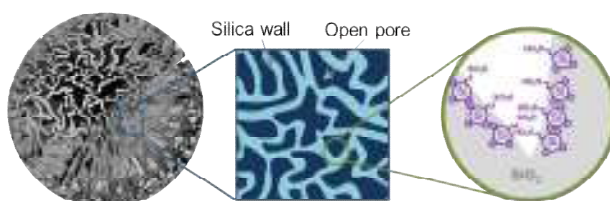


Fig. 1. Description of DS-FS catalyst at varied scales.

PB-47 포스터학생

계층구조를 갖는 나노크기의 고체산촉매 제조 및 응용

윤양식, 박홍석, 윤다님, 박대성, 김태용, 백자연, 이경록, 이종협*
서울대학교 화학생물공학부 에너지환경화학융합기술 전공

Preparation of nano-sized solid acid catalysts with hierachical structure and their application

Yang Sik Yun, Hongseok Park, Danim Yun, Dae Sung Park, Tae Yong Kim, Jayeon Baek, Kyung Rok Lee, Jongheop Yi*

World Class University program of Chemical Convergence for Energy & Environment, School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

산촉매는 석유화학산업에서 크래킹, 가수분해 등과 같은 중요한 반응을 일으키는데 필수적인 물질이다. 최근 산소기능기의 함량이 높은 바이오매스유래물질의 고부가가치화합물로의 전환에 대한 필요성이 증가하면서 산소기능기를 효과적으로 떼어낼 수 있는 산촉매에 대한 관심은 더욱 높아지고 있다. 한편 균일계 산촉매는 높은 활성 및 선택성이 뛰어나지만, 촉매 회수가 어렵고 생성물과의 분리가 어렵다는 큰 단점을 지니고 있다. 따라서 재생 및 재사용이 가능하고 독성과 부식성이 작으며 생성물과의 분리가 용이하면서 균일계 산촉매의 높은 성능을 대체할 수 있는 고체산촉매의 개발이 필요하다. 하지만 기존 상용화된 고체산촉매의 경우 좋은 산특성을 갖는다고 알려져 있지만, 작은 기공크기로 인하여 바이오매스와 같이 분자크기가 큰 반응물의 기공내의 산점으로 접근시키기가 어려워 낮은 활성을 보인다. 이 연구에서는 계층적 구조를 갖는 나노 산촉매를 제조하여 높은 성능과 접근성을 유도하고자 하였다. 본 촉매는 넓은 기공크기로 인하여 분자크기가 큰 바이오매스 및 석유화학 유래물질의 전환에 효과적이며, 높은 안정성을 보였다. 구조적 붕괴 없이 산특성을 조절할 수 있어 다양한 반응에 적용할 수 있다는 장점이 있다. 게다가, 촉매의 제조 방법에서 pH 조절 방식의 변화를 통하여 브뢴스테드산을 선택적으로 증진시킬 수 있었다. (본 연구는 환경부 "환경융합신기술 개발사업(202-091-001)"으로 지원으로 수행되었다.)

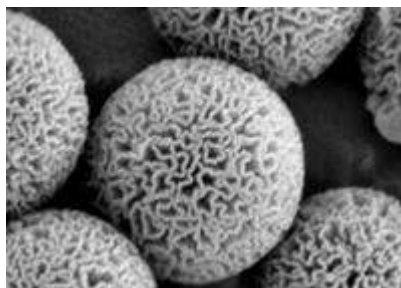


그림 1. 계층구조를 갖는 나노 고체산촉매

PB-48 포스터학생

사용된 담배필터를 재활용한 기공성 탄소제조 및 슈퍼커패시터 성능평가

이민재, 김길표, 송현돈, 박수민, 문원균, 이종협*
서울대학교 화학생명공학부

Used-Cigarette Filter Derived Mesoporous Carbon for Supercapacitor Applications

Minzae Lee, Gil-Pyo Kim, Hyeon Don Song, Soomin Park, Won Gyun Moon and Jongheop Yi*
School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

유기체로 구성되어 있는 물질들은 열처리 공정을 통해 탄소물질로 손쉽게 변환할 수 있다는 장점이 있다. 특히 환경문제가 심각하게 대두됨에 따라 몇몇 유기폐기물들을 통한 탄소물질의 전환이 최근 들어 각광받고 있다. 담배필터는 고분자 종류들 중 하나인 아세트산 셀룰로오스로 구성되어 있으며, 담배의 유해 유기물질을 걸러주고 난 후 버려지는 일회용 폐기물들 중 하나이다. 특히, 이 물질은 자연적으로 쉽게 분해되지 않는다는 단점과 더불어 담배필터에 걸러진 중금속 또는 유기물들은 환경오염을 유발시킨다고 알려져 있다.

이 연구에서는 사용 후 버려진 담배필터를 사용하여 특유의 소형/중형 복합기공구조를 가진 탄소물질을 제조하고, 그 물질의 전기화학적 특성을 분석하였다. 이 때, 버려진 담배필터의 직접적인 실용화 가능성을 평가하기 위하여 탄소물질을 제조하기 전 세척작업을 거치지 않았다. 또한, 질소도핑을 통해 에너지 저장량의 증가를 유도한 결과, 70%의 에너지 저장량 증가율을 보이며 6000회의 충/방전 후에도 안정적인 효율을 보임을 확인하였다. 따라서, 유기폐기물을 재활용한 친환경 초저가 슈퍼커패시터로의 적용 가능성에 대해서 제시하였다.

Complete oxidation of methane in catalyst-plasma hybrid reaction system

Heesu Lee, Geonu Park, Jaeha Lee, Do Heui Kim*

School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University, Rep. of Korea
dohkim@snu.ac.kr

Abstract—As one of greenhouse gases, methane is recognized to contribute to the major portion of global warming. The stable C-H bond in methane requires the large amount of noble metal in catalyst to be oxidized completely at low temperature (i.e. below 500°C). Thus, we aimed at lowering the light-off temperature by introducing the catalyst-plasma hybrid reaction system. The conventional catalytic reaction needs activation energy to induce the reaction, so the motivation of this research is that the plasma is able to help reduce the activation energy by synthesizing the active radicals. The complete oxidation of methane was carried out in a dielectric barrier discharge(DBD) glass tube reactor. Catalyst and plasma were hybridized into one in-plasma system. In order to separate the catalytic effect from the plasma one, methane oxidation was evaluated over various catalysts in the presence or absence of plasma at the fixed plasma operating conditions including waveform, and frequency. Though, input voltage of the plasma-catalyst reactor varied from 2kV_{p-p} to 4kV_{p-p} to observe which input voltage offered the best circumstance for plasma-catalyst interaction. Also, to measure plasma effect, plasma power was calculated by V-Q Lissajous figure method. Several palladium catalysts as well as perovskite-type catalysts such as La_{0.5}Sr_{0.5}CoO_{3-d} were prepared and applied. In the presence of plasma, light-off temperature of methane was shifted to lower temperature than catalyst-only condition. When the plasma was activated, CO selectivity increased rapidly. However, after the temperature reached above 200–300°C, CO was oxidized to CO₂. In the presence of both plasma and catalyst, methane was oxidized at room temperature and the selectivity of CO which should not be produced was retained at zero percent. In summary, it was found that plasma plays an important role in converting methane to CO/CO₂ and catalyst enhances the selectivity of CO₂ in the temperature range where catalyst hardly works, thus leading to facilitate methane oxidation at lower temperature.

Reference

1. Gélin, P. and M. Primet, *Complete oxidation of methane at low temperature over noble metal based catalysts: a review*. Applied Catalysis B: Environmental, 2002. 39(1): p. 1-37.
2. Kim, H.H., *Nonthermal Plasma Processing for Air-Pollution Control: A Historical Review, Current Issues, and Future Prospects*. Plasma Processes and Polymers, 2004. 1(2): p. 91-110.
3. Nozaki, T. and K. Okazaki, *Non-thermal plasma catalysis of methane: Principles, energy efficiency, and applications*. Catalysis Today, 2013.

BiFeO₃-TiO₂ 이종접합구조 제조 및 태양광 물분해 특성평가

주 호용¹, 최 우영¹, 이 준봉¹, 서용호¹, 김기범¹, 박 배호², 최 택집^{1*}

¹세종대학교 나노신소재공학과

²건국대학교 물리학과

Heterostructure of BiFeO₃-TiO₂ for solar water splitting

Ho-yong Joo¹, Wooyoung Choi¹, Joonbong Lee¹, Yongho Seo, Ki Buem Kim, Baeho Park²,
and Taekjib Choi^{1*}

¹Hybrid Materials Research Center and Department of Nanotechnology and Advanced Materials
Engineering, Sejong University, Seoul, 143-747, Korea

²Division of Quantum Phase & Devices, Department of Physics,
Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

TiO₂ 광전극을 이용한 태양광 물분해 기술은 저가의 친환경적 수소 생산의 잠재성을 지니고 있다. TiO₂의 밴드갭은 3.2 eV로 가시광선에 대한 낮은 활성화와 계면에서의 전자-정공 쌍의 빠른 재결합으로 인해 TiO₂ 기반 광전기화학셀의 에너지변환 효율은 매우 낮다. 일반적으로 TiO₂ 광전극 제조를 위해 TiO₂ 나노분말과 양극산화 방법으로 제조한 TiO₂ 나노튜브를 이용하고 있다. TiO₂ 나노튜브는 넓은 비표면적을 갖기 때문에 에너지변환 효율을 향상 시키는 방법으로 많은 연구가 이루어지고 있다. 최근에는 TiO₂에 수소열처리를 이용한 결함제어를 통해 밴드갭을 조절하고 가시광선 영역을 흡수하여 에너지 변환 효율을 향상 시키는 연구가 보고 되고 있다. 따라서 광전극의 밴드갭 조절과 가시광선을 흡수할 수 있는 광전극 개발이 매우 중요하다. 본 연구에서는 2.8 eV의 밴드갭을 갖고 광기전력 효과를 나타내는 강유전체 BiFeO₃ 박막과 TiO₂의 이종접합구조를 제조하고 광전기화학셀을 제작하여 태양광 물분해 특성을 평가하였다. BiFeO₃-TiO₂ 이종접합구조에서 강유전체 BiFeO₃는 가시광선을 흡수할 수 있는 산화물 반도체이며, 자발 분극에 의한 내부 전기장을 발생하여 BiFeO₃-TiO₂ 계면에서의 효과적인 전자-정공 쌍의 분리를 유도하여 에너지 변화 효율의 향상을 기대할 수 있다. BiFeO₃-TiO₂ 이종접합구조는 TiO₂ 나노튜브 광전극에 비해 높은 태양광 물분해 특성을 보였다. 본 연구에서는 BiFeO₃-TiO₂ 이종접합구조에서 BiFeO₃ 박막 두께와 자발 분극 방향이 광전기화학셀의 태양광 물분해 특성에 미치는 영향을 고찰하였다.

탄화수소계 세정제의 물성 및 세정성능 평가

엄가온, 정원준, 차재용, 배재흠, 이민재*, 장윤상†
수원대학교 화학공학과, 수원대학교 기계공학과†

Evaluation of Physical Properties of Hydrocarbon-based Cleaners and their Cleaning Performance

Ga On Eom, Won jun Jeong, Jae Yong Cha, Jae Heum Bae, Min Jae Lee*
Yoonsang Chang†

Department of Chemical Engineering, The University of Suwon
Department of Mechanical Engineering, The University of Suwon†

최근 산업계에서 많이 사용되는 CFC(chlorofluorocarbon), HCFC(hydrochlorofluoro carbon) 등의 할로겐 화합물 세정제는 세정력이 좋고, 인화성이 낮고 회수가 용이하고 독성이 적으며 사용하기 편하다는 장점이 있으나 오존층 파괴 및 지구 온난화의 문제로 그 사용량은 점점 감소하고 있다.

이미 오존층 파괴물질의 사용을 금지하거나 제한하는 몬트리올의정서 국제협약에 의거하여 우리나라는 CFC계 화합물은 사용이 금지되어 있으며 HCFC계 화합물도 CFC를 대체하기 위하여 과도기적으로 그 사용이 제한되어 있다. CFC계 대체세정제로 개발되어 온 HFC(Hydrofl-uorocarbons), PFCs(perfluorocarbons) 계 세정제는 지구 온난화 문제로 그 역시 사용이 제한되어 있으며 궁극적인 대체세정제로 개발된 HFE(hydrofluoroether)는 현재 고가로 널리 사용되지 못하고 있는 실정이다. 이에 여러 분야에서 세정력이 우수하고 친환경적인 세정제에 대한 연구개발이 다양하게 진행되고 있다.

이에 우리는 가격이 저렴하고, 친환경적이며 우수한 세정력을 갖고 있는 용제계 세정제인 탄화수소계 세정제의 증발력, 인화성과 세정특성 실험을 진행하여 파악해 보았으며 사용된 세정제의 재사용을 위하여 회수율 측정하고 회수된 세정제의 세정특성 변화에 대하여 연구하였다.

알루미늄 소재에 대한 nPB와 DCP 세정제의
부식성 저감 방안 연구

이준성, 원바다, 배재흠, 이민재* 장운상†
수원대학교 화학공학과, 수원대학교 기계공학과†

A Strategic Study on Corrosion Reduction of Aluminum Substrate by
nPB and DCP Cleaners

Jun Sung Lee, Ba Da Won, Jae Heum Bae, Min Jae Lee*, Yoonsang Chang†
Department of Chemical Engineering, The University of Suwon
Department of Mechanical Engineering, The University of Suwon†

알루미늄계 금속소재는 열전도성이 빠르고 가볍고 사용이 편리한 금속소재로 항공기, 자동차, 여러 포장재료 등 산업분야에 많이 사용되고 있다. 그러나 다른 금속성분들과 달리 양쪽성 화합물이며 따라서 산, 특히 할로젠 산과 알칼리에 매우 취약한 소재이다. 또한 알루미늄계 소재들은 가공함에 있어서 절삭유 등을 사용하게 되며 이러한 유분들을 완전히 제거한 후에야 상품성을 갖게 된다. 이러한 유분제거에는 할로젠계 탄화수소가 뛰어난 제거능력을 갖고 있으나 오존층파괴, 지구온난화 등 환경적인 문제들로 그 사용이 제한되어 있으며 또한 RoHS 등에 관해서도 제약을 받고 있다.

그러나 nPB(n-propylbutane)와 DCP(dichloropropane)는 지금까지 이러한 규제들을 피하거나 줄일 수 있는 할로젠계 화합물로서 일반적으로 증기 세정분야에서 최근 많이 사용되고 있는 세정제로서 세정성능은 우수하나 인체에 대한 독성이 조금 있으며 공기 중 수증기와 반응하면 분해하여 할로젠산을 만드는 특징이 있다. 따라서 알루미늄 소재에 묻은 오염물을 제거할 때 부식성을 갖는 문제점이 있다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 보편적으로 사용되고 있는 할로젠산의 생성을 방해하는 분해 방지제와 분해된 할로젠산을 흡수하는 부식방지제의 첨가를 통해 알루미늄 소재의 부식을 줄이고자 하였다. 이를 위하여 일반적으로 많이 사용되는 분해방지제와 부식방지제 중 한 가지씩을 택하여 그 효과에 대하여 연구 하였으며 추후 부식 감소 효율이 좋은 최적 농도에 대한 연구를 진행 할 예정이다.

PB-53 포스터학생

1,3-Propylene glycol을 이용한 친환경 태양열매체유 개발

이준성, 장성화, 명도*, 성경환,
수원대학교 화학공학과, (주)태원시스캠,

열매체유에 사용되는 1,3-Propylene glycol은 옥수수에서 추출하여 저탄소 친환경 제품이며 지금까지의 친환경 열매체유의 개발 상황을 고찰하면 종래 Ethylene glycol, 글리콜계 열매체유의 부작용을 개선한 1,3-Propylene glycol은 환경 및 생태계 파괴문제의 극복과 부식의 완화등을 부분적으로 달성하였으나, 결정적으로 소재자체의 단가가 높아 그 응용이 제한적인 분야에서만 활용되고 있을 뿐이다.

1,3-Propylene glycol을 이용해 저부식성이고 자연에서 생화학 분해하여 수질, 토양, 식물 등에 피해를 주지 않는 환경친화성이 뛰어나면서도 실용화가 될 수 있는 정도의 경제성을 갖는 신규 열매체유 조성물 개발하여 종래 열매체유로 사용되는 Ethylene glycol, 1,2-PG 등의 문제점을 해결하고 금속부식 및 자연환경의 부하를 저감하는 동시에 실용화 할 수 있는 경제성을 갖춘 열매체 및 동결방지 유체를 개발하기 위해 연구를 진행 할 예정이다.

전기아크로를 이용한 코발트 제련공정에서 발생한 슬래그의 특성과 슬래그 잔골재의 활용 특성

남형욱, 이혁재, 박경봉, 김태희²⁾ (안동대학교 신소재공학부 청정에너지소재기술연구센터)

Characteristics and application characteristic of cobalt slag from smelting process in electric arc furnace

Hyung Wook Nam, Hyuk Jae Lee, Kyung Bong Park, Tae Heui Kim*

Materials Research Center for Energy and Green Technology, School of Materials Science and Engineering, Andong National University, Andong 760-749, Korea

코발트는 내열성 초합금, 내식내마모 합금, 자석, 고속도공구강, 초경합금 등의 제조에 이용되며 생체적합성도 있어서 정형외과의 임플란트용으로 주목된다. 또 코발트 화합물들은 비금속적 응용에도 중요하다. 그러나 우리나라는 코발트를 수입에 의존하고 있으므로 안정적인 소재 확보를 위해 국가 핵심 전략 소재로 지정하고 있으며 국내 부존자원이 없는 코발트 소재의 확보를 위해 고효율 친환경 제련기술의 개발이 필요하다. 또한 코발트를 제련하는 과정에서 발생하는 폐 슬래그의 양이 상당하다. 그리고 최근 환경규제의 강화로 폐기물의 발생과 처리, 재활용이 제련 공정을 현실적으로 상용화할 수 있는지 결정하는 중용한 요소로 작용한다. 따라서 환원용 코발트 제련 슬래그의 콘크리트용 골재로 활용하는 등 골재로써의 이용에 대한 관심이 증가하고 있다. 코발트 슬래그의 골재로써의 활용가능성을 확인하기 위해 슬래그의 구성성분, 결정상을 분석하고 콘크리트와의 흡착성과 잔골재 슬래그를 이용한 SPC 콘크리트의 강도 등을 연구하였다.

원료로는 콩고민주공화국의 구리-코발트 정광을 사용하였으며 용제로서 알루미늄과 생석회를 사용하였다. 각 원료는 정광 30 kg, 알루미늄 1.2 kg, 생석회 2.5 kg, 코크스 3.1 kg으로 총 장입량은 36.8 kg이었다. EAF에서 입력전압 380V, 입력전류 173A의 조건으로 2시간동안 용융하여 합금상 6.6kg(27.2%)과 슬래그 17.7kg(72.8%)를 얻었다. 실험에 사용한 SPC는 마이크로파우더(주)사의 TM을 사용하였고 슬래그는 분쇄하고 체질하여 얻은 잔골재를 특정 비율로 혼합하여 사용하였다. 분리된 슬래그에 대하여 XRF를 이용하여 구성원소를 분석하였으며 X-선 회절분석을 이용하여 결정상을 분석하였다. 슬래그 잔골재를 이용한 SPC 콘크리트를 압축강도측정기로 측정하였다.

Table 1. Mixing ratio of fine aggregate slag for particle-size.

Size of stick(mm)	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.15set.	Total
Mass percentage(%)	0	5	10	20	30	20	10	5	100

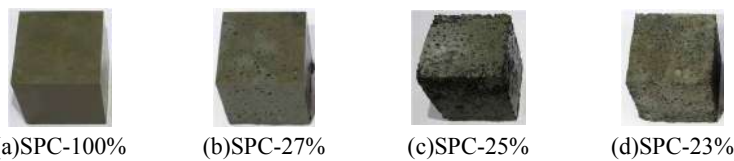


Fig. 1. Brick is made of Co-slag fine aggregate and SPC.

