



2022 한국청정기술학회

추계총회 및 학술발표회

초록집 2022 THE KOREAN SOCIETY OF
CLEAN TECHNOLOGY CONFERENCE

2022. 9. 21(수) ~ 9. 23(금)

제주 메종 글래드 호텔

산업용특수테이프 분야를 선도하는 화인테크놀로지



반도체용 점착 TAPE



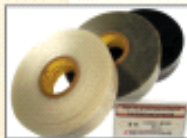
DICING TAPE

FPC MATERIIL