Table 2. Test results of compressive.

(Unit : MPa)

Specimens	SPC-100	SPC-27	SPC-25	SPC-23
Compressive strength	56.0	53.2	52.5	50.3

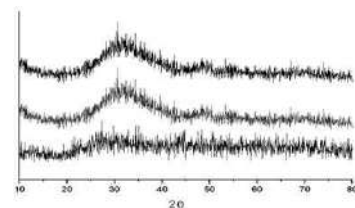


Fig. 2. XRD analysis result of Co-slag.

Table 3. Chemical composition of co-slag.

(Unit : wt%)

Si	Al	Ca	Mg	Cu	Mn	Ti	Fe	K	Co	S
47.1578	13.4037	12.9992	11.7131	3.668	2.2984	2.1547	2.0348	2.0005	0.9327	0.8852
F	Na	W	Zr	Cr	Y	U	V	Sr	P	Rb
0.2177	0.1231	0.0984	0.0686	0.056	0.0522	0.0491	0.0337	0.024	0.0205	0.0087

2) Corresponding author : thkim@anu.ac.kr

CCS 연계를 위한 스팀 유동층 건조 장치에서 스팀의 온도가 저등급 석탄 건조율에 미치는 영향

김기영¹, 이영우¹, 박재혁², 선도원³, 배달희³, 문종호³, 이동호³, 신종선³, 박재현*³
충남대학교¹, [†]연세대학교², [‡]한국에너지기술연구원³

The Effect of Steam Temperature on Drying Rate of Low-rank Coal in a Steam Fluidized Bed Dryer for Integration of CCS/Coal Drying System

Gi Yeong Kim¹, Young-Woo Rhee¹, Jae Hyeok Park², Dowon Shun³, Dal-Hee Bae³, Jong Ho Moon³,
Dong-Ho Lee³, Jong-Seon Shin³, Jaehyeon Park*³
Chungnam National University¹, Yonsei University², Korea Institute of Energy Research³

최근 화력발전소에서는 고등급 석탄의 가격 증가 및 수급 불안정으로 인해 저등급 석탄을 혼소하여 사용하고 있다. 저등급 석탄을 전처리 없이 사용하는 경우 저등급 석탄의 수분함량이 35~50wt.%에 달하기에 고등급 석탄에 비하여 낮은 발열량을 가지고 따라서 발전소의 발전 효율이 감소되며 이전과 동일한 발전량을 얻기 위해서는 더 많은 양의 저등급 석탄을 사용해야 한다. 또한 저등급 석탄의 경우 자연발화가 자주 발생하는 등 장기간의 운송 및 보관에 많은 문제점을 가지고 있다. 그리고 유엔기후변화협약에 의해 발전 사업장에서는 CO₂를 감량하기 위해 CCS(Carbon Capture & Storage)설비 등을 설치해야 된다. CCS에서 발생하는 고온의 스팀을 석탄 건조에 이용하는 경우 CCS와 석탄 건조에 사용되는 에너지 효율을 최적화 할 수 있기에 위 두 가지 문제점을 어느 정도 해결 가능할 것으로 보인다.

본 연구에서는 스팀의 온도가 저등급 석탄의 건조에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실험실 규모의 스팀 유동층 건조 장치에서 실험을 수행하였다. 스팀은 석탄을 건조시키기 위한 열원으로 스팀의 온도는 석탄의 건조에 직접적으로 영향을 미치는 인자이다. 스팀은 유동층 건조기 내의 열교환기로 주입되며 열교환기를 통해 유동화 되는 석탄에 열을 공급하게 된다. 이때 스팀 온도 변화에 따른 석탄의 건조율을 측정하여 스팀의 온도가 건조에 미치는 영향에 대해 알아보았다.

기포 유동층 건조기와 순환 유동층 건조기의 건조 특성 분석

박재현¹, 이창하¹, 선도원², 배달희², 이창근², 조성호², 박영철², 신종선², 김기영³, 박재현^{2*}
연세대학교¹, 한국에너지기술연구원², 충남대학교³

Study on the Characteristics of Bubbling Fluidized-bed Dryer and Circulating Fluidized-bed Dryer

Jae Hyeok Park¹, Chang-Ha Lee¹, Dowon Shun², Dal-Hee Bae², Chang-Keun Yi², Sung Ho Jo²,
Young Cheol Park², Jong-Seon Shin², Gi Yeong Kim³, Jaehyeon Park^{2*}
Yonsei University¹, Korea Institute of Energy Research², Chung Nam National University³

최근 고품위 석탄 자원의 고갈로 인하여 대체 에너지원인 저등급 석탄의 활용에 대한 연구가 진행 중에 있다. 먼저 저등급 석탄은 기공이 많고 가지 탄화수소(peripheral hydrocarbon)가 많아 수분의 흡-탈착에 의한 흡착 열의 축적으로 온도 상승이 되고, 휘발분 중의 상당량을 차지하고 있는 산소 기능성 그룹으로 인해 자연발화 가능성이 높아서 사용이 제한되어 왔다. 따라서 고수분 저등급 석탄의 수분을 제거하는 공정이 선행적으로 필요하다. 고수분 저등급 석탄의 이용은 크게 두 가지로 나뉘는데 첫 번째는 건조 후 이송하여 국내에서 사용하는 경우와 건조 후 현지에서 사용하는 경우이다. 후자의 경우 수송비용이 들지 않아 경제성을 높일 수 있으며, 외국으로의 플랜트 수출이 가능하다.

본 연구에서는 공기의 대류전열을 이용한 유동층 공정 중 유동화 방식이 기포 유동층 형태와 순환 유동층 형태의 건조기에서 저등급 석탄의 건조 특성을 비교하였다. 기포 유동층과 순환 유동층은 주입 가스의 유속이 다르다는 점과 기포 유동층은 건조기내에서 고체의 상태가 밀집한 상(dense phase)을 나타내고 순환유동층의 경우 건조기내에서 고체의 농도가 희박한 상태(dilute phase)를 이루게 된다[1]. 유동화 방식이 다른 두 개의 건조기에서 각각 주입가스 온도, 주입가스 유속이 고수분 저등급 석탄 건조에 미치는 영향을 확인하였다. 실험에 사용한 석탄은 인도네시아산 갈탄을 사용하였으며 초기 수분함량이 약 35%이다. 두 개의 건조기 모두 주입가스 온도와 유속이 증가함에 따라 주입되는 열량이 증가하여 건조속도가 증가하였다. 하지만 순환유동층의 경우 상승관이 길기 때문에 건조기의 상부에서 수분이 재 응축되는 문제가 발생하여 상부에 열을 추가적으로 공급해야 한다는 단점이 있기 때문에 건조 공정에서는 기포 유동층이 적합한 결과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. Park J.H., Lee. C., Park Y.C., Shun D., Bae D., and Park J., "Drying Efficiency of Indonesian Lignite in a Batch-Circulating Fluidized Bed Dryer", Drying Technology, 32, 268-278 (2014).

PB-57 포스터학생

교량 결빙방지 시스템을 위한 발열장치 발열 효율성에 관한 수치해석 연구

김경매[†], 정진도*, 구경완[‡], 최원근[†]

[†]호서대학교 기후변화융합기술학과, *호서대학교 환경공학과, [‡]호서대학교 국방과학기술학과

Numerical Analysis of the Thermal Efficiency of the Heating Equipment for Freezing-free System on Bridges

Jingmei Jin[†], Jindo Chung*, Kyoungwan Koo[‡], Wongeun Choi[†]

[†]Department of Fusion Technology for Climate Change, Hoseo University, *Department of Environmental Engineering, Hoseo University, [‡]Department of Army Defence, Hoseo University

겨울철 눈이 내리면 제설작업을 진행하여 도로가 얼지 않게 하여 교통사고를 줄이고 인명피해를 줄인다. 하지만 도로보다 상대적으로 외기에 아래위로 노출되어 있는 교량은 같은 기온 일지라도 도로에 비해 결빙이 되어 있는 상황을 흔히 볼 수 있는데 이는 차량이 많이 통행하는 곳에서는 많은 교통사고를 불러일으키는 것이 사실이다.

이런 실정에 대비하여 본 연구에서는 카본사로 제작한 발열장치를 교량에 설치하여 결빙량이 많은 상황에서 얼음을 녹여 제설 및 제빙하여 교통사고를 줄이려고 한다. 본 연구에서 그 중 발열체의 3가지 분포 간격에 따른 발열 효율성을 STAR-CCM+라는 수치해석 프로그램을 이용하여 효율성을 분석하였다. 즉, 1×1×0.12m의 콘크리트 박스의 아래 하단부에 0.05m, 0.10m, 0.15m 3가지 간격으로 열선을 배치하였다.

시뮬레이션 방법으로는 공기층에서 inlet을 +x방향으로 정하였고 2m/s, 4m/s의 바람이 불어오는 두가지 경우를 나누어 시뮬레이션을 진행하였고 바람불어오는 방향을 나무지 3개의 면을 Pressure outlet으로 설정하였다. 카본사 발열체 패턴에 공급되는 전력은 400w이며 정상상태로 시뮬레이션을 진행하였다.

시뮬레이션 결과 온도장에서 볼 수 있는 경향은 바람속도가 클수록 콘크리트 표면의 온도가 낮고 카본사의 배치간격이 넓을수록 콘크리트 표면의 온도가 낮다는 것이다. 바람이 2m/s일 때 콘크리트 표면의 온도는 대부분 273.15k 위에 분포되어 있어 0°C이상으로 분포되어 결빙방지의 기능을 수행할 수 있고 4m/s일 때 콘크리트 표면온도는 0.05m와 0.10m 간격일 때는 대부분 273.15k 위로 온도가 분포되지만 0.15m 간격으로 열선이 분포될 때는 모든 온도가 270k 아래에 분포되어 결빙방지 시스템으로서의 기능을 수행하기 어려운 것으로 판단된다.

Acknowledgment:

본 연구는 환경부의 기후변화특성화대학원의 지원을 받아 수행된 연구임.

유동층 반응기에서 목질계 바이오매스(Red-Oak)의 촉매 분해에 의한 바이오-오일 생산 연구

이경환[†], 이진혁, 최용석*, R.C. Brown*, B.H. Shanks*

한국에너지기술연구원, *아이와주립대학교

기존 석유나 석탄을 대체할 수 있는 에너지원으로 바이오매스가 전 세계적으로 많은 관심이 있다. 이중에 큰 비중인 목질계 바이오매스에 대해 급속 열분해에 의한 바이오-오일 생산 연구가 주목을 받고 있으나, 생산 바이오-오일 질 저하로 후단 바이오-오일 고급화 공정이 요구된다. 기존 급속 열분해 공정에 촉매를 적용하면 좀 더 향상된 바이오-오일이 생산됨에 따라 다국적 정유사 등에서 많은 관심이 있어 본 연구를 수행하게 되었다. 본 연구의 목적은 Red-Oak를 대상으로 유동층 반응기에 분해 촉매를 적용하여 바이오-오일의 산소함량을 낮추어 발열량을 높이고, 경질화한 고급 바이오-오일을 얻는데 있다. 실험은 500°C, 3시간 동안 연속 실험에서 단순 열분해를 기준한 촉매인 MgO, Al₂O₃, Silica-Alumina를 사용한 가스, 바이오-오일 그리고 고형 생성물의 수율 분포를 비교하였고, 더욱이 바이오-오일의 질 평가를 위해 GC-MS/FID, Ion Chromatography, HPLC, GPC, Karl Fischer 등으로 분석을 실시하여 촉매 성능을 평가하였다.

실험결과는 산 촉매인 Al₂O₃와 Silica-Alumina가 많은 수분 및 가스 생산과 오일 내의 낮은 당류 및 열분해 리그린 함량으로 분해 활성이 우수하였고, MgO촉매는 다른 촉매에 비해 탈수소화에 의해 높은 수소 함량과 낮은 CO함량을 보였다.

PB-59 포스터학생

Synthesis of sintering, coking-resistant silica-coated nickel catalyst for dry reforming of methane reaction

Jun Seong Park, Joung Woo Han, Hyunjoo Lee*

Department of Chemical and Bio molecular Engineering, Yonsei University, Seoul 120-749

Recently, a demand for reduction of greenhouse gas has been increased because of the greenhouse effect by CO₂ and CH₄. Among various reforming reactions, dry reforming of methane (DRM) reaction has studied actively. Because DRM reaction generates H₂ and CO (syngas) gas with ratio 1. And also syngas is energy source for alternative energy. In comparison with the noble metal, Ni catalysts show good activity for this reaction and have very cheap cost, but have poorer durability than noble metal catalyst because of particle sintering and coke formation.

In this research, we synthesized silica-coated Ni/SiO₂ catalyst with 5.2nm Ni nanoparticle in size, showed high durability for DRM reaction performed at 1073K. The catalyst maintained its initial activity for 170hrs, While Ni/SiO₂ catalyst without coating didn't retain initial activity and showed severe degradation caused by Ni sintering and coke formation.

반응증류탑을 이용한 포름산공정의 열통합 설계

펠리시아 자누아리아 노비타¹, 하오 예리², 펑 웨이¹, 리카오 니엔¹, 김경민¹, 레쿠앙 민¹, 이문용*¹

¹영남대학교 화학공학부

²대만국립과학기술대학교

Heat-Integrated Design of Formic Acid Production via Reactive Distillation Configuration

Felicia Januarlia Novita¹, Hao - Yeh Lee², Feng Wei¹, Le Cao Nhien¹, Gyeongmin Kim¹, Le Quang Minh¹, Moonyong Lee*¹

¹School of Chemical Engineering, Yeungnam University

²National Taiwan University of Science and Technology

The heat-integrated design of formic acid production via reactive distillation (RD) configuration was investigated successfully in this research. The design of this process referred to Huang's process[1] and it was optimized to obtain a better process design which included the minimum total energy requirement. Regarding to this result, the optimum structure was used as a reference by the other configuration to reduce the occurrence of the "remixing effects" phenomena. Several advanced configurations were proposed to handle this phenomenon such as thermally coupled sequence, and heat-integrated configuration[2,3]. As the results, the "remixing effects" was reduced and the total energy consumption is less than the base case and the optimization design was achieved. In addition, the results showed that the external heat-integrated configuration was the best alternative in term of energy performance for this process.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2012012532).

References

1. Huang, H. P., Lee, M. J., Lee, H. Y., and Chen, J. H., "Formic Acid Manufacturing System and Method of Manufacturing Formic Acid," Patent Application Publication US2012/0123157 A1 (2012).
2. Lee, H. Y., Lee, Y. C., Chien, I. L., and Huang, H. P., "Design and Control of a Heat Integrated Reactive Distillation System for the Hydrolysis of Methyl Acetate," Ind.Eng.Chem.Res., 49, 7398-7411 (2010).
3. Nguyen, N., and Demirel, Y., "Using Thermally Coupled Reactive Distillation Columns in Biodiesel Production", Energy., 36, 4838-4847 (2011).

PB-61 포스터학생

반 정적 챔버 조건하에 강의 메탄 배출 과 수집의 최적화 기술 연구

펑웨이, 리즈카, 율리아말리아, 레카오니엔, 이문용*

Optimization techniques research of CH₄ release and collection of static chamber

Feng Wei, Riezqa Andika, Yuli Amalia Husnil, Le Cao Nhien, Moonyong Lee*
Yeungnam University

Filamentous macroalgae is one of the three groups in the natural river ecosystem. The filamentous macroalgae usually has higher biomass and better photosynthetic ability than other algae community, which makes them an important role in the primary productivity in the river ecological system.

The static chamber is a kind of instrument to collect gas which applied to the soil and water. The usage of the static chamber is to collect gas such as methane by putting it onto the surface of the sediment upside down for a period of time. Most of the static chambers used in recent years are made of metal such as Stainless steel, which are inconvenient to carry and observe without light transmission.

In order to overcome the disadvantages that the metal chamber's disability of photosynthesis of the filamentous macroalgae and the aquatic plants, we R&D a new chamber made of organic glass with which can help us to research the affect of filamentous macroalgae and the aquatic plants to the collection of methane released from the sediment

References

1. P. S. Kroon A. Hensen W. C. M. van den Bulk et al. The importance of reducing the systematic error due to non-linearity in N₂O flux measurements by static chambers Research Article 2008, 82:175-186
2. Andreas Heinemeyer & Niall P. McNamara Comparing the closed static versus the closed dynamic chamber flux methodology: Implications for soil respiration studies Regular Article 2011, 346:145-151
3. Anthony WH, Hutchinson GL, Livingston GP (1995) Chamber measurement of soil-atmosphere gas exchange: linear vs. diffusion-based flux models. Soil Sci Soc Am J 59:1308-1310

PB-62 포스터학생

수경재배의 오염물제거를 위한 초미세여과 멤브레인 적용

그레고리 리오누그로호 할비안토, 헤루 수산토, 이 녀만 위디아사, 펑 웨이¹, 리카오 니엔¹, 김경민¹, 레쿠앙 민¹, 이문용^{1*}

¹영남대학교 화학공학부, ²디포느그로대학교 화학공학관

Ultrafiltration Membranes for Removal of Contaminants on Aquaculture Application

Gregorius Rionugroho Harvianto¹, Heru Susanto², I Nyoman Widiasta², Feng Wei¹, Le Cao Nhien¹, Gyeongmin Kim¹, Le Quang Minh¹, Moonyong Lee^{1*}

¹School of Chemical Engineering, Yeungnam University, Korea

²Department of Chemical Engineering, Diponegoro University, Indonesia

*Corresponding author: mynlee@yu.ac.kr

Aquaculture product is one of the highest income contributors to Indonesia and Korea with the highest export value. The presence of organic compounds in the aquaculture in huge amounts lowers the dissolved oxygen (DO) contents that have an impact on the lack of oxygen supply [1]. Ultrafiltration (UF) membrane technology has been proposed to improve the water quality and fish health, which is expected to enhance the production yield and decreasing the investment cost. Fouling by organic compounds is critical factors in the ultrafiltration process [2, 3]. Experiments were performed to assess the effects of organic contaminants such as humic acid and residual shrimp feed at various concentrations using the cross flow filtration experiments and scanning electron microscopy on various types of the membrane pores. All contaminants can cause fouling on the UF membrane, particularly in the high concentration of contaminants. Decreasing flux during filtration was caused by both of direct pore blocking on a short time filtration and deposited cake for a long time filtration. For every contaminant, the rejection percentage using all types of membranes reached 99-100%, but for humic acid, only reached 94-98%. In an actual aquaculture application, the flux showed a constant value after taking 30 minutes of filtration. Backwash was recommended to increase the flux in the continuous filtration. In recirculating aquaculture application, the prefiltration was recommended to be used before the ultrafiltration membrane for increasing the flux of the membrane. This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2012012532).

References

1. Ghaly, A.E., Kamal, M., and Mahmoud, N.S., "Phytoremediation of aquaculture wastewater for water recycling and production of fish feed," *Environmen.International*,31(1),1-13(2005).
2. Chia-Chi, H., and Zydney, A. L., "Combined pore blockage and cake filtration model for protein fouling during microfiltration," *JournalofColloid and Interface Science*, 232, 389-399, (2000).
3. Yuan, W., and Zydney, A.L., "Humic acid fouling during microfiltration," *JournalofMembrane Science*, 157, 1-12 (1999).

열통합 방법을 이용한 납사 스피리터 증설

레민쿠앙, 평웨이, 최봉구, 김경민, 이문용*
영남대학교

**Debottlenecking Naphtha splitter process via using heat integration
distillation sequence**

Le Quang Minh, Feng Wei, Bonggu Choi, Gyeongmin Kim, Moonyong Lee*
Yeungnam University

To prepare the feed stocks in the naphtha reforming unit, naphtha feed stock from the hydro-treating process is separated into light naphtha, heavy naphtha, and light kerosene in sequence. In this work, the multi-effect distillation arrangements were proposed to debottleneck the naphtha splitter process. The minimum vapor flow rate at an infinite number of stages was used as a preliminary calculation to determine the benefits of these proposed arrangements. Considering the theoretical viewpoint and the total annual cost calculation, the results showed that the direct sequence with backward integration was the best alternative for the naphtha splitter process. Furthermore, the results showed that the total annual cost can be reduced most significantly through novel combination, such as the multi-effect arrangement with a side reboiler.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (KRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2012012532)

References

1. Engelen H. K., Skogestad S., "Minimum energy diagrams for multieffect distillation arrangements", *AIChE J.*, 51, 1714-1725 (2005).
2. Liu Z. Y., Jobson M., "Retrofit design for increasing the processing capacity of distillation: 1. A hydraulic performance indicator", *Chem. Eng. Res. Des.*, 82, 3-9 (2004).
3. Emtir M., Mitzsey P., Rev E., Fonyo Z., "Economic and controllability investigation and comparison of energy-integrated distillation schemes", *Chem. Bio. Eng. Quart.*, 17, 31-42 (2003).

MVR를 이용한 아세톤 메타올 분리 연구

레카오니엔, 최봉구, 김경민, 리즈카, 울리아말리아, 이문용*
영남대학교

Study of Acetone - Methanol Separation Using Mechanical Vapor Recompression

Le Cao Nhien, Bonggu Choi, Gyeongmin Kim, Riezqa Andika, Yuli Amalia Husnil, Moonyong Lee*
Yeungnam University

Non-ideal and azeotropic mixtures are mostly encountered in chemical industries. Many academic research have been conducted to investigate the azeotropic distillation process especially on finding a good approach to decrease the energy consumption to separate the respective mixtures. This study proposed a novel integrated design of azeotropic mixtures distillation process based on mechanical vapor recompression (MVR). The extractive distillation of acetone - methanol binary system that forms a homogeneous minimum - boiling azeotrope was studied. Based on the simulation result, the total energy consumption of the proposed sequence is 62% less than the existing extractive distillation configuration.

The research was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2012012532).

References

1. Linnhoff B, Dunford H, Smith R., "Heat integration of Distillation Columns into Overall Processes," *Chem. Eng. Sci.*, 38, 1175-1188 (1983).
2. Luyben WL., "Comparison of extractive distillation and pressure-swing distillation for acetone-methanol separation," *Ind. Eng. Chem. Res.*, 47, 2696-2707 (2008).
3. Kiss AA, Landaeta SJF, Ferreira CAI., "Towards energy efficient distillation technologies - making the right choice," *Energ.*, 47, 531-542 (2012).

PB-65 포스터학생

300MW급 IGCC 실증플랜트 합성가스 처리공정의 운전성 연구

리즈카, 최봉구, 율리아말리아, 레카오니엔, 전진희[†], 이문용*
영남대학교, [†]화학공학부

Operability Study of Syngas Treatment Process in 300 MW IGCC Power Plant

Riezqa Andika, Bonggu Choi, Yuli Amalia Husnil, Le Cao Nhien, Jinhee Jeon[†], Moonyong Lee*
Yeungnam University, [†]Doosan Heavy Industries and Construction

Coal is the most abundant and widely distributed fossil fuel. Hence, it becomes a key component of the energy source worldwide. The problem of using coal as the source of energy is to find a better technology to reduce its environmental footprint. Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) serves the need of cleaner energy. This technology is developed to improve thermal efficiency and to reduce carbon dioxide emissions as well as other emissions such as NO_x and SO_x. This paper focuses on the dynamic behavior of syngas treatment process in IGCC power plant. The failure of the syngas treatment process will lead to performance reduction in the power block process because of its unsuitable total sulfur specification in the treated syngas. To avoid the process failure, a sophisticated process operability is needed to ensure the process can cope with inevitable disturbances. A dynamic model of the syngas treatment process was developed using Aspen Hysys[®].

This work was supported by the Development of 300MW Class Korean IGCC Demonstration Plant Technology of the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) and Doosan Heavy Industries & Construction granted financial resource from the Ministry of Trade, Industry and Energy, Republic of Korea (2011951010001A).

References

1. Luyben WL, Tyreus BD, Luyben ML., Plantwide Process Control. New York, USA, McGraw-Hill, 1998.
2. Emun F, Gadalla M, Majozi T, Boer D., "Integrated gasification combined cycle (IGCC) process simulation and optimization," *Comp. Chem. Eng.*, 34, 331-338 (2010).
3. Casella F, Colonna P., "Dynamic modeling of IGCC power plants," *Appl. Therm. Eng.*, 35, 91-111 (2012).

PB-66 포스터학생

배치타입의 반응 증류탑 시뮬레이션 모델링

알리 와히드, 칸모드샤리크, 유스도날드, 무다시르핫산, 리즈카 안디카, 레카오네인, 이문용*
영남대학교

Modeling and Simulation of in-situ Reactive Batch Distillation

Wahid Ali, Mohd. Shariq Khan, Yus Donald Chaniago, Mudassir Hasan, Reizqa Andika, Le Cao
Nhien and Moonyong Lee*
Yeungnam University

In this investigation theoretical work is discussed for the Modeling of the operation of a Reactive Batch Distillation (RBD) Column. The study is performed to develop a RBD model for the general reversible reaction, the dynamic continuity equations of mass and energy balance are used for each unit operation. Model also includes the reaction term, for the general reaction of the type $A+B \rightleftharpoons C+D$, with in MESH equations, taken together as MESHR equations. Here time varying Distillate and column hold up are chosen in the model which results give highly non-linear coupled ordinary differential algebraic equations (DAEs). Raoult's law is taken for gas phase and Wilson Model for the liquid phase for vapor-liquid equilibrium (VLE) present in the RBD column. For solving the set of DAEs coding in the Matlab is made and the optimum value of reflux ratio and the operation batch time are obtained. The simulation is then carried out for the optimum reflux ratio and the total batch time. A case study on Esterification reaction of Acetic acid with ethanol to produce important intermediate product ethyl acetate was carrying out to test the model for the given feed conditions. The results obtained are presented and discussed to describe the dynamics performance of the Reactive distillation (RD) column.

This work was supported by the Development of 300MW Class Korean IGCC Demonstration Plant Technology of the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) and Doosan Heavy Industries & Construction granted financial resource from the Ministry of Trade, Industry and Energy, Republic of Korea (2011951010001A).

Keywords: Dynamic Model, Reactive Batch Distillation, Esterification Reaction, VLE, MESHR

References

- 1 Stankiewicz, A., & Moulijn, J.A. "Process intensification: transforming chemical engineering", Chem. Eng. Prog. 96, 22-34 (2000).
- 2 Luyben, W.L., "Multicomponent Batch Distillation. 1. Ternary systems with Slop Recycle", Ind. Eng. Chem. Res. Vol. 27, No. 4, 1988, 642-647 (1988).
- 3 Kai S., "Kienle Reactive Distillation status and future", published by Wiley-VCH, pg 3-13, (2002).
- 4 Taylor, R., & Krishna, R., "Review Modelling reactive distillation", Ch. Engg. Sc. 55 pg. 5183-5229 (2000).
- 5 Domingos, B., Michael F. D., "Design and minimum-reflux calculations for single-feed multicomponent reactive distillation columns", Chemical Engineering Science. 43 (7). 1523-1537 (1988).

액화공정의 에너지 검토를 위한 정상상태의 최적 분석

율리아말리아, 최봉구, 레카오 니엔, 팡 웨이, 리즈카 안디카, 이문용*
영남대학교

Steady-state optimality analysis for investigating the energy optimal operation of liquefaction cycles

Yuli Amalia Husnil, Bonggu Choi, Le Cao Nhien, Wei Feng, Riezqa Andika, Moonyong Lee*
Yeungnam University

This study examined the optimal operation of C3MR (Propane Precooled Mixed Refrigerant), MSMR (Modified Single Mixed Refrigerant), and DMR (Dual Mixed Refrigerant) process. First, rigorous dynamic simulation in Aspen Hysys was developed for each liquefaction cycle. Second, steady-state optimality analysis [1] in the developed dynamic environment was conducted to explore the operational behavior of each cycle. From this analysis, a map that describes the relation between cost function and decision variable of each cycle is obtained. By exploring this map a promising optimizing variable for each cycle is discovered which further can be used to develop an energy optimizing control structure for respective cycle.

The steady-state optimality map shows that despite the same basic working principles, the operational behavior of the three cycles is dissimilar. DMR has the narrowest optimal operation range while in SMR cycle optimum value of cost function spans in relatively wide range of decision variable. The feasible operation of C3MR and DMR is bounded by the suction temperature of mixed refrigerant compressor while in MSMR cycle this constraint is inactive.

Based on the steady-state optimality analysis temperature difference between the warm-end inlet and outlet MR streams (TD) were proposed to be a promising optimizing variable for C3MR while for DMR and MSMR process is the flow rate ratio of the two working mixed refrigerant. Energy optimizing control structure for each cycle was developed around the proposed variables and found to have a favorable dynamic performance.

This study was supported by a grant from the Gas Plant R&D Center funded by the Ministry of Land, Transportation and Maritime Affairs (MLTM) of the Korean government.

References

1. Husnil Y. A., Yeo G., Lee M., "Plant-wide control for the economic operation of modified single mixed refrigerant process for an offshore natural gas liquefaction plant", *Chem. Eng. Res. Des.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.cherd.2013.11.009>. (2013)

SMR 냉각 사이클을 이용한 에너지 절약형 증류탑

차니아고 유스 도날드, 칸모드샤리크, 리즈카 안디카, 와히드 알리, 최 봉구, 이문용*

영남대학교 화학공학부

Energy Efficient Distillation Column of Integration Single Mixer Refrigeration Plant

Yus Donald Chaniago, Mohd Shariq Khan, Riezqa Andika, Wahid Ali, Bonggu Choi, Moonyong Lee*

School of Chemical Engineering, Yeungnam University

*mynlee@yu.ac.kr

Natural Gas Liquid (NG Liquid) as a product of natural gas is one of important product that is produced from non-renewable sources, therefore, effective design of process becomes more important in order to make more efficient energy use. In Korea, NG Liquid is one of important energy for public; it must be beneficial if there is a study to improve NG Liquid process. Nowadays, many novel of process integration are developed to obtain more effective process, one of them is Integration Single Mixer Refrigeration (SMR) Plant with NG Liquid production. This study is focused on advanced scheme of NG Liquid distillation process from one of SMR Process, Korea SMR (KSMR) Plant. NG Liquid is recovered by utilizing direct sequence distillation. However, conventional distillation sequences have low thermodynamic efficiency. NG Liquid is performed in energy efficiency thermally coupled distillation scheme. Proposed thermally coupled distillation scheme decrease energy consumption in reboiler duty. Several thermally coupled distillation sequence are applied and compared among them with recovery and purity constrains

This study was supported by R&D Center for valuable recycling

(Global-Top-Environmental-Technology Development Program) funded by Ministry of Environmental (Project No:11-A13-OD)

References

1. Khan MS, Lee MY, Design optimization of single mixed refrigerant natural gas liquefaction process using the particle swarm paradigm with nonlinear constraints, *Energy* 49 146-155 (2013).
2. Getu M, Khan MS, Long NDV, Lee MY, Studying the effect of feed composition variation on typical natural gas liquid (NGL) recovery processes, *Computer Aided Chemical Engineering*, 31 405-09 (2012).
3. Hudson HM, Wilkinson JD, Cuelar KT, Pierce MC, Integrated Liquids Recovery Technology Improves LNG Production Efficiency, 82nd Annual GPA Convention, Texas, (2003).

수정된 축 하향 방법을 사용한 천연가스 처리공장 최적화

김경민, 칸모드샤리크, 박진호, 와히드알리, 최봉구, 이문용*
영남대학교

Optimization of Natural gas processing plant using modified coordinate decent methodology

Gyeongmin Kim, Mohd Shariq Khan, Chinho Park, Wahid Ali, Bonggu Choi, Moonyong Lee*
Yeungnam University

Modified Coordinate Decent (MCD) methodology[1] is presented in application to process optimization problems. The MCD methodology is developed to address the optimization problem encountered in the NG processing cycle, including the operation of a NG liquefaction plant, which was rather challenging using traditional optimization approaches[2,3]. Search initialization inspiring by pattern search, sequential coordinate randomization and box space search are the notable modification made in the conventional coordinate decent algorithm. The convergence and robustness in calculation of proposed methodology is demonstrated using extensive numerical test problems. Finally the MCD algorithm is coded in Visual Basic and exploited for optimization of two process design problems developed in commercial simulator. Successful optimization of Korea SMR liquefaction cycle and DWC configuration for BTX separation is performed using MCD. The strong points of MCD are its robust convergence, small control parameters and simple implementation hence making it suitable for process optimization problems developed in commercial simulator. Although claiming a global optimum with MCD is still debatable, its simple implementation and ability to solve practical problems have made it a useful methodology for practitioners.

This research was supported by a grant from the Gas Plant R&D Center funded by the Ministry of Land, Transportation and Maritime Affairs (MLTM) of the Korean government.

References

1. Venkataraman P., Applied optimization with MATLAB programming. 2nd ed New York, USA Wiley, 2009.
2. Aspenlund A, Gundersen T, Myklebust J, Nowak MP, Tomasgard A. "An optimization-simulation model for a simple LNG process", *Comp. Chem. Eng.*, 34, 1606-1617 (2010).
3. Nogal FD, Kim JK, Perry S, Smith R., "Optimal design of mixed refrigerant cycles," *Ind. Eng. Chem. Res.*, 47, 8724-8740 (2008).

금속산화물 종류에 따른 NF_3 촉매분해 특성

김용술, 최희영, 지찬태, 이태훈, 성연백, 박노국, 이태진, 장원철[†]
영남대학교 화학공학부, [†](주)코캣

Catalytic decomposition of NF_3 with some metal oxides

Yong Sul Kim, Hee-Young Choi, Chan Tae Ji, Tae hoon Lee, Yeon Baek Seong,
No-Kuk Park, Tae Jin Lee*, Won Chul Chang[†]
School of Chemical Engineering, Yeungnam university, [†]KOKAT Inc.

반도체 제조공정에서 에칭 및 세정용 가스로 사용되는 삼불화질소(NF_3)는 전 세계적으로 발생량이 적어 6대 온실가스에는 포함되어 있지 않지만, CO_2 대비 지구온난화 지수인 GWP가 17000에 달한다. 따라서 최근, 교토 의정서 규제대상 온실가스 중에는 NF_3 를 포함한 불화온실가스를 배출감축 최우선 후보로 지정하고 있다. NF_3 는 물에 의한 가수분해 반응, 산소에 의한 산화반응을 통해 질소산화물과 불소화합물로 분해되며, NF_3 분해를 위한 촉매로는 고체산 촉매들이 사용된다. 본 연구에서는 금속산화물 촉매상에서 물을 주입하였을 경우와 그렇지 않은 경우의 촉매의 활성을 비교하였으며, 금속산화물 촉매로는 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, ZrO_2 등이 사용되었다. 반응은 온도 400 °C, 공간속도 15000 ml/g·h에서 수행되었으며, syringe펌프를 이용하여 증류수를 주입한 후, 이를 증기화 하여 반응기로 공급하였다. 실험에 사용된 여러 금속산화물 촉매 중 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 가 NF_3 분해에 가장 적합한 것으로 확인되었으며, 물을 주입하였을 경우 더 좋은 성능을 나타내었다. 또한 반응 전후의 촉매 물성변화는 질소흡착법, XRD, SEM, EDX 에 의하여 분석되었다.

디젤 연료 개질을 위한 촉매 지지체 개발

성연백¹, 이태훈¹, 김용술¹, 지찬태¹, 최희영¹, 박노국¹, 이태진*
영남대학교¹

For diesel fuel reforming catalyst support development

Yeon Baek Seong¹, Tae Hoon Lee¹, Yong Sul Kim¹, Chan Tae Ji¹, Hee-Young Choi¹,
No-Kuk Park¹, Tae Jin Lee*
Yeungnam University¹

최근 전 세계적으로 에너지 문제가 대두되고 있다. 기존의 에너지를 대체할 새로운 에너지에 대한 연구가 많이 진행되어 왔으며 그 중 현대 사회와 밀접한 관계인 수송 분야에 적용되고 하는 연료전지에 대하여 관심을 가지게 되었다. 연료전지의 경우 디젤 연료를 직접 개질시켜 수소를 생산할 필요가 있기 때문에 연료전지의 다양한 연구 분야 중 연료 개질에 대한 연구를 진행 하였다. 연료 개질 과정이 상당히 높은 온도에서 진행되기 때문에 개질 과정 자체에도 많은 에너지가 필요하기 때문에 필요한 에너지를 줄일 필요가 있다. 낮은 에너지를 가하여도 충분히 반응이 일어나기 위해서는 촉매가 필요하였고 촉매를 좀 더 효과적으로 이용하기 위하여 지지체를 형성할 필요가 있었다. 본 연구에서는 촉매를 담지 할 지지체를 다공성으로 만들어 표면적을 증가 시키고, 소결에 의한 표면적 감소를 고려하여 표면적이 넓은 마이크로 채널에 촉매 지지체를 코팅하여 더 많은 표면적을 형성 시켰다. 촉매를 마이크로채널에 형성시킨 결과 많은 박리가 일어났었고, 그에 따라 버퍼층을 형성시켜 박리가 일어나는 것을 감소시켰다.

참고문헌

1. N. K. Park and T. J. Lee Vol. Journal of Nanoscience and Nanotechnology(13), 7493-7497(2013)
2. N. K. Park and T. J. Lee Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 585 Taylor & Francis Group, LLC, 82-93(2013)

메탄올-요소 반응계로부터 생성되는 최적의 디메틸카보네이트 합성

지찬태, 박노국, 김용술, 최희영, 성연백, 이태훈, 이태진*, 강석환[†]
영남대학교, [†]고등기술연구소

Synthesis of optimum dimethyl carbonate from urea and methanol

Chan Tae Ji, No-Kuk Park, Yong Sul Kim, Hee Young Choi, Yeon Baek Seong, Tae Hoon Lee,
Tae Jin Lee*, Suk Hwan Kang[†]
YoungNam University, [†]Korea Research Institute of Chemical Technology

디메틸카보네이트(DMC)는 독성과 부식성이 강한 포스젠, 염화메틸을 대체할 수 있는 친환경적인 유기화합물로 각광 받고 있다. 본 연구에서는 메탄올-요소 반응계로부터 DMC 합성을 진행하고 있다. 이 합성 공정은 총 3단계로 이루어져 있다. 1단계로 요소와 메탄올의 반응에서 메틸카바메이트(MC)가 생성이 되고, 2단계로 MC와 메탄올의 반응에서 DMC가 생성이 된다. 그리고, 3단계로 생성된 MC와 DMC의 반응으로 부산물인 N-메틸메틸카바메이트(NMMC)가 생성이 된다고 보고 되어 있다. 즉, 최종생성물이 부산물이기 때문에 이를 방지하기 위하여 최대의 DMC 수율을 얻기 위한 최적의 조건을 찾을 필요성이 있다. 본 연구에서는 반응시간, 반응온도, 압력, 교반속도, 촉매량 등 각 조건을 변화시키면서 DMC 합성 반응 거동조사를 하였다. 높은 촉매적 활성을 나타내는 산화아연을 촉매로 하여 반응조건을 20 bar, 170 °C, 400 rpm으로 고정을 하고 반응시간에 따른 DMC 합성 반응을 하였을 때, 1 hr내에 1단계 반응에서 생성되는 MC의 수율이 최대가 된다. 그 후, 반응시간을 더 오래 하였을 때 MC의 수율은 감소하고 그와 반대로 DMC의 수율이 증가하는 2단계 반응이 진행된다. 반응시간을 증가할수록 DMC의 수율 상승폭은 점점 감소하게 되면서 15 hr 일 때, 최대의 수율을 얻고 난 후 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 3단계 반응이 점점 많이 진행되는 것을 알 수 있다. 이와 마찬가지로 다른 조건을 조사하고 난 후, 최적의 반응조건은 Methanol 40 mL(1 mol), urea 3 g(0.05 mol), ZnO catalyst 1 g, 10 hr, 25 bar, 175 °C, 600 rpm 이었고, 이 때의 DMC 수율은 22.66 % 이었다.

참고문헌

1. Daniele Delledonne; Franco Rivetti; Ugo Romano. Developments in the production and application of dimethylcarbonate, Applied Catalysis A : General, 2001, 221, 241-251
2. Eun-Sil Seo; No-Kuk Park; Won-Chul Chang; Tae-Jin Lee; Byung-Gwon Lee. Direct Synthesis of Dimethyl Carbonate by $Ce_{1-x}Zr_xO_2$ Catalysts, J. Korean Ind. Eng. Chem, 2002, 13, 241-246
3. Bolun Yang; Dongpeng Wang; Hongye Lin; Jianjun Sun; Xiaoping Wang. Synthesis of dimethyl carbonate from urea and methanol catalyzed by the methallic compounds at atmospheric pressure, Catalysis Communications, 2006, 7, 472-477
4. Wei-Li Dai; Sheng-Lian Luo; Shuang-Feng Yin; Chak-Tong Au. The direct tranformation of carbon dioxide to organic carbonates over heterogeneous catalysts, Applied Catalyst A : General, 2009, 366, 2-12
5. Wangrae Joe; Hye Jin Lee; Ung Gi Hong; Young Soo Ahn; Chan Ju Song; Bum Jin Kwon; In Kyu Song. Synthesis of dimethyl carbonate from urea and methanol over $ZnO(X)-CeO_2(1-X)$ catalysts prepared by a sol-gel method, Journal of industrial and Engineering Chemistry, 2012, 18, 1018-1022

진공증류를 이용한 폐감광액 회수

최봉구¹, 유스도날드차니아고¹, 리즈카엔디카¹, 와히드알리¹, 구기갑², 이문용*¹

¹영남대학교 화학공학부

²서강대학교 화공생명공학부

Waste Solvent Recovery from Photoresist Stripper using Vacuum Distillation Column

Bonggu Choi¹, Yus Donald Chaniago¹, Riezqa Andika¹, Wahid Ali¹, Kee Kahb Koo², Moonyong Lee*¹

1. School of Chemical Engineering, Yeungnam University

2. Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Sogang University

*mynlee@yu.ac.kr

Nowadays, semiconductor is one of the major industries in the world. In manufacturing process, huge amount of solvents have been used and 7th generation of the TFT-LCD panels was developed, the consumption of the photoresist stripping solution was increased up to 6 times more than the 3rd generation process. Process emitted 50-60% of the gaseous pollutants in the 5th generation of TFT-LCD process. Therefore it is very important for TFT-LCD manufactures to cut down the production which is related with costs as well as to protect the environment from the industrial wastes. In this work, alternative treatment process was proposed. Solvents were recovered by using sequential distillation system instead of burning them in high temperature incinerator which causes the environmental problem. Several distillation sequences which using feasibility result of operation condition constrains and the best distillation sequence with recommended conditions were proposed.

R&D Center for Valuable Recycling (Global-Top Environmental Technology Development Program) funded by the Ministry of Environment.(Project No.:11-A13-OD) and Kee Kahb Koo.

References

1. P.E. Dahlgren, Solvent Recycling for Reuse in Semiconductor Manufacturing, IEEE/UCS/SEMI International Symposium on Semiconductor Manufacturing, 17-19 Sep, Austin, TX, p.205-209 (1995)
2. H.Nishida, Y.Nagao, A.Igawa, Chemistry of Photoresist Reclamation, Proc. SPIE 3333, Advances in Resist Technology and Processing XV, Santa Clara, CA, 1406-1412 (1998).
3. H.Nishida, H.Kikuchi, K.Yano, H.Matsuda, A New Photoresist Stripper and System for Recycling it, Proc. SPIE 3678, Advances in Resist Technology and Processing XVI, Santa Clara, CA, 658 (1999)

Power Generation Characteristics of a Sandwich-Type Self-Heating Thermoelectric Generator

신수진, 손효주, 윤한라, 윤혜진, 위대현*
이화여자대학교 환경공학과

The feasibility of a unique design of thermoelectric generators, in which a heat source is combined with thermoelectric elements, is investigated. By placing heat-generating radioactive isotopes inside the thermoelectric elements, the heat transfer limitation between the generator and the heat source can be eliminated, ensuring simplicity. The inner electrode is sandwiched between identical thermoelectric elements, which naturally allows the inner core to act as the hot side. Analysis shows that conversion efficiency and power density increase as the heat density inside the thermoelectric elements increases and as the thermoelectric performance of the material improves. The theoretical maximum efficiency is shown to be 50%, when heat source is uniformly distributed. We propose a method to alleviate the problem of low efficiency. The main idea is to distribute the heat source in a nonuniform fashion. In particular, we concentrate heat source near the hot end rather than near the cold end of the thermoelectric element. Since more heat is being generated at a place with higher temperature, a higher efficiency than that of the previous design, where the heat source was distributed uniformly between the hot end and the cold end of each element, may be achieved. Realistic performance under practical constraint is typically worse than the theoretical estimate of maximum efficiency. On the other hand, the power density of the proposed design exhibits a much more reasonable value. Although the efficiency is low, the simplicity of the proposed design combined with its reasonable power density may result in some, albeit limited, potential applications. Further investigation must be performed in order to realize such potential.

Cr(VI) 이온 제거용 Pd-Fe₃O₄ 합성 및 특성평가

손연선[†], 박인수[‡], 정강섭[‡], 허운혜[§], 원동신[§], 김필*^{†§}

[†]전북대학교 반도체·화학공학부, [‡]한국 지질자원연구원,

[§]전북대학교 에너지 저장·변환공학과

다양한 폐수 내에 존재하는 중금속 이온은 인체에 유입 되었을 때 각종 질병을 유발하는 것으로 알려져 있다. 폐수내의 중금속을 효과적으로 제거하기 위하여 전해채취, 이온교환, 흡착 등 여러 공정이 연구되고 있으며, 그 중에서도 흡착은 간단하고 효과적인 방법으로 주목 받고 있다.

많은 중금속 이온들 중에서 인체 유해성이 매우 높고 제거하기 어려운 금속 이온 중에 하나가 Cr(VI)이온이다. Cr(VI)이온을 제거하기 위해 생물유래의 소재와 기능성 고분자, 철 화합물 등 다양한 종류의 흡착제가 연구되었는데, 생물유래 소재는 흡착 시간이 길고, 기능성 고분자의 경우 흡착용량이 적고 제조가 어렵다는 단점이 있다. 그러므로 철 산화물을 기반으로 하는 흡착제가 흡착용량이나 제거 효율 측면에서 가장 우수하다고 평가되고 있다. 이들은 중금속 이온의 흡착 성능이 우수할 뿐만 아니라 흡착 공정 후에 자성을 이용하여 회수가 가능하다는 장점이 있다.

하지만 철 산화물만 사용하여 Cr(VI)이온의 흡착할 경우 용액의 pH에 의존하는 경향을 보인다. pH가 낮을 때는 흡착이 용이하지만 pH가 높아지면 흡착이 거의 되지 않기 때문에 Cr(VI)을 완전히 제거하기 위해서는 다량의 흡착제로 오랜 시간 흡착을 진행하거나, 산을 첨가하여 용액의 pH를 낮추어야한다. 이 경우 산을 제거하는 공정이 더 추가되는 등 시간 및 비용 면에서 경제적이지 못하다.

본 연구에서는 Pd와 Fe₃O₄를 혼성화 하여 Pd-Fe₃O₄를 제조하고 Cr(VI)이온 제거 성능을 평가하였다.

밀집도 분석을 통해 본 국내 바이오매스 에너지 잠재량

신지훈, 국진우, 김예라, 이시훈[†]

[†]전북대학교 자원에너지 공학과

Domestic energy potential of biomass resources with the analysis of space density

Shin, Ji-Hoon, Kook, Jin-woo, Kim, Ye-Ra, Lee, See-Hoon[†]

[†]Chonbuk National University, Department of Mineral Resources and Energy Engineering

본 연구는 국내 바이오매스 자원의 에너지 밀집도를 분석하기 위해 국내에서 발생하는 바이오매스 자원들을 정성 및 정량 분석 한 후에 밀집도를 비교 분석하였다. 바이오매스 밀집도 비교를 위하여, 주요도시 5곳을 선택하였다. 또한, 선택된 국내 주요 도시별 반경 30km, 60km, 90km으로 구분하여 밀집도를 비교 분석하였다. 국내 주요 도시별 바이오매스 밀집도를 통하여 비용-경제성이 우수한 바이오매스 에너지 전환 공정들을 제안하였다. 국내에서 발표된 농산, 임산, 축산, 도시 생활 폐기물 등의 발생량을 기존 문헌들[1-7]을 통해 분석하였고 바이오매스 자원별 에너지 밀집도를 비교하기 위하여 모두 TOE 기준으로 전환하여 계산하였다. 총 바이오매스 에너지 잠재량이 가장 높은 도시는 서울 반경 30km 구간이었으며, 대구, 대전 반경 30km 구간이 그 뒤를 이었다. 인구 밀집도가 높은 서울에서는 도시 생활 폐기물 잠재량이 매우 높았으나 반경 60km, 90km를 벗어날 수록 급격한 도시 생활 폐기물 밀집도 하향을 보였다. 육지 바이오매스를 기준으로 다룬 본 연구에서는 내륙에 위치한 도시들의 높은 바이오매스 밀집도를 확인 할 수 있었다. 이에 따라 서울, 부산 등은 도시 생활 폐기물을 전용으로하는 에너지 전환 공정이 유리할 것으로 예상되며, 그 외의 지역에서는 임산 부산물 전용, 또는 임산 부산물과 기타 자원들의 혼합 이용이 바이오매스 자원의 에너지 이용에 적합할 것이다.

참고문헌

1. 신재생에너지센터, <http://www.energy.or.kr>
2. 통계청, <http://kosis.kr/p>
3. 환경부, 2010, 전국 폐기물 발생 및 처리현황
4. 산림청, 2011, 임산물생산조사결과보고
5. 환경부, 한국환경공단, 2010, 전국 폐기물 발생 및 처리현황
6. 통계청, 2010, 가축동향
7. 통계청, 2010, 도 농작물생산통계

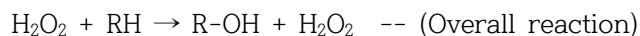
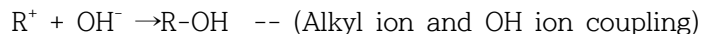
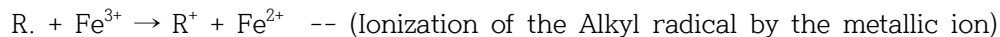
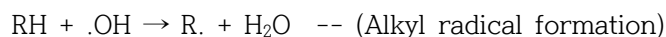
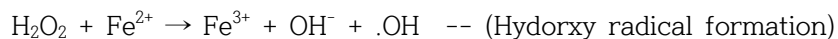
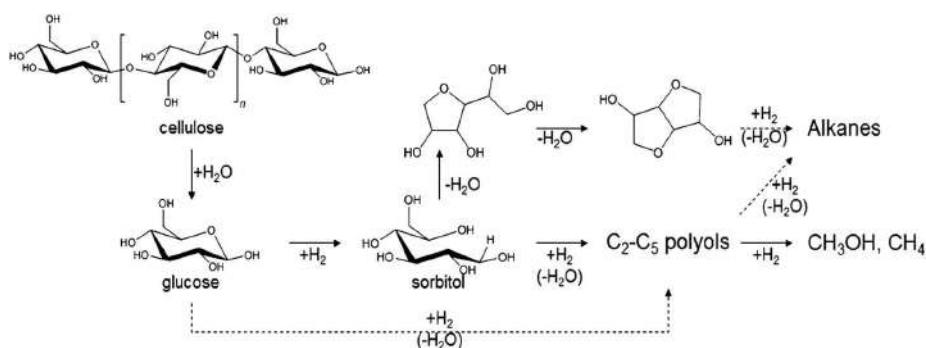
Methanol preparation from water soluble cellulose by Fenton type radical reaction

Ju-Il Kim 1, Ju-Heon Lee 1, Dae-Geun Kim 1, In Hwa Lee 2*

Department of Energy Convergence, Chosun University, Gwangju 501-759, Republic of Korea 1

Dep. of Environmental Engineering, Chosun University, Gwangju 501-759, Republic of Korea 2*

Depolymerization and liquid phase radical oxidation were conducted with water soluble cellulose such as methyl cellulose(MC), carboxymethyl cellulose(CMC), hydroxypropyl methyl cellulose(HPMC), hydroxyethyl cellulose(HEC) and hydroxypropyl cellulose(HPC) with the hydrogen peroxide and iron were added in the high pressure reactor by controlling the reaction temperature. Many volatile carbons such as methanol, carbon dioxide, formaldehyde, acetaldehyde, formic acid, acetone, acetic acid and water were formed after radical oxidation it was found that major product is methanol through the GC-MS and GC-FID analysis. Among the water soluble cellulose, MC showed the highest yield of methanol analyzed by internal standard quantitative method. MC, water, 30% hydrogen peroxide and iron(III) sulfate put into batch reactor without pretreatment and reacted temperature range of 100-170°C. The reaction was progressed very explosively the pressure raised up to 10 to 40bar. The highest methanol yield obtained 24.3% at 150°C.



참고문헌

1. Chizuru Sasaki, Keisuke Sumimoto, Chikako Asada, Yoshitoshi Nakamura(2012) Direct hydrolysis of cellulose to glucose using ultra-high temperature and pressure steam explosion. *Carbohydrate Polymers* 89:298-301
2. D.B. Choi, B.Y. Ryu, Y.L. Piao, S.K. Choi, B.W. Jo, W.S. Shin, H. Cho(2008) Studies on Saccharification from Alginate using stenotrophomonas maltophilia *JIEC* 2:182-186

Bioalcohol Preparation with Chemically Saccharified Glucose from Methyl Cellulose by *Zymomonas mobilis*

Seo-Jin Park 1, Jung-Eun Seo 1, In Hwa Lee 2*

Department of Energy Convergence, Chosun University, Gwangju 501-759, Republic of Korea 1

Dep. of Environmental Engineering, Chosun University, Gwangju 501-759, Republic of Korea 2*

The of chemically saccharified glucose by the microorganism was conducted with depolymerized methyl cellulose by radical catalytic reaction. After methyl cellulose was depolymerized by the radical catalytic reaction at 150°C for 6hr in simple batch reactor, volatile contents and sugars separated by rotary evaporator sequently. Reducing sugars concentration was 13 g/L analyzed by 3,5-dinitrosalicilic acid (DNS) method at 570nm UV-VIS spectrophotometer. For the purpose of remove the remained radicals, hydroquinone added as radical scavenger to sugars or sonication was performed before the fermentation. The radical removal efficiency was analyzed by 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl(DPPH) UV absorption method. The sugars was cultivated with the *Zymomonas mobilis*(KCTC, 1534) in shaking incubator at 30-33°C for 48hr as glucose culture medium fermentation for control. The maximum yield of ethanol is 0.02 g/g from sonicated substrate whereas is 1.7 mg ethanol/mg glucose from untreated substrate, 91.5% increased.

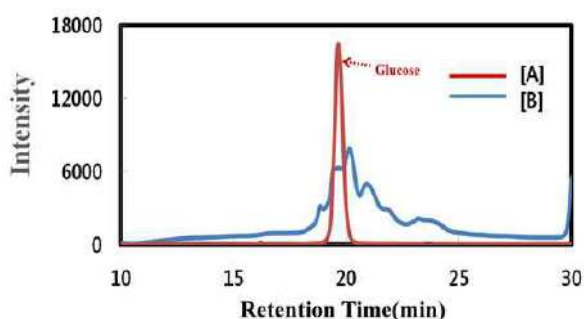


Fig. 1. GPC Chromatogram of reagent glucose 1g/L [A], methyl cellulose was saccharified by the radical catalytic reaction at 100°C for 6h in hydrothermal synthesis reactor[B].

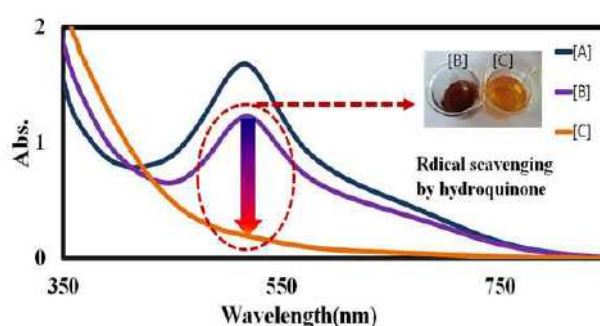


Fig. 2. UV-vis spectrometer of 0.2mM DPPH[A], methyl cellulose was saccharified by the radical catalytic reaction at 150°C for 6hr in simple batch reactor[B], Hydroquinone added into saccharified methyl cellulose as radical scavenger[C].

참고문헌

1. Jiacheng Shen, Foster A. Agblevor(2010) Modeling semi-simultaneous saccharification and fermentation of ethanol production from cellulose. *Biomass and Bioenergy*. 34:1098-1107
2. T. R. Kannan, G. Sangiliyandi, and P. Gunasekaran(1998) Improved ethanol production from sucrose by a mutant of *Zymomonas mobilis* lacking sucrases in immobilized cell fermentation. *Enzyme and Microbial Technology*. 22:379-184

Emerging Chinese Emission Trading Scheme and Prospects for Implementing Northeast Asian Emission Trading Scheme

Hyuna Kim*, Hyun Jun Park[†], Zixin Wei[†]

Department of Economics, Faculty of Business and Economics, Chung-Ang University [†]Department
of Industrial Economics, Faculty of Business and Economics, Chung-Ang University

It is now an established fact that the role of China will be crucial in the context of climate change control. The rapid economic expansion of China has been accompanied by a higher growth of energy consumption, leading to a significant increase of carbon intensive capital and of greenhouse gas emissions in recent years.

This study provides a model assessment of the role of Northeast Asia in the context of climate change policies. We diagnose the potential response of Northeast Asian economies, mainly South Korea, China and Japan, to the imposition of various climate policies. The study shows that if we were to implement climate policy scenarios, China would be the country where the largest absolute emissions reductions occur.

We thus propose a fragmented cap-and-trade scheme with a specific regional market for Northeast Asia, "South Korea, China and Japan Joint Emission Trading Scheme (Northeast Asia ETS)." We assess the role of the Northeast Asia ETS on the macro-economy and international transfers face-to-face the standard case of global trading. Our results indicate that creating two large trading markets would result in small global efficiency losses, while at the same time generating more reasonable regional incentives and transfers.

One-pot synthesis of high magnetization FeCo nanoparticles by modified polyol process and effect of ultrasound irradiation

Rambabu Kuchi, Chi Hieu Luong, Kyung Min Lee, Thanh Son Vo, Yelim Lee, Jong-Ryul Jeong*
Department of Materials Science and Engineering and Graduate School of Green Energy
Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

FeCo nanoparticles with different Fe/Co ratios have been prepared from the metal chlorides and by surfactant free modified polyol process. Ethylene glycol was used as a solvent, reducing agent in this process. An ultrasound irradiation in polyol process affects the morphology change from dumb-bell to spherical shape. In the polyol nanoparticle synthesis an ultrasonic irradiation might induce a better formation kinetics and morphological uniformity.[1-3] All the synthesized samples were annealed at 600°C for 2 hrs by passing hydrogen gas. X-ray diffraction (XRD) data on the samples confirm that in all the compositions got a single phase body-centered-cubic structured FeCo alloy. Transmission Electron Microscopy (TEM) data suggested that the annealed ultrasonicated FeCo nanoparticles are of 18-25 nm in size and spherical shape. The vibrating sample magnetometer (VSM) measurements reveals that the Fe₆₀Co₄₀ had highest magnetization of 236 emu/g among the all samples.

참고문헌

1. Jungho Cho and Jong-Ki Jeon, "optimization study on the azeotropic distillation process for isopropanol alcohol dehydration." korean J. Chem, Eng.. 23(1), 1-7 (2006)
2. Al-Amer, A.M.. "Investing polymeric entrainers for azeotropic distillation of ethanol/water and MTBE/methanol systems," Industrial and engineering Chemistry Research, 39, 3901 (2000)
3. M.A.S.S. Ravagnania, M.H.M. Reisa, R. Maciel Filho(b), M.R. Wolf-Maciel(b), "Anhydrous ethanol production by extractive distillation: A solvent case study" Process Safety and Environmental Protection 88 (2010) 67-73

PB-81 포스터학생

Study on magnetic resonance of metal/insulator/metal artificial magnetic structures

Thanh-Son Vo, Hieu Luong Chi, Jong-Ryul Jeong*

Department of Materials Science and Engineering and Graduate School of Green Energy Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

In recent years, a group of magnetic resonance structures has received much attentions due to their interesting magnetic properties and potential applications to high frequency devices. In general, natural magnetic materials are limited by getting ferromagnetic resonance (FMR) at very low frequency from 1 GHz to few hundred GHz. In order to obtain the magnetic resonance at high frequency region such as THz and visible range, various artificial magnetic structures are proposed including SRR (split ring resonator) etc. Recently multilayer of non-magnetic layer MIM (Metal/Insulator/Metal) with the dimension smaller than diffraction limit was reported to get the magnetic resonance in Infrared and visible range. In this work, we have investigate electromagnetic responses in Au/MgF₂/Au nanodiscs at visible wavelength region by using finite-difference time-domain calculation. It was found that there exist electric and magnetic responses, which originate from the coupling of localized surface plasmons (LSPs) on multiple Au layers. The effects of various geometric parameters including size, thickness, and interdistance on the effective magnetic permeability and magnetic loss tangent will be discussed.

참고문헌

1. De Li, Ling Qin, Dong-Xiang Qi, Feng Gao, Ru-Wen Peng, Jin Zou, Qian-Jin Wang and Mu Wang, J. Phys. D: Appl. Phys., 43, 345102 (2010).

PB-82 포스터학생

RF magnetron sputtering 방식으로 증착한 gadolinium gallium garnet (GGG)기판 위의 yttrium iron garnet (YIG) 박막의 구조적, 자기광학적 특성 연구

이경민, 이예림, 정종율*

충남대학교 재료공학과, 에너지과학기술대학원

A Study of structural and magneto-optical properties of YIG thin film on GGG substrate prepared by RF magnetron sputtering method

Kyung-Min Lee, Yelim Lee, Jong-Ryul Jeong*

Department of Materials Science and Engineering and Graduate School of Green Energy Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

$Y_3Fe_5O_{12}$ (YIG)박막은 고주파 손실이 매우 작은 전자기 특성과 Faraday 회전이 매우 큰 자기광학특성 때문에 Circulator나 Isolator 등의 고주파 소자나 광통신소자로 널리 활용되고 있다.[1] 최근에는 YIG가 가지는 자성절연체로의 특성으로 인하여 Spin Seebeck Effect를 이용한 열전소자의 소재로도 각광받고 있다. 다양한 YIG 박막 제조 방법 중에 RF sputtering 방법은 원자단위의 균질한 박막의 제조가 가능하고, 타겟에 따라 조성이 결정되어 박막 재연성이 우수한 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 $Gd_3Ga_5O_{12}$ (GGG)기판 위에 RF magnetron sputtering 방식으로 증착된 YIG 박막의 자기적 및 자기광학적 특성을 연구하였다. 본 연구에서는 $Y_3Fe_5O_{12}$ 조성의 혼합분말을 900~1,300°C에서 소결성을 확인 하였으며, 1,200°C에서 적절한 소결 온도를 확인하였다. YIG 박막은 RF sputtering에 의해 증착 후 700 °C ~ 1000 °C에서 post-annealing을 통해 결정화하였다. 박막 증착 후 post-annealing 온도에 따른 YIG/GGG 박막의 구조적, 자기광학적 특성을 XRD, SEM, AFM, VSM, MOKE를 이용하여 분석하였다.

참고문헌

1. Setsuo Yamamoto*, Hirofumi Kuniki, Hiroki Kurisu, Mitsuru Matsuura, and Pyungwoo Jang. phys. stat. sol. (a) 201, No. 8, 1810-1814 (2004)

PB-83 포스터학생

Roto탄 Char의 열분해 온도 (300 - 900 °C)에 따른 가스화 반응 연구

공용진***, 임영준*, 임정환*, 이영우**, 이시훈*, 유지호*

*한국 에너지 기술 연구원,

**충남대학교 녹색전문기술대학원

Gasification Behavior of Roto Coal Chars Pyrolyzed at 300 - 900 °C

Yongjin Kong Youngjoon Rhim, Junghwan Lim, Youngwoo Lee, Sihyun Lee, Jiho Yoo

*Korea Institute of Energy Research (KIER),

**Graduate school of green energy technology, Chungnam national university

석탄 이용 시 비교적 작은 분자들의 휘발이 초기에 많이 일어나고, 이것은 생성된 char의 homogeneous 또는 heterogeneous 반응에 영향을 미친다. 그러므로 온도에 따른 carbonization 특징의 이해는 중요하다. 이에 본 연구에서는 넓은 온도 범위에서 제조된 다양한 석탄 char들의 가스화 반응성을 알아보았다. Roto 원탄과 이를 이용해 만들어진 무회분탄 및 잔탄을 대상으로 300 ~ 900 °C 에서 제조된 char에 대해 반응이 이루어졌다. 열분해 온도가 낮을수록 휘발분과 기능기들이 많이 남아있어 높은 반응성을 보였다. 원탄과 잔탄의 char는 반응성이 유사 하였으나, 무회분탄은 상대적으로 낮은 반응성을 보였다. 이는 무회분탄 제조 공정에 의해 반응성에 차이가 있을 수 있음을 의미하며, 본 연구를 통해 열분해 온도에 따른 다양한 char들의 가스화 반응성을 확인할 수 있었다.

촉매를 이용한 Samwha탄과 Drayton탄의 좌-이산화탄소 가스화 반응특성 연구

김상겸¹, 황순철¹, 조종훈¹, 김정수¹, 이도균^{2†}, 이상현^{2†}, 이시훈^{3‡}, 유지호^{3‡}, 이영우^{1*}
충남대학교 녹색에너지기술전문대학원¹, [†]충남대학교 바이오응용화학학과²,
[‡]한국에너지기술연구원³

Kinetic of catalytic gasification using Samwha and Drayton coal under CO₂ atmosphere

Sang Kyum Kim¹, Soon Cheol Hwang¹, Jong Hun Jo¹, Jung Su Kim¹, Do Kyun Lee^{2†},
Sang Heon Lee^{2†}, Ji Ho Yoo^{3‡}, SiHyun Lee^{3‡}, Young Woo Rhee^{1*}

Graduate School of Green Energy Technology, Chungnam National University 1

[†]Department of Applied Chemistry and Biological Engineering, Chungnam National University 2

[‡]Clean Coal Center, Korea Institute of Energy Research 3

석탄은 세계적으로 매장량이 풍부하여 석유를 최우선적으로 대체하게 될 에너지원이다. 석탄가스화는 크게 열분해(pyrolysis)와 차(char) 가스화 반응으로 구분할 수 있다. 열분해 과정은 수분의 증발과정과 저분자 물질이 저온에서(350~800°C) 분해되어 탈휘발화(Devolatilization)되는 과정을 의미한다. 열분해 과정의 주요 물질은 탄화수소계 및 CH₄, CO, H₂, H₂O, HCN 등을 포함하는 비응축성 기체와 타르와 같은 응축성 기체/액체이다. 두 번째 과정인 차 가스화 반응은 고상과 기상의 이종간 반응(heterogeneous reaction)으로 내부 기공구조(Pore structure) 때문에 반응이 복잡하며 탈휘발화 과정에 반응속도가 매우 느리다. 따라서 차 가스화 반응속도가 전체 석탄가스화 반응을 지배하게 된다. 차-가스화 반응에서 반응기체의 종류에 따라 크게 좌-수증기, 좌-이산화탄소가 있다. 또한 현재의 가스화연구는 1500°C 이상의 고온 상태에서 진행되어 낮은 에너지효율을 갖고 있기 때문에 저온에서 가스화 반응을 진행하기 위하여 촉매를 사용하였다. 석탄가스화 반응시 촉매를 사용할 경우 반응속도 증가, 합성가스 질의 향상, 가스화 반응 온도 감소, 운영비용 절감 등을 취할 수 있다. 본 연구에서는 900°C 이하의 저온에서 좌-이산화탄소 가스화를 대상으로 하였다. 석탄은 samwha 탄과 drayton 탄을 사용하였으며 저온에서 반응성을 높이기 위해 K₂CO₃, Na₂CO₃, CaCO₃, Dolomite 등과 같은 4가지 촉매를 첨가하여 실험을 진행하였다. 질소분위기하에 목표온도에서 등온으로 유지하여 좌를 제조한 후 좌와 이산화탄소간의 반응성을 분석하기 위해 반응기체인 이산화탄소의 농도를 조절하여 TGA와 GC를 이용해 좌-이산화탄소 가스화에 대한 반응특성을 분석하였다.

참고문헌

1. Park, H. Y., and Ahn, D. H., "Gasification kinetics of five coal chars with CO₂ at elevated pressure," *K. J. Chem. Eng.*, **24**(1), 24-30 (2007).
2. Shufen, L. and Ruizheng, S., "Kinetic studies of a lignite char pressurized gasification with CO₂, H₂ and steam," *Fuel*, **73**, 413 (1994).

PB-85 포스터학생

고압고온 유동층 열중량 분석기를 이용한 K/Mg계열 건식흡수제의 이산화탄소 흡수 특성

변창기, 임효빈, 권순진, 류호정[†], 조두용[‡], 이광복^{*‡}
충남대 녹색에너지기술전문대학원, [†]한국에너지기술연구원
[‡]충남대학교 기술교육과, [‡]충남대학교 화학공학교육과

Study on the Characteristics of K/Mg-based Sorbent for CO₂ Capture Using High Pressure and Temperature Fluidized Bed TGA

Chang Ki Byun, Hyo Been Im, Soon Jin Kwon,
Ho Jung Ryu[†], Doo Yong Cho[‡], Kwang Bok Yi^{*‡}

Graduate school of Green Energy Technology, [†]Korea Institute of Energy Research, [‡]Department of Technology Education, [‡]Department of Chemical Engineering Education

최근 건식흡수제를 이용하여 연소전 이산화탄소 회수 및 분리에 관한 연구가 세계적으로 진행 중이다. 건식 흡수제의 주 구성물질은 K와 Mg가 포함된 복합 산화물 형태이며 수성가스반응과 결합된 형태의 유동층 이산화탄소 흡수공정 운전조건은 200°C, 20bar이다. 공정의 개발과 함께 이산화탄소 흡수 반응메카니즘 연구가 여러 형태로 진행되었으나 수분이 참여하는 반응의 특성상 정확한 메카니즘의 파악이 어려운 실정이다. 수분의 반응 참여 정도와 수분의 역할이 규명되지 않은 상태이기 때문에 반응공정의 최적 조건을 찾는 것도 해결해야 할 숙제이다.

본 연구에서는 대용량 가압 열중량 분석기를 자체적으로 제작하여 유동층 환경에서 이산화탄소 흡수반응에 참여하는 수분의 양을 열중량 분석기를 통해서 조사하고 후단 가스의 분석을 통해서 이산화탄소 흡수량을 정밀하게 측정하였다. 이산화탄소 흡수제의 조성이 변화됨에 따라 수분이 반응에 참여하는 정도가 변화하였으며 흡수제의 물 소모는 대부분 MgO가 Mg(OH)₂ 로 변환되는 과정에서 일어난다는 것을 밝혀내었다. 향후 건식 이산화탄소 흡수제의 반응 속도를 측정하고 반응 메카니즘을 밝혀 낼 수 있는데 기여할 수 있는 연구결과를 소개하고자 한다.

참고문헌

1. Y. G. Li., and A. E. Mather., "Correlation and prediction of the solubility of carbon dioxide in a mixed alkanolamine solution", Ind. Eng. chem. Res., pp. 2006-2015 (1994).
2. F. Y. Jou et al., "The solubility of CO₂ in a masspercent monoethanolamine solution", Can. J. Chem. Eng., pp. 140-147 (1995).
3. S. Ma'mun et al., "Selection of new absorbents for carbon dioxide capture", Energy Conversion and Management, pp. 251-258 (2007).

Kinetic model을 이용한 인도네시아 갈탄의 char-CO_2 촉매가스화 반응특성연구

이도균, 김상겸[†], 황순철[†], 김정수[†], 이시훈[‡], 이영우^{†,*}

충남대학교 바이오응용화학과

[†]충남대학교 녹색에너지기술전문대학원

[‡]한국에너지기술연구원

Characterization of Char- CO_2 Catalytic Gasification of an Indonesian lignite Using Kinetic Model

Do Kyun Lee, Sang Kyum Kim[†], Soon Cheol Hwang[†], Jung Su Kim[†], Ji Ho Yoo[‡],

Si Hyun Lee[‡], Young Woo Rhee^{†,*}

Department of Applied Chemistry and Biological Engineering, Chungnam National University

[†]Graduate school of green energy technology, Chungnam National University

[‡]Korea Institute of Energy Research

최근 유가상승과 더불어 석탄 가격상승에 따른 에너지 위기를 극복하는 방안으로 다양한 종류의 석탄 중에 사용량이 적은 저등급 석탄을 활용하는 방안이 대두되고 있다. 현재 산업체에서 사용하는 갈탄(lignite)과 아역청탄(subbituminous)이 저등급 석탄에 속하며, 세계 석탄 매장량의 약 40%를 차지하고, 저렴한 가격으로 미래 에너지 공급원으로 중요한 역할을 할 것이다. 그러나 높은 수분 함량과 자연발화 가능성으로 인해 적극적인 활용이 부족한 실정이다.

본 연구는 인도네시아 갈탄인 로토(Roto) 탄의 char-CO_2 촉매가스화 반응을 열중량분석기(thermogravimetric analysis, TGA)를 이용하여 실험하였다. 촉매는 Na_2CO_3 , K_2CO_3 , CaCO_3 및 천연광물 촉매로 dolomite을 선정하였으며, 석탄과 촉매의 물리적 혼합을 통하여 촉매를 제조하였다. 기-고체 반응모델 shrinking core model(SCM), volumetric reaction model(VRM), modified volumetric reaction model(MVRM), random pore model(RPM)을 실험결과에 적용하여 로토 탄의 가스화거동을 가장 잘 예측하는 모델을 선정하였으며, 모델에 따른 활성화에너지도 확인하였다.

참고문헌

1. Kang, S. H., Lee, S. J., Jung W. H., Chung, S. W., Yun, Y. S., Jo, S. H., Park, Y. C., and Baek, J. I., "Performance of a Coal Gasification Pilot Plant with Hot Fuel Gas Desulfurization", *Korean Chem. Eng.*, 30(1), 67-72(2013).
2. Gong, S. J., Zhu, X., Kim, Y. J., Song, B. H., Yang, W., Moon, W. S., and Byoun, Y. S., "A Kinetic Study of Steam Gasification of Low Rank Coal, Wood Chip and Petroleum Coke", *Korean Chem. Eng. Res.*, 48(1), 80-87(2010).

원유회수증진을 위한 국내산 ASP용액의 염도 변화에 따른 상 거동 연구

이상헌¹, 김상겸^{2†}, 배위섭^{3‡}, 이영우^{2†,*}
충남대학교 바이오응용화학과1,
[†]충남대학교 녹색에너지기술전문대학원2,
[‡]세종대학교 에너지자원공학과3
[§]건국대학교 화학공학과4

Phase behavior of ASP solution Using Domestic Surfactant for Enhanced Oil Recovery

Sang heon Lee 1, Sang kyum Kim 2[†], Wisup Bae 3[‡], Young woo Rhee 2^{†,*}

Department of Applied Chemistry and Biological Engineering, Chungnam National University 1,

[†]Graduate School of Green Technology, Chungnam National University 2,

[‡]Department of Applied Energy and Resource Engineering, Sejong University 3

오일회수증진기술 중 화학공법의 하나인 ASP(alkali-surfactant-polymer)공법은 화학공법 중 가장 높은 효율을 갖고 있으나 ASP공법에 사용되는 화학물질들의 가격 경쟁력이 낮아 사용되지 않는 기법으로 분류되었다. 하지만, 석유의 가격이 나날이 높아지는 고유가 시대에 도입하면서 ASP공법의 경쟁력이 확보가 되어 다시금 활발히 연구되는 기법중 하나이다. ASP공법은 알칼리-계면활성제-폴리머를 혼합하여 저류층에 주입하는 기술로 알칼리는 원유 내에 산과 반응하고 계면활성제가 바위 표면에 흡수되는 것을 막아주며 계면활성제는 오일과 염수 사이의 계면장력을 낮춰주고 폴리머는 염수의 점도를 증가시켜 이동성을 낮춰주는 역할을 하며 각각의 화학물질들의 혼합비가 매우 중요하다.

본 연구에서는 국내산 계면활성제를 이용하여 현장 적용을 위한 오일회수증진용 ASP용액을 제조하였으며 최적의 염도 변화를 찾기 위한 상 거동 실험을 진행하였다. 계면활성제는 현재 회사A에서 제조된 계면활성제와 Meruap 원유와 섞은 뒤 염도 변화에 따른 마이크로에멀전의 변화를 알아보았다. 또한 ASP용액의 현장 적용을 위한 최적의 염도조건과 온도조건을 Meruap 유전에 맞게 적용하였으며 염도가 변하면서 마이크로에멀전 층은 증류수에서 오일로 이동하였으며 최적의 염도 일 때 가용화 값을 측정하였다. 또한 Pendant drop tensiometer를 이용하여 표면장력을 측정하였으며 Huh 방정식을 이용하여 계면장력을 측정하였다.

염료감응형 태양전지의 효율향상을 위한 Rutile TiO₂ 나노로드 길이성장 연구

임효빈, 권순진, 변창기, 황택성[†], 이광복^{*‡}

충남대학교 녹색에너지기술전문대학원,[†]충남대학교 화학공학과,[‡]충남대학교 화학공학교육학과

Controlling Length of Rutile TiO₂ Nanorods for Dye Sensitized Solar Cell

Hyo Been Im, Soon Jin Kwon, Chang ki Byun, Taek Sung Hwang[†], Kwang Bok Yi^{*‡}

Graduate school of Green Energy Technology, Chungnam National University

[†]Department of Chemical Engineering, Chungnam National University

[‡]Department of Chemical Engineering Education, Chungnam National University

DSSC(Dye Sensitized Solar Cell)은 기존 실리콘 태양전지에 비해 생산단가가 저렴하고 간단한 공정을 통해 제작되어 친환경소재로서 주목받고있다. DSSC의 효율을 향상시키기 위해서는 염료를 TiO₂ 나노구조체에서 많이 흡착시키고 여기된 전자들을 빠르게 이동시켜야 한다. 본 연구에서는 염료흡착량을 증가시키고 여기된 전자가 FTO glass로 이동할 때 직진성을 확보하기 위해 TiO₂ 나노구조체를 로드형태로 제조하였다. 수열합성시 합성되는 TiO₂ 나노로드의 길이는 한계가 있기 때문에 이를 두차례 반복하였다. 이때 TiO₂ 나노로드를 1차 수열합성 한 후 TiCl₄ 표면처리를 하여 2차 수열합성시 나노로드가 tip부분에서 성장하도록 하였다. TiCl₄ 표면처리는 농도(0.2, 0.4M) 와 시간(1, 12hr) 을 달리하여 진행하였고 이에 따라 길이성장에도 차이가 있음을 확인하였다. 현재까지는 0.4M TiCl₄ 수용액에서 1시간 처리했을 때 TiO₂ 나노로드의 길이가 8.31 μ m로 가장 길게 성장하는 것을 확인하였다. 하지만 로드간의 밀도가 높아 직진성 확보에 어려움이 있기 때문에 최적의 TiCl₄ 처리조건을 찾기 위한 연구를 진행하고 있다.

참고문헌

1. Gu X. Q. et al., "Influence of annealing temperature on performance of dye-sensitized TiO₂ nanorod solar cells," *J Mater Sci: Mater Electron*, **23** 1373-1377 (2012).
2. Gonghu Li et al., "Synergistic effect between anatase and rutile TiO₂ nanoparticles in dye-sensitized solar cells," *Dalton Trans*, 10078-10085 (2009).
3. Bin Liu, Eray S. Aydil, "Growth of Oriented Single-Crystalline Rutile TiO₂ Nanorods on Transparent Conducting Substrates for Dye-Sensitized Solar Cells", *J. AM. CHEM. SOC.*, **131**, 3985-3990 (2009).
4. Williams, A. C. et al., "Hydrothermal Fabrication of Quasi-One-Dimensional Single-Crystalline Anatase TiO₂ Nanostructures on FTO Glass and Their Applications in Dye-Sensitized Solar Cells", *Chem. Eur. J.*, **17**, 1352-1357 (2011).

산업부산물을 재활용한 무시멘트 콘크리트의 역학적 특성

이종원¹, 장영일^{2*}, 배준영¹, 조두용³, 김정환⁴

충남대학교 건설공학교육과¹, [†]충남대학교 건설공학교육과², 충남대학교 기술교육과³, 한일에코산업⁴

Mechanical Properties of Non-cement Concrete Using Industrial By-products

Jong Won Lee 1, Young Il Jang 2^{*†}, Jun Young Bae 1, Doo Yong Cho 3, Jung-Hwan Kim 4
Dept. of Construction Engineering Education, Chungnam National University 1

[†]Dept. of Construction Engineering Education, Chungnam National University 2 (corresponding author)

Dept. of Technology Education, Chungnam National University 3, Hanil Eco Industry Co.,Ltd 4

국가경제성장 위주의 개발로 인한 문제점들이 드러나면서 최근 새로운 패러다임으로 변화하고 있다. 이 추세는 계속 될 것이며, 산업부산물이 폐기물로 처리되고 있어 환경오염을 발생시키고 있다. 또한 콘크리트의 결합재로 이용되는 시멘트산업은 생산과정에서 지구온난화의 주범인 CO₂를 전체 배출량의 약 8% 정도를 차지하고 있는 것으로 CO₂ 배출 문제, 산업 부산물의 효율적·경제적인 처리 기술, 재활용 기술 개발에 대한 연구가 필요한 시점이 왔다. 이러한 연구의 일환으로 본 연구는 기존의 결합재로 사용된 시멘트를 전량 산업부산물로 대체하여 콘크리트를 제조하고, 제조된 콘크리트의 역학적 특성을 분석하였으며, 향후 무시멘트 콘크리트의 제품 적용에 대한 기초 자료로 활용하고자 한다.

본 연구에서는 철강산업 및 열병합발전소의 부산물인 고로슬래그 미분말와 플라이애시를 주재료로 사용하였으며, 콘크리트의 초기강도 확보를 위하여 정유사의 부산물인 탈황석고를 사용하였다. 주요 결합재의 혼입별 강도특성을 분석한 결과 고로슬래그 미분말 60%, 플라이애시 20%, 탈황석고 6%, 생석회 8%로 혼입한 경우 가장 우수한 강도를 나타내었으며, 탈황석고의 혼입량이 증가함에 따라 초결 및 종결이 빨리지고 초기에 콘크리트 팽창량의 증가로 최종 건조 수축률이 작아지는 경향을 나타내었다. 결합재의 분말도가 증가할수록 양생 초기에 Ettringite의 생성이 활발하고 핵의 길고 크게 생성되어 페이스트의 강도가 향상되었고 재령이 증가함에 따라 Ca(OH)₂ 및 C-S-H겔의 생성이 활발하여 비정질체의 비율이 감소하여 콘크리트의 내부구조가 치밀하게 형성되었다. 기존 콘크리트와의 강도분석 결과 무시멘트를 사용한 콘크리트가 시멘트(OPC)를 사용한 경우에 비하여 약 85% 이상의 강도를 확보할 수 있고 양생 온도를 40°C이상으로 증기양생을 실시할 경우 콘크리트의 조기출하를 위한 소정의 강도를 획득할 수 있다. 한편 무시멘트 콘크리트 제품의 경도를 증가시키기 위해 알칼리 자극제인 KOH 분말을 0.3M 추가적으로 첨가할 경우 우수한 강도를 발현할 수 있는 것으로 확인되었다.

사사

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2012년도 산학연 공동기술개발사업(No.C0004007)의 지원으로 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Park, S. G. et al., "Reaction Properties of Non-Cement Mortar Using Ground Granulated Blast Furnace Slag", Journal of the Korea Contents Society, 13(9), 392-399 (2013).
2. Cho, C. G. et al., "Basic Mixing and Mechanical Tests on High Ductile Fiber Reinforced Cementless Composites", Journal of the Korea Concrete Institute, 24(2), 121-127 (2012).
3. Jeong, S. W. and Lim, N. G., "Study of Non Sintered Cement Mortar Using Nanoslag and Alkali Activator", Journal of the Korea Institute of Building Construction, 10(6), 61-66 (2010).

등온상태에서 알칼리 염류가 첨가된 Eco탄의 char-CO₂ 가스화의 반응특성

황순철, 김상겸, 이도균[†], 이시훈[‡], 이영우^{*}

충남대학교 녹색에너지기술전문대학원,

[†]충남대학교 바이오응용화학과,

[‡]한국에너지기술연구원

Kinetics on Eco coal added alkaline salts char-CO₂ gasification under isothermal conditions

Soon Choel Hwang, Sang Kyum Kim, Do Kyun Lee[†], Si Hyun Lee[‡], Young Woo Rhee^{*}

Graduate School of Green Energy Technology, Chungnam National University,

[†]Graduate School of Green Energy Technology, Chungnam National University,

[‡]Clean Coal Center, Korea Institute of Energy Research

석탄은 다른 화석연료에 비해 매장량이 풍부하고 값이 저렴하다. 이러한 장점을 가진 석탄은 고유가 시대에 발전용 연료로 매력적인 에너지 자원이다. 하지만 석탄을 연소시키면 이산화탄소를 배출하기 때문에 이상기후현상의 원인이 되고 있다. 위와 같은 문제를 가진 석탄을 효율적으로 사용하기 위해서 가스화하는 것은 매우 중요하다 할 수 있다.

기존의 석탄가스화는 고온, 고압에서 이루어지기 때문에 불필요한 에너지를 소모하므로, 이를 해결하기 위해 석탄에 알칼리계 염을 첨가하였으며, 이는 가스화 온도를 낮추며 반응의 선택성이 높여 고품질의 합성가스를 생성하게 된다.

따라서 본 연구는 이산화탄소 분위기에서 열중량분석기를 이용하여 인도네시아산 저등급석탄인 Eco탄에 촉매로 작용하는 다양한 종류의 알칼리계 염류를 첨가하여 가스화 반응에 나타나는 특성에 관하여 알아보았다. 알칼리염을 섞은 Eco탄은 질소분위기에서 차(char)를 만들었고, 등온상태(750, 800, 850, 900 °C)에서 이산화탄소를 주입하여 가스화 반응을 일으켰다. 또한 가스화 반응성 비교와 탄소전환율 거동을 예측하기 위해 대표적인 반응특성모델을 선정하여 각 촉매별 활성화 에너지를 비교하였다.

PB-91 포스터학생

CFD분석을 통한 여과집진기 탈진 보조장치의 최적형상 개발에 대한 연구

금영호¹, 서혜민¹, 민윤식², 박재홍², 정유진³, 손병현^{1*}

¹한서대학교, ²금강씨앤티, ³씨이테크

Optimization of a Cleaning auxiliary device of a bag filter based on CFD analysis

Young-Ho Keum¹, Hye-Min Seo¹, Youn-Sik Min², Jae-Hong Park², Yu-Jin Jung³, Byung-Hyun Shon^{1*}

¹ Dept. of Env. Eng., Hanseo University, ²KeumKang CNT Co.,Ltd, ³C. E. Tech R/&D Center

여과집진기는 기체나 액체 중에 부유하는 입자를 제거 또는 분리하는 매체를 필터(여과포)라 말하고 이 필터에 배가스를 유입시켜 가스와 분진을 분리시키는 장치를 말한다. 여과집진기의 운전인자로는 여과재의 종류, 여과재의 크기, 여과포 배치 방법, 처리가스가 여과포로 유입되는 방법 등이 있으며, 이에 대한 연구는 꾸준히 이루어져 왔기 때문에 여과집진기의 효율 향상에 비교적 많은 성과를 거두었다.

여과집진기는 100~200mmH₂O의 비교적 큰 압력손실을 동반하는데, 이는 전력비용의 상승으로 이어진다. 압력손실은 분진층의 두께가 크게 작용하며, 집진기 내 압력손실을 줄이기 위한 방법으로 탈진을 시행한다. 탈진은 여과포 표면에 쌓인 입자를 털어내는 것을 말하며, 탈진 주기 및 방법에 따라 간헐식과 연속식으로 나뉘고, 처리가스가 여과포로 유입되는 방법 등에 따라 역기류방식, 진동방식, 충격분출방식 등으로 나뉘어진다.

본 연구에서는 역기류방식을 적용한 여과집진기의 탈진성능을 최적화시키는데 목적이 있으며, CFD를 이용하여 블로우 튜브와 여과포 사이에 설치되는 벤츄리의 형상 및 위치에 따라 유동장, 속도장, 탈진공기량을 분석하였다.

폐석고로부터 침강성 탄산칼슘 회수

서혜민, 금영호, 박형숙*
한서대학교 환경공학과

Recovery of precipitated calcium carbonate from waste gypsum.

Hye Min Suh, Young Ho Keum, Hyoung Sook Park*
Department of Environment Engineering, Hanseo University

폐석고는 사업장 일반 폐기물 중 하나로 연간 400만톤 이상이 발생하고 있고, 이중 재활용 되지 못한 잉여분은 현재 2,200만톤 이상이 매립되어 방치되고 있어 주변경관 및 환경에 큰 영향을 미치고 있다. 이에 폐석고로부터 재활용 할 수 있는 방법 중 침강성 탄산칼슘 제조를 통해 재활용 할 수 있다. 침강성 탄산칼슘은 제조방법 및 조건에 따라 다양한 형태 및 크기의 분체를 제조 할 수 있으며, 대표적인 침강성 탄산칼슘 제조방법으로는 탄산화법과 수용액법이 있다. 오늘날 탄산칼슘은 종이, 페인트, 충전제, 희석제, 살충제, 화장품, 플라스틱 그리고 제약 등 여러 산업분야에서 널리 사용되고 있으며, 특히 침강성 탄산칼슘(precipitated calcium carbonate, PCC)의 수요는 계속 증가하고 있는 추세이다[1]. 그러므로 특성제어 기술을 바탕으로 한 고품질의 탄산칼슘 제품의 최적 제조조건 도출 및 사용 제품 응용연구가 필요하다[2].

본 논문에서는 매립되고 방치되고 있는 폐석고를 이용하여 재활용 할 수 있으며, 기술확립을 통해 고부가가치의 침강성 탄산칼슘을 회수 하고자 하였다. 침강성 탄산칼슘 제조 방법 중 하나인 탄산화법을 사용하였으며, 실험변수로는 온도, 이산화탄소 유량, 폐석고와 물의 혼합비율, 초기수화 온도, pH, 첨가제, 교반속도의 변화를 주면서 실험하였다. 실험 후 80°C에서 24시간 건조하였으며, 생성된 침강성 탄산칼슘의 상분석을 위해 XRD를 사용하였고, 생성상의 형상 및 입도는 SEM으로 관찰하였다.

참고문헌

1. Yim, C.-S., and Yim, G., "Synthesis and crystal structure of Amorphous Calcium Carbonate by Gas-Liquid Reaction of System CaO-C₂H₅OH-CO₂, The Journal of Engineering Paichai University Korea, 6(1), 97-109 (2004)
2. Han, H.-K., Jeong, O.-H., Lim, M.-H., and Kim, J.-H., "Effect of RPM Temperature on the CSD in the CMSMPR Calcium Carbonate Crystallizer", Korean Journal of Chemical Engineering, 44(3), 289-293 (2006)

에너지 절감을 위한 조명기기 효율향상에 관한 연구

오경학, 정진도*, 황승민†, 정윤정‡

호서대학교 대학원 기후변화융합기술학과, *호서대학교 환경공학과, †호서대학교 Co-op학부, ‡호서대학교 대학원 환경공학과

A Study on the Efficiency Improvement of Lighting Equipment for Energy Saving

Keungh-Hak Oh, Jin-Do Chung*, Seung-Min Hwang† and Yoon-Chung Chung‡

Department of Climate Change Fusion Technology, Graduate school of Hoseo University, Asan, Korea

*Environmental Engineering, Hoseo University, Asan, Korea

†The Faculty of Co-op, Hoseo University, Asan, Korea

‡Environmental Engineering Graduate school of Hoseo University, Asan, Korea

최근 지구 온난화 현상에 따른 국내 전력수요가 급증하는 실정에 맞춰 에너지 절감을 꾀하고자 본 연구에서는 조명기기의 효율 향상에 관하여 연구하였다. 본 연구에서는 금속재료 은(Ag)과 분사방식의 코팅법을 이용하여 산화와 환원반응을 통해 은 코팅 박막을 형성하고, 형성된 은 코팅 박막의 내구성 향상을 위하여 후처리 코팅을 실시하였다. 또한, XRF, AFM, SEM 분석을 통해 코팅 조건을 확립하고자 하였으며, 연필시험기에 의한 필름 강도 측정을 통해 후처리 코팅의 유무에 따라 은 코팅 박막 내구성에 대해 고찰하였다. XRF 분석 결과 코팅액의 농도가 증가함에 따라 박막내의 은 함유량이 증가하는 경향을 보였으며, AFM분석 결과 공정이 진행됨에 따라 거칠기가 증가하였으며, SEM 분석을 통해 은 코팅 박막은 미세한 구조의 다결정 박막임을 확인하였다. 은 코팅 박막의 경도 분석 결과 연성의 특성이 강하게 분석되었으며, 후처리 코팅 실시에 따라 경도가 향상하는 결과를 보였으며, 후처리 코팅 건조 온도가 증가됨에 따라 경도도 향상되는 결과를 보였다.

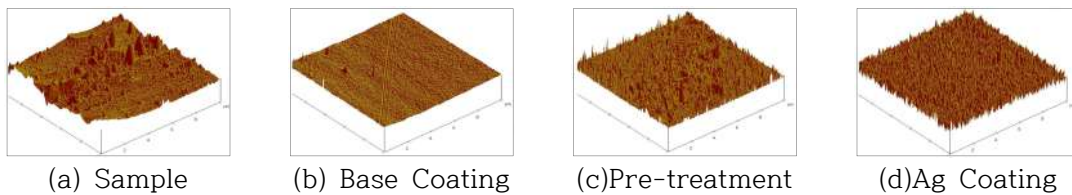


Fig. 1 Surface roughness by AFM

1 Park, H. K., 2005, "Preparation and Characteristics of Ni-ferrite Encapsulated Moly-permalloy Powder," p 19.

2 Lee, H. D., Kim, D. E., 2013, "Tribological Characteristics of Silver Electroless-Plating Process According to Thicknesses Variation," Trans. Korean Soc. Mech. Eng. A, Vol. 37, No. 2, pp219~228.

3 Park, H. H., 2002, "Study on Properties of Electrolessly Plated Silver Film with Interface Treatment," p 2002

4 Chung, Y. C., 2013, "Development of ECO-friendly Silver Nano Coating Technology applying to Electronicmagnetic wave shield Sheet and Downlight Shade under Ambient Temperature," p 29.

사사 : 본 연구는 환경부의 기후변화특성화대학원의 지원을 받아 수행된 연구임.

PB-94 포스터학생

최적효율을 고려한 고체산화물 연료전지시스템의 운전조건에 관한 연구

정진도*, 신태용1, 조환성1, 김장우2[†], 변태욱3[‡], 김성후3[‡]

호서대학교 환경공학과*, (주)지스코1, 호서대학교 대학원 환경공학과1, [†]호서대학교 반도체디스플레이공학과2,

[‡]호서대학교 Co-op학부3, [‡]신흥대학교 도시환경관리과3

A study on the Operating conditions of the solid oxide fuel cells Considering the Optimal efficiency

Jin-Do Chung*, Tae-yong Sin1, Hwan-seong Cho1, Jang-woo Kim2[†], Tae-wook Byun3[‡], Sung-who Kim3[‡]

*Department of Environmental Engineering, Hoseo University Geesco co., Ltd.1,
Department of Environmental Engineering, Graduate School of Hoseo University1,

[†]Department of Digital Display Engineering, Hoseo University2,

[‡]The Faculty of Co-op, Hoseo University3,

[‡]Department of Urban Environmental management, Shinheung College3

산업발전과 인구증가에 따른 급속한 도시화는 화석연료와 농·임산자원의 무분별한 생산 및 소비시스템을 통해 지구환경 파괴와 함께 자원고갈 문제의 우려를 낳고 있으며, 이는 국가적인 차원을 넘어 국제적 현안으로 대두되고 있다.

화석연료중 하나인 석유의 생산량이 오일피크를 넘어 감소추세에 있어 유가 상승은 물론, 국가 에너지 안보차원의 석유대체에너지에 대한 연구의 필요성을 갖고 본 연구를 진행하게 되었다.

본 연구는 biogas를 모사한 가스를 이용한 Lab-scale의 고효율 고체산화물 연료전지(SOFC)의 시스템을 구축하기 위해 H₂와 CH₄의 활용도 및 에너지 효율을 높이는데 있어 영향을 미치는 요인을 파악하여 최적의 운전조건을 도출하는데 목적이 있다.

본 연구의 SOFC시스템에서 개질기의 CH₄전환율 측정과 H₂와 CH₄를 이용한 연료전지의 단전지 효율을 측정하여 최적의 조건을 찾은 결과, 메탄전환을 위한 개질기의 온도는 750°C, S/C Ratio는 S/C 3, CH₄공급량 150sccm 일 때 전환율이 높은 것을 나타냈고, 단전지는 Furnace온도 750°C유지하에 H₂를 이용 시 공기극(Cathode)600sccm, 연료극(Anode) 400sccm(H₂ 150sccm+N₂ 250sccm)에서 최적성능을 보였고, CH₄를 이용 시 공기극(Cathode) 600sccm, 연료극(Anode) 150sccm(CH₄ 150sccm)을 고정으로 하고 온도를 각각 650°C, 700°C, 750°C로 단계적 적용한 결과 750°C에서 최적성능을 나타내었다. 온도가 높을수록 단전지 성능이 향상됨을 볼 수 있어서 장치 외부온도를 900°C로 설정하여 온도를 상승시켰으나 내부온도는 780°C이상 상승하지 않았고 장치부하로 더 이상의 결과를 확인하기 어려웠다. 또한 H₂S제거율 측정은 탈황기의 최대측정허용치인 4ppm을 기준으로 초기H₂S농도를 설정하였고, 바이오가스 생산시설별 가스특성과 유사한 모사가스를 적용하기 위해 200°C부터 탈황기의 허용온도 최대치인 350°C까지 50°C간격으로 단계 적용하여 확인한 결과, 온도최대치인 350°C에서 탈황효율이 가장 높게 나타났고, 동일조건으로 100시간 연속실험한 결과 본 시스템에 주입한 4ppm(제거 공정 후 0.8ppm)의 황성분은 단전지 효율저하에 영향을 미치지 않는 결과를 보여 향후 biogas 중 H₂S의 농도가 4ppm까지는 운전이 가능함을 확인하였다.

1. 김주선, "석탄가스 미량 불순물이 SOFC 성능에 미치는 영향", KOSEN Expert Review, 2009

사사

본 연구는 환경부의 기후변화특성화대학원의 지원을 받아 수행된 연구임

PB-95 포스터학생

Synthesis of nanosize silicalite-1 zeolite particle and the application to membrane preparation

Si Gui Hu, Pankaj Sharma, Moon Hee Han , Churl Hee Cho*

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

Microporous zeolite particle with a high Si/Al ratio is very important, since it has generally the high hydrophobicity. Since hydrophobic zeolites have solvent-selective property, they has been applied to solvent dehydration. One of hydrophobic zeolites is silicalite-1. In the present study, silicalite-1 zeolite powders with crystal sizes ranging from 70 to 600 nm were synthesized by systematically varying synthesis temperature, and time duration. These samples were characterized by X-ray diffraction, scanning electron microscopy. Also, silicalite-1 membranes were prepared on porous α -alumina supports by the secondary growth method. And the membranes were characterized by X-ray diffraction, scanning electron microscopy.

CHA 제올라이트 분체 합성 및 CO₂ 기체 흡착 특성

김민지, Pankaj Sharma, 한문희, 조철희[†]

충남대학교 에너지과학기술대학원

Hydrothermal Synthesis and CO₂ Gas Adsorption of Chabazite Zeolite Particles

Min Zy Kim, Pankaj Sharma, Moon Hee Han, Churl Hee Cho[†]

Graduate School of Energy Science and Technology, Chungnam National University

본 연구에서는 기공채널 창 직경이 3.8x3.8Å이므로 He, H₂O, H₂, CO₂ 등 작은 기체 분자 흡착에 유리할 것으로 예상되는 Chabazite(CHA) 제올라이트 분체를 합성하고 그 기체 흡착거동을 고찰하였다. CHA 제올라이트 분체를 합성하기 위한 혼합원료는 KOH, Al(OH)₃, SiO₂, Sr(NO₃)₂, 물로 제조되었으며, 조성이 2.25K₂O-0.1Sr(NO₃)₂-1Al₂O₃-4.45SiO₂-167H₂O인 금속염 수용액이었다. 분체는 혼합용액을 테플론 용기를 갖는 수열용기 안에 넣고 150°C에서 시간을 바꿔가며 수열처리하여 제조되었으며, 제조된 분체는 XRD, SEM, TEM, BET, MSB를 이용하여 형상, 결정상, 기공구조, 기체 흡착량이 조사되었다. 합성된 제올라이트 분체는 실타래 모양의 순수한 CHA 제올라이트 입자이었고 수증기 흡착 실험으로부터 비표면적이 608m²/g이고 기공직경이 0.41nm이었다. 합성된 CHA 제올라이트의 CO₂, He, N₂, H₂ 흡착량은 25°C에서 압력을 0-10bar까지 변화시키며 MSB를 이용하여 측정하였다. CO₂ 흡착량은 170mg/g이었으며, 수소 흡착은 무시할 만 하여 매우 높은 CO₂/H₂ 흡착 선택도를 가짐을 확인할 수 있었다. 따라서, 본 연구에서 합성된 CHA 제올라이트 입자는 CO₂ 회수에 매우 유효한 소재임을 확인할 수 있었다.

순수한 RHO 제올라이트 입자 합성 및 작은 기체 흡착

김범주, Pankaj Sharma, 한문희, 조철희*

충남대학교 에너지과학기술대학원

Synthesis and small gases adsorption of pure RHO zeolite

Beom Ju Kim, Pankaj Sharma, Moon Hee Han, Churl Hee Cho *

Graduate School of Energy Science and Technology, Chungnam National University

RHO 제올라이트는 작은 기공크기($3.6 \times 3.6 \text{ \AA}$)와 낮은 Si/Al비(2.5 - 3)를 갖는 알루미늄실리케이트 제올라이트이다. RHO 제올라이트는 α -cage의 체심 입방 배열로 구성된 구조를 가지며 double 8-rings(D8R)를 통해 상호 연결되어있다. 본 연구에서는 RHO 제올라이트의 순도향상 및 합성시간을 단축하기 위해 구조 유도 물질로 18-crown-6를 사용하여 $1\text{Al}_2\text{O}_3 : 10\text{SiO}_2 : 1.8\text{Na}_2\text{O} : 0.3\text{Cs}_2\text{O} : 0.5(18\text{-C-6}) : 100\text{H}_2\text{O}$ 의 조성을 갖는 수열합성 용액을 제조하였다. 이후 합성된 RHO 제올라이트의 내부에 존재하는 유기물 및 불순물을 제거하기 위해 600°C 에서 3시간 동안 하소하였다. X-ray diffraction(XRD) 분석 결과 합성된 물질은 순수한 RHO 제올라이트임을 확인 할 수 있었으며, SEM 분석을 통해 순수한 RHO 제올라이트 입자의 직경이 약 $1.2 \mu\text{m}$ 임을 확인하였다. RHO 제올라이트의 수증기 흡착 연구는 상용 4A제올라이트 및 CHA 제올라이트와의 비교를 통해 RHO 제올라이트가 높은 물 흡착량을 보이는 것을 확인하였다. 더 나아가, MSB를 통하여 RHO 제올라이트 분체에 작은 가스(N_2 , CO_2 , He, H_2)를 각각 물리 흡착하여 RHO 제올라이트 내에서의 작은 가스의 거동에 대해 연구하였다.

다른 종류의 용매를 이용한 ZIF-8 입자 합성과 특성 비교

김영진, 한문희, 조철희*

충남대학교 에너지과학기술대학원

Synthesis and characterization of ZIF-8 particles using different types of solvents

Young Jin Kim, Moon Hee Han, Churl Hee Cho*

Graduate School of Energy Science and Technology, Chungnam National University

제올라이트 이미다졸레이트 골격체(Zeolitic Imidazolate Framework, 이하 ZIF)는 금속 유기 골격체(Metal Organic Framework, 이하 MOF)의 종류 중의 하나이다. 이 중 ZIF-8은 화학적, 열적 안정성이 우수하고, 수분에 대한 저항 또한 좋은 것으로 알려져 있다. 미세한 기공을 균일하게 만들 수 있는 장점이 있어 가스 흡착 및 분리에 응용이 된다. Park *et al.*[1]은 *N,N*-dimethylformamide를 사용하여 전통적인 용매열 합성법으로 ZIF-8을 제조하였다. Pan *et al.*[2]은 deionized water를 사용하여 상온에서 나노 크기의 ZIF-8을 합성하였으며, Cravillon *et al.*[3]은 methanol을 사용하여 상온에서 짧은 시간 동안에 나노 크기의 ZIF-8을 합성하였다. 본 연구에서는 여러 문헌에서 사용한 다양한 용매를 가지고 수정된 합성 방법으로 ZIF-8을 제조하였고, SEM, XRD, DLS, 그리고 TGA 분석을 통해서 서로 다른 용매에서 합성된 각각의 ZIF-8 특성을 비교 분석하였다.

참고문헌

1. Park, K. S., Ni, Z., Côté, A. P., Choi, J. Y., Huang, R., Uribe-Romo, F. J., Chae, H. K., O'Keeffe, M., and Yaghi, O. M., "Exceptional chemical and thermal stability of zeolitic imidazolate frameworks," *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, **103**, 10186-10191 (2006).
2. Pan, Y., Liu, Y., Zeng, G., Zhao, L., and Lai, Z., "Rapid synthesis of zeolitic imidazolate framework-8 (ZIF-8) nanocrystals in an aqueous system," *Chem. Commun.*, **47**, 2071-2073 (2011).
3. Cravillon, J., Muenzer, S., Lohmeier, S.-J., Feldhoff, A., Huber, K., and Wiebcke, M., "Rapid Room-Temperature Synthesis and Characterization of Nanocrystals of a Prototypical Zeolitic Imidazolate Framework," *Chem. Mater.*, **21**(8), 1410-1412 (2009).

NaA 제올라이트의 입자크기가 수증기 흡착에 미치는 영향

송주섭, Pankaj Sharma, 한문희, 조철희*
충남대학교 에너지과학기술대학원

Effect of particle diameter on water adsorption of NaA zeolite

Young Jin Kim, Pankaj Sharma, Moon Hee Han, Churl Hee Cho*
Graduate School of Energy Science and Technology, Chungnam National University

NaA 제올라이트는 LTA 구조를 갖는 제올라이트이며, 그 조성은 $\text{Na}_{12}[(\text{AlO}_2)_{12}(\text{SiO}_2)_{12}] \cdot z\text{H}_2\text{O}$ 로 Si/Al 비가 1이며 그 미세기공 크기는 0.41nm이고, 물에 대한 흡착 성능이 우수하여 알코올 탈수 등에 활용되는 물질이다. 본 연구에서는 평균직경이 100, 1500nm인 NaA 제올라이트 입자를 합성하고 수증기 등에 대한 흡착 특성을 관찰하였으며, 평균직경 5000nm인 상업용 NaA 제올라이트 입자의 흡착 거동과 비교하였다. NaA 제올라이트 입자의 증기 흡착 특성은 비표면적 측정 장치(Belsorp-max, Japan)를 사용하여 진행하였다. 모든 시편에 대하여 수증기 흡착은 전형적인 Langmuir 곡선을 가져 압력이 증가함에 따라 급격한 흡착을 보이며 일정한 값으로 포화되어 졌다. 평균직경 100, 1500, 5000nm인 NaA 제올라이트 입자는 각각 260, 300, 330 cm^3g^{-1} 의 수증기 평형 흡착량을 가졌다. 즉, 입자크기 차이에 의한 비표면적 값의 변화를 고려할 경우에도 입자크기가 평형흡착량에 영향을 준다는 사실을 확인할 수 있었다. 향후 왜 이러한 현상이 일어나는지 체계적인 연구가 진행될 예정이다.

NaY 제올라이트 막 제조 및 기체투과거동 연구

정수정, Pankaj Sharma, 한문희, 조철희
충남대학교 에너지과학기술대학원

무기막 중 하나인 NaY 제올라이트 분리막은 이산화탄소를 선택적으로 흡착하는 특성을 가져 이산화탄소 회수용 분리막으로 유망한 소재로 보고되고 있다[1]. 따라서 본 연구에서는 고성능을 갖는 결함이 없는 NaY 제올라이트 분리막을 제조하고, 실제 연소배가스 공정과 유사한 조건에서 분리막의 작동 가능성을 확인하고자 한다. 분리막은 α -Alumina tube를 지지체로 하여 겉표면에 진공여과법으로 코팅된 나노 종결정으로부터 제올라이트 층이 형성되는 이차성장공법으로 제조되었다. 이때 분리막 합성을 위한 수열용액의 조성인 $Al_2O_3 : SiO_2 : Na_2O : H_2O$ 의 몰비는 1 : 10 : 14 : 840 이었다. 합성된 분리막은 세척 및 건조 과정을 거친 후 분리막 평가 장치로 분리막을 통한 기체투과거동을 고찰하였다. 평가는 각각의 CO_2 , N_2 , O_2 기체에 대해 단일기체와 이성분계 및 삼성분계 혼합기체 조건으로 진공모드에서 진행되었으며, 삼성분계 혼합 기체의 경우 연소 배가스와 유사한 몰분율인 $14\%CO_2 : 6\%O_2 : 80\%N_2$ 으로 주입되었다. 평가 장치는 주입부(feed side)와 투과부(permeate side), 잔류부(retentate side)로 구성되며, 가스 실린더로부터 주입되어 분리막을 투과한 기체는 전자식 기체 유량계(bubble flow meter)와 GC(gas chromatography)로 투과유량 및 투과농도를 확인하였고, 분리막을 투과하지 못한 기체는 잔류부로 배출되었다. 고찰된 기체투과거동을 통해 다른 기체에 비해 높은 이산화탄소의 투과도와 선택도 및 NaY 제올라이트 분리막의 성능을 확인하였다.

참고문헌

1. K. Kusakabe, T. Kuroda, A. Murata, and S. Morooka, "Formation of Y-type zeolite membrane on a porous α -Alumina tube for gas separation", Ind. Eng. Chem. Res., 36, 650-654 (1992).

초음파 공정에 의한 은-세리아 복합 촉매 합성 및 특성 분석

차다솜¹, 유충열², 유지행², 한문희¹, 조철희^{1*}

¹충남대학교 녹색에너지기술전문대학원, ²한국에너지기술연구원 에너지융합소재연구단

Synthesis and characterization of silver-ceria composite catalyst by sonochemical incorporation of Ag nanoparticles on particulate ceria

Da Som Cha¹, Chung-Yeol Rew², Ji Haeng Yu², Moon Hee Han¹, Churl Hee Cho^{1*}

¹Graduate School of Energy Science and Technology, ²Korea Institute of Energy Research

Ceria(CeO₂)는 fluorite의 격자 구조를 이용하여 산소를 이온화 시키고, 이를 통하여 산화 반응을 촉진 시킨다 [1]. Ceria의 산화반응은 연료 전지[2, 3], 수성가스치환반응[4], 질소 산화물 처리[5, 6], 바이오 연료 제조 등 첨단 공정에 사용 할 수 있다. Ceria와 같은 금속 산화물 촉매의 경우 흔히 사용 될 수 있는 귀금속(Ag, Pt, Au 등) 촉매 보다 낮은 효율을 보인다. 하지만 귀금속 촉매 보다 안정성이 높고 낮은 가격의 장점을 가지고 있다. 때문에 ceria와 귀금속 촉매의 복합화 연구가 필요하다[6]. 본 연구에서는 Sonochemical 공정을 통하여 ceria와 silver(Ag) 복합체를 제조하였다. 또한 thermochemical 공정과 비교하였다. 다양한 조건에서 Sonochemical 공정을 이용하여 ceria-Ag 복합체를 제조하였다. 그 결과 같은 시간 동안 반응 시켰을 때, 온도와 sonication power가 높을수록 많은 양의 silver 입자가 형성되었다. 뿐만 아니라 온도가 낮더라도 sonication power가 높으면 silver 입자가 형성되는 것을 확인하였으며, 같은 시간 동안 Sonochemical 공정과 thermochemical 방법으로 반응 시켰을 때, Sonochemical 공정에서 더 많은 silver 입자가 형성되었다. 이러한 연구결과를 통하여 Sonochemical 방법이 thermochemical 방법 보다 빠르게 silver 입자가 형성되는 것을 알 수 있다. 이와 같은 현상은 silver 입자의 전구체로 사용된 AgNO₃가 이온화 하는 과정은 매우 빠르기 때문에 Ag 이온과 ethylene glycol과 같은 환원제의 반응에 sonication이 작용하여 환원제와 Ag 이온의 만날 확률을 높여 주어 일어난 것으로 보인다.

참고문헌

1. Perrichon, V et al. "Reduction of Cerias with Different Textures by Hydrogen and their Reoxidation by Oxygen". Chem. Soc. Faraday Trans., 90(5), 773-781(1994).
2. Y. Matsumura and T. Nakamori, "Steamreforming of methane over noble catalysts at low reaction temperature", Appl. Catal. A :Gen. 258 107-114 (2004).
3. S. Rakass et al. "Steam reforming of methane over unsupported nickel catalysis," J. Power Sources. 158, 485-496(2006).
4. Thomas, J.M., Thomas, W.J., "Principle and practice of Heterogeneous Catalysis", VCH, New York, (1997)
5. Liotta L. F., "Catalytic oxidation of organic compounds on supported noble metals"., Appl. Catal. B, 100, 403-412(2010).
6. Li. W. B., Wang, J. X., Gong, H., Catal. Today, 148 (2009) 81-87(2009).

Extraction of Carnauba Wax and Polyvinyl Acetate in Supercritical Carbon Dioxide

Elvina Fitrisia, Kaikai Chen, Thi Toan Nguyen, Van Chin Tran, and Jae-Jin Shim*

School of Chemical Engineering, Yeungnam University

*Email: jjshim@yu.ac.kr

Carnauba wax and polyvinyl acetate have been used as binder in metal injection process or powder injection process. Carnauba wax mainly consists of aliphatic esters (wax esters), α -hydroxyl esters and cinnamic aliphatic diesters that can be removed from the green body during debinding process with supercritical carbon dioxide. Carnauba wax removal from the green body with using supercritical CO₂ gives less time and low temperature than other methods such as solvent, thermal and catalytic debinding process. In this research, effects of pressure, temperature, and co-solvents on the solubility of carnauba wax and polyvinyl acetate were investigated in supercritical CO₂. The solubility of carnauba wax and polyvinyl acetate measured at high pressures and relatively low temperatures. Two methods are used in this research, batch method and flow method. Solubility increased when flow method is used, especially when chloroform, ethanol, acetone, or n-hexane was used as a co-solvent. It was also influenced by pressure and temperature.

Acknowledgment: This research is supported by DG Economic Circle Leading Industry R&D Program of the Ministry of Knowledge and Economy (MOKE) (R0001657).

Controlled synthesis of porous Co₃O₄ micro/nanostructures and their photocatalysis property

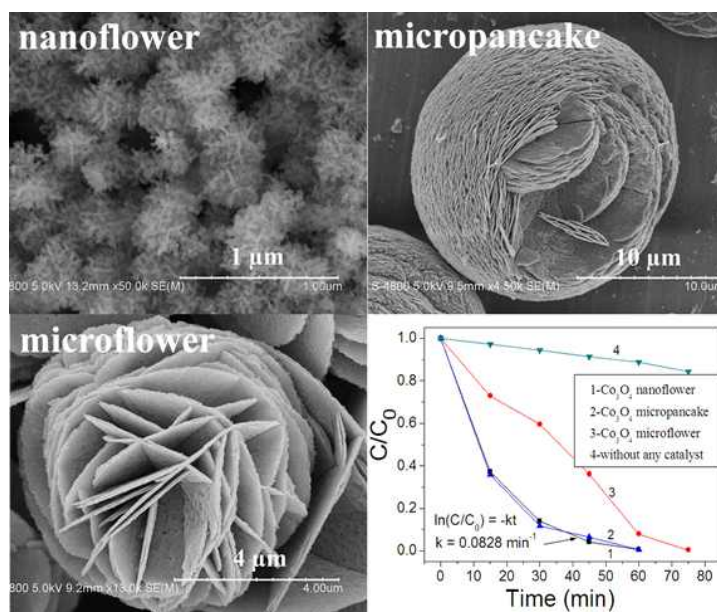
Jiarui Huang, Kaikai Chen, Thi Toan Nguyen, and Jae-Jin Shim*

School of Chemical Engineering, Yeungnam University, Gyeongsan, Gyeongbuk, 712-749, Republic of Korea

Corresponding author. Tel.: +82 53 810 2587; fax: +82 53 810 4631.

jjshim@yu.ac.kr

Abstract: Porous nanoflower-like, micropancake-like and microflower-like Co₃O₄ micro/nanostructures were synthesized by a template-free aqueous solution route combined with subsequent thermal treatment. Techniques of X-ray diffraction, scanning electron microscopy, thermogravimetric-differential thermal analysis, and transmission electron microscopy were used to characterize the structure and morphology of the products. The experimental results show that three kinds of morphologies of cobalt precursors can be achieved by addition of ammonia at different temperatures. The corresponding Co₃O₄ hierarchical micro/nanostructures were obtained after 500°C calcinations. The simple synthesis approach casts new light on the controllable fabrication of novel Co₃O₄ hierarchical architectures. Furthermore, the photocatalytic activities of the porous Co₃O₄ hierarchical micro/nanostructures are also investigated. Compared with porous Co₃O₄ micropancakes, the as-prepared porous Co₃O₄ nanoflowers and microflowers exhibit higher catalytic activities due to their large surface areas and porous hierarchical structures. The photocatalytic reaction rate constant of the porous Co₃O₄ nanoflowers under UV light is calculated as 0.0828 min⁻¹.



Acknowledgements: This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF), funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2012R1A1A2009529).

Preparation of Block Copolymer of Methyl Methacrylate and Vinyl Acetate by Successive Atom Transfer Radical Mechanism

Chen Kaikai, Muhammad Naoshad Islam, Van Chinh Tran, and Jae-Jin Shim*

School of Chemical Engineering, Yeungnam University

214-1 Dae-dong, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-749, South Korea

*Corresponding author (jjshim@yu.ac.kr)

The preparation of a block copolymer of methacrylate (MMA) and vinyl acetate (VAc) (PMMA-*b*-PVAc) was carried out by successive atom transfer radical polymerization (ATRP). First, atom transfer radical polymerization of methyl methacrylate was carried out in atmospheric pressure using CuCl₂/pentamethyl diethylenetriamine (PMDETA) complex system and with ethyl 2-bromoisobutyrate (EBiB) as initiator. The effects of temperature, pressure, and catalyst/ligand concentration were examined systematically to obtain an acceptable rate of polymerization and control over the number-average molecular weight (M_n) and polydispersity index (PDI). Second, vinyl acetate was polymerized in the presence of the PMMA precursor as macroinitiator, using CuCl₂/pentamethyldiethylenetriamine (PMDETA) complex system in supercritical carbon dioxide.

Acknowledgment: This research is supported by DG Economic Circle Leading Industry R&D Program of the Ministry of Knowledge and Economy (MOKE) (R0001657).

PB-105 포스터학생

3D TiO₂/Graphene and Ag-TiO₂/Graphene nanocomposite aerogels with enhanced photocatalytic activity

Xiaofeng Fan, Dain Kharismadewi, Trung Hieu Tran, and Jae-Jin Shim*

School of Chemical Engineering, Yeungnam University,

*Email: jjshim@ynu.ac.kr

Nowadays, the studies on the preparation of 3D graphene-based nanocomposite aerogels and hydrogels have flourished because they combine the advantages of both graphene and nanoparticles, which have potential applications in catalysis, sensor and energy fields. Here, we reported a green and facile route for preparing TiO₂/Graphene and Ag-TiO₂/Graphene nanocomposite aerogels. First, graphene oxide-titanium oxide (GOT) composites were synthesized by in situ depositing flower-shaped TiO₂ nanocrystals on graphene oxide nano sheets by liquid phase deposition. Then Ag nanoparticles were decorated on the surface to improve quantum yield. The hybrid is reduced by *L*-ascorbic acid and assembled to be a bulk gel by a mild chemical reduction, followed by supercritical CO₂ drying. The application of them for photocatalytic degradation of MB dye under UV and visible light and adsorption capacity of MB has been investigated.

Acknowledgment: This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF), funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2012009529).

Author Index

Foreign Authors					Domestic Authors	
A. K. M. Asaduzzaman	PA-11	Mohd	PB-66			
A. S. M. T. Haque	PA-12		PB-68	강기섭		CT-17
A. N. Kabra	CT-37	M. Hasan	PB-69	강동일		PB-23
	CT-38	N. H. T. Thien	PB-66	강미숙		PA-05
A. Shenoy	CT-28	P. Sharma	PB-36	강민석		PA-08
A. M. Fulhueras	CT-58		PB-95	강민제		PB-05
B. H. Shanks	PB-58		PB-96	강민형		PA-15
C. H. Luong	PB-80		PB-97	강석진		PA-15
	PB-81		PB-99	강석환		CT-52
C. Kaika	PB-104	R. C. Brown	PB-100			CT-54
C. A. Antonyraj	CT-64	R. Kuchi	PB-58			PB-72
D. Kharismadewi	PB-105	R. Andika	PB-80	강수연		PA-37
El-Sayed Salama	CT-37		PB-61	강신춘		CT-36
	CT-38		PB-64	강종원		PA-44
E. Fitriasia	PB-102		PB-65	강흥중		PB-23
F. J. Novita	PB-60		PB-66	고민수		CT-44
F. Wei	PB-60		PB-67	고영수		PB-12
	PB-61		PB-68			PB-13
	PB-62	R. Ghimire	PB-73			PB-14
	PB-63	R. Wang	PB-09	고창현		PA-36
F. A. Agblevor	CT-28	S. G. Hu	CT-34	공성욱		PA-35
	CT-29	S. Khan	PB-95	공용진		PB-83
G. R. Harvianto	PB-62		PB-66	곽민기		PA-46
H.-Y. Lee	PB-60		PB-68	구경완		PB-57
H. Susanto	PB-62	T. H. Tran	PB-69	구기갑		PB-73
H. P. Ho	PB-24	T. Son Vo	PB-105	국진우		PB-76
H. D. Pham	PA-13		PB-80	권동욱		PB-03
	PB-25	T. T. Nguyen	PB-81	권성현		PA-24
I. N. Widiassa	PB-62		PB-102	권세환		PA-37
J. Huang	PB-103	V. C. Tran	PB-103	권순진		PB-85
K. Chen	PB-102		PB-102			PB-88
	PB-103	W. Ali	PB-104	권안규		CT-16
L. C. Nhien	PB-60		PB-66	권진우		PB-06
	PB-61		PB-68	권혁윤		CT-07
	PB-62		PB-69	금영호		PB-91
	PB-64	W. Feng	PB-73			PB-92
	PB-65	W. Xuefei	PB-67	길인섭		CT-31
	PB-66	X. Fan	CT-59			CT-33
	PB-67	Y. Shipeng	PB-105	김가영		PA-37
L. Q. Minh	PB-60	Y. A. Husnil	PB-26	김경남		PA-33
	PB-62		PB-61	김경매		PB-57
	PB-63		PB-64	김경민		PB-60
L. Jessica	CT-58		PB-65			PB-62
L. Shagdarsuren	PB-33	Y. D. Chaniago	PB-67			PB-63
M. N. Islam	PB-104		PB-66			PB-64
M. S. Kumar	CT-37		PB-68			PB-69
M. Porhrel	PB-08	Z. Wei	PB-73	김경일		PA-19
			PB-79	김경호		PA-08

김광준	CT-54	김성철	CT-13	김준철	CT-33
김교희	PB-01	김성학	PB-31	김준환	PA-41
김기범	PA-23	김성후	PB-94	김지선	PA-37
	PB-50	김세광	PA-19	김지윤	PB-10
김기영	PA-27	김수현	PA-25	김지은	PB-18
	PA-28	김승수	CT-28	김진현	PA-33
	PB-55		CT-29	김진호	CT-52
	PB-56	김아람	PB-27		CT-54
김기왕	PB-03	김영진	CT-36	김창준	PA-01
김길표	PB-39		PB-98	김철웅	CT-23
	PB-43	김영훈	PB-05	김탁현	CT-42
	PB-48		PB-15	김태완	CT-23
김남인	PA-23		PB-16	김태용	PB-38
김대근	PB-77		PB-17		PB-44
김도희	PB-42		PB-18		PB-46
	PB-49		PB-19		PB-47
김동선	CT-43	김예라	PB-76	김태현	PB-11
	CT-44	김왕규	PA-44	김태희	PB-54
	CT-45	김용성	PA-45	김 필	PB-75
	CT-58	김용술	PB-70	김한도	PA-14
	CT-59		PB-71	김한석	PA-34
	PA-07		PB-72	김헌기	PA-38
	PB-08	김용화	PB-45		PA-39
	PB-09	김우식	PB-19	김혁수	PA-33
김동진	PA-38		PB-40	김현순	PA-18
김문현	PA-09	김이철	CT-36	김현아	PB-79
김민경	PB-29	김장우	PB-94	김효식	CT-52
김민수	CT-16	김재경	CT-57		CT-54
김민지	PB-96	김재곤	PB-24	나병기	CT-26
김민진	PA-01	김재환	PA-34	나세준	CT-41
김범주	PB-97		CT-65		PB-04
김병수	CT-42	김정근	CT-56	남성주	PA-36
김보라	PA-20	김정수	PB-84	남인호	PB-39
김봉석	PA-17		PB-86		PB-41
김상겸	PB-84	김정식	PA-37		PB-43
	PB-86	김정인	CT-53	남형욱	PB-54
	PB-87		CT-55	노재현	CT-43
	PB-90	김정환	PB-10	노치형	PA-46
김상도	CT-18		PB-89	류승한	PA-08
	PA-30	김정훈	CT-55	류재홍	CT-52
	PA-31	김종남	PA-29		CT-54
	PA-32		PB-01	류준형	PA-10
김상용	CT-24	김종득	PB-01	류호정	PA-27
	CT-40	김종용	PA-46		PB-85
김상인	PB-33	김종희	CT-05	명 도	PB-53
김석기	CT-65	김주영	PA-39	문다솜	PB-37
김석찬	CT-04	김주일	PB-77	문원균	PB-48
김성배	PA-01	김준영	CT-42	문종호	PA-26

	PA-27	박정민	CT-47	서경주	PA-36
	PB-55		PB-28	서명기	PB-07
문태영	CT-17	박조용	PB-24	서명수	PA-16
민경일	CT-26	박종현	PB-12	서야영	PA-40
민병무	PA-26	박주형	CT-56	서양곤	CT-41
민윤식	PB-91	박준성	PB-59		PB-04
박건우	PB-49	박준영	PA-23	서영종	PA-44
박경봉	PB-54	박준형	PA-08	서용호	PA-23
박경원	PA-01	박지홍	PB-15		PB-50
박균영	PA-07	박진구	CT-01	서재건	PA-15
박기호	PA-33	박진우	CT-44		PA-16
박노국	PA-05	박진원	PA-21		PA-17
	PB-72		PA-22		PA-18
박노균	PB-70	박진호	PB-69	서정은	PB-78
	PB-71	박태준	CT-56	서혜민	PB-91
박대성	PB-38	박현준	PB-79		PB-92
	PB-40	박형숙	PB-92	서희민	PB-12
	PB-46	박홍석	CT-61	선도원	PA-27
	PB-47		CT-62		PA-28
박배호	PB-50		PB-47		PB-55
박병현	PA-04	박회경	PA-07		PB-56
박상민	PA-02	박희재	CT-31	선지윤	PA-13
	PA-06	반충현	PB-42		PB-25
박서진	PB-78	배달희	PA-27	설용건	PB-37
박세준	CT-56		PA-28	성경환	PB-53
박수민	PB-39		PB-55	성연백	PB-70
	PB-41		PB-56		PB-71
	PB-48	배성준	PB-41		PB-72
박시호	CT-34		PB-43	성윤기	CT-42
박영철	PA-26	배수정	CT-05	성윤진	PA-41
	PB-56	배양원	PA-35	성화경	PB-16
박용기	PB-12	배위섭	PB-87	소인섭	PA-23
박용성	PB-34	배유미	PA-14	손병현	PB-91
	PB-35	배은주	PA-34	손찬웅	CT-33
박용호	CT-36	배재흠	CT-03	손혜란	PA-46
박은진	PA-45		CT-05	손효주	PB-74
박인수	PA-30		PB-51	손희철	CT-55
	PB-75		PB-52	송민경	CT-25
박재혁	PA-27	배종수	CT-56		PA-13
	PA-28	배준영	PB-89		PB-25
	PB-55	백자연	PB-38	송용근	PA-47
	PB-56		PB-44	송인규	CT-66
박재현	PA-27		PB-47	송인학	PB-42
	PA-28	변우진	PB-22	송정호	CT-36
	PB-55	변창기	PB-85	송주섭	PB-99
	PB-56		PB-88	송찬경	PB-38
박재형	CT-53	변태욱	PA-41		PB-44
박재홍	PB-91		PB-94	송찬주	PB-23

송창현	PA-46	우희철	CT-25	윤혜진	PB-74
송현돈	PB-43		PA-12	이 강	CT-36
	PB-45		PA-13	이경길	PB-11
	PB-48		PB-24	이경록	CT-61
송형운	PA-02		PB-25		CT-62
	PA-06		PB-26		PB-47
순연선	PB-75	원동신	PB-75	이경민	PB-80
신동훈	PA-08	원바다	PB-52		PB-82
신민철	PA-34	원용선	PB-27	이경환	PB-58
신병철	CT-48		PB-29	이관영	PB-07
신수진	PB-74	원종민	PB-03	이광복	PB-85
신용훈	PA-09	위대현	PB-74		PB-88
신옥균	PA-34	유문희	CT-34	이내성	PA-23
신재욱	PB-23	유성주	PB-45	이대원	PB-07
신정섭	PB-13	유영근	PB-41	이도균	PB-84
	PB-14	유영돈	CT-14		PB-86
신종선	PA-27		CT-54		PB-90
	PA-28	유 준	CT-22	이돈길	CT-35
	PB-55	유지행	PA-29	이동기	CT-05
	PB-56		PB-101		CT-06
신지훈	PB-76	유지호	PA-25		PA-42
신철호	CT-34		PA-30		PA-43
신태용	PB-94		PA-31	이동욱	CT-56
신현만	PB-21		PA-32	이동현	CT-49
신현수	PA-37		PB-83		CT-50
심재진	PB-102		PB-84	이동호	PB-55
	PB-103	유충열	PA-29	이명진	PB-21
	PB-104		PB-101	이문용	PB-60
	PB-105	유한솔	PB-34		PB-61
신현호	PB-17		PB-35		PB-62
심중보	PA-26	윤다님	PB-40		PB-63
안성미	PA-36		PB-46		PB-64
양대근	PA-46		PB-47		PB-65
양대륙	PA-33	윤대희	PB-34		PB-66
양 원	CT-17		PB-35		PB-67
양지우	PA-40	윤범진	PA-45		PB-68
엄가온	PB-51	윤상필	PA-17		PB-69
엄기현	PB-29	윤양식	CT-61		PB-73
염대훈	CT-57		CT-62	이민규	CT-47
	PB-22		PB-38		PB-28
오경학	PB-93		PB-40		PB-30
오광철	CT-48		PB-46		PB-31
오승윤	PB-18		PB-47		PB-32
오창일	CT-57	윤영옥	PA-19	이민선	CT-37
왕 설	PA-01	윤용승	CT-14	이민재	CT-03
우승한	PA-40		CT-18		PB-48
우제완	PB-34	윤한라	PB-74		PB-51
	PB-35	윤형철	PA-29		PB-52

이병화	PB-33	이은주	PB-02	이창하	PB-56
이병환	CT-42	이은진	PA-14	이철우	PA-40
	PB-05	이인형	PA-24	이태윤	PB-27
	PB-06	이인화	PB-77	이태진	PA-05
이상돈	PB-05		PB-78		PB-70
이상문	PB-03	이재욱	CT-17		PB-71
이상헌	PA-08	이재주	PA-01		PB-72
	PB-84	이재하	PB-49	이태훈	PB-70
	PB-87	이재훈	CT-50		PB-71
이상호	PA-01	이정규	CT-46		PB-72
이선욱	PB-02		CT-57	이택수	CT-32
이성복	PA-46		PB-22	이혁재	PB-54
이성찬	PA-13		PB-23	이현주	PB-59
	PB-25	이정숙	PB-13	이호열	CT-05
이소연	PB-24		PB-14	이효권	PA-18
이수영	PB-45	이제근	PB-27	이효상	PA-09
이승용	PA-27	이종건	PA-47	이희수	PB-49
	PA-28	이종민	PB-43	임관희	CT-49
이시훈	CT-18	이종섭	PA-26	임병호	PA-38
	PA-30	이종원	PB-89	임영준	PA-30
	PA-31	이종협	CT-61		PA-31
	PA-32		CT-62		PA-32
	PB-76		CT-66		PB-83
	PB-83		PB-38	임의순	CT-26
	PB-84		PB-39	임정환	PA-30
	PB-86		PB-40		PA-31
	PB-90		PB-41		PA-32
이영상	PB-20		PB-43		PB-83
	PB-21		PB-44	임준혁	PB-27
이영우	CT-31		PB-45	임지원	PA-37
	PB-55		PB-46	임한권	CT-27
	PB-83		PB-47	임현규	PA-19
	PB-84		PB-48	임효빈	PB-85
	PB-86	이주열	PA-04		PB-88
	PB-87	이주현	PB-77	장민수	PA-36
	PB-90	이준봉	PB-50	장민혁	PB-20
이영주	CT-56	이준성	PB-52	장성화	PB-53
이영희	PA-14		PB-53	장영석	CT-48
이예림	PB-80	이준우	CT-16	장영일	PB-89
	PB-82	이준학	PA-35	장용근	PB-02
이용순	CT-41	이지은	CT-54	장원철	PB-70
	PB-04	이지혜	CT-46	장윤상	CT-03
이원규	PA-38		PB-23		PB-51
이원학	CT-15	이진욱	CT-18		PB-52
이원희	PB-20	이진혁	PB-58	장은석	PA-06
이윤조	CT-52	이 찬	CT-16	장정희	PA-03
이은도	CT-48	이창근	PB-56		PA-04
이은열	CT-21	이창렬	CT-51		PA-05

전기원	CT-52	정 헌	CT-11		PB-72
전동혁	PA-30	정희숙	PA-02	진경태	PA-28
	PA-31	조대철	PA-24	차다솜	PB-101
	PA-32	조두용	PB-85	차승재	PA-47
전동환	CT-18		PB-89	차재용	PB-51
전병수	PA-11	조두희	CT-45	채태영	CT-17
	PA-12	조성호	PB-56	채호정	CT-23
	PB-26	조성화	PA-23	최기욱	CT-20
전병훈	CT-37	조숙철	PA-45	최돈혁	CT-32
	CT-38	조영호	PA-08	최동철	PA-47
전영시	PB-02	조완택	PA-31	최봉구	PB-63
전원진	PB-42		PA-32		PB-64
전진우	PB-30	조재훈	CT-24		PB-65
	PB-31	조정호	CT-43		PB-67
	PB-32		CT-44		PB-68
전진희	PB-65		CT-45		PB-69
전충환	CT-12		CT-58		PB-73
	PB-33		CT-59	최석천	CT-17
정강섭	PB-75		PA-07		CT-48
정 국	PB-27		PB-08	최연석	PA-41
정기진	CT-18		PB-09	최영찬	CT-56
	CT-54		PB-10	최예슬	CT-46
정석우	CT-18	조종훈	PB-84		PB-23
정성모	CT-35	조지훈	CT-41	최용석	PB-58
정수정	PB-100		PB-04	최우빈	CT-41
정순용	CT-23	조진구	CT-63		PB-04
정승우	CT-50		CT-64	최우영	PB-50
정연구	PA-16		PA-20	최원근	PB-57
정원준	PB-51		PB-36	최재호	PB-22
정유진	PB-91		PB-37	최창식	PA-03
정윤정	PB-93	조창용	PA-34		PA-04
정의석	CT-33	조철희	PB-95		PA-05
	PB-19		PB-96	최택집	PB-50
정인경	PA-15		PB-97	최호경	PA-30
	PA-16		PB-98		PA-31
	PA-17		PB-99		PA-32
	PA-18		PB-100	최희영	PB-70
정재훈	PB-27		PB-101		PB-71
정종율	PB-80	조환성	PB-94		PB-72
	PB-81	주병권	PA-46	하정명	CT-65
	PB-82	주세영	CT-41		PA-35
정진도	PA-41		PB-04	하종한	CT-26
	PB-57	주종훈	PA-29	한기보	PA-03
	PB-93	주지봉	PA-28		PA-04
	PB-94	주호용	PB-50		PA-05
정철진	PA-03	지민규	CT-38	한문희	PB-95
	PA-04	지찬태	PB-70		PB-96
	PA-05		PB-71		PB-97

	PB-98	허윤희	PB-75		PB-21
	PB-99	허정무	CT-05		PA-47
	PB-100	형찬희	PA-29	홍성제	PA-45
한성국	PB-101	홍범의	PA-03		PA-46
	PA-02	홍성창	PB-03		PA-47
한정우	PA-06	홍연희	CT-04	황순철	PB-84
	PB-38	홍응기	CT-66		PB-86
	PB-39	홍원희	PB-01		PB-90
	PB-46		PB-02	황승민	PB-93
	PB-59	홍재창	CT-56	황열순	CT-35
한 춘	CT-56	홍태환	PA-19	황응림	CT-02
허광선	PB-25		PB-20	황택성	PB-88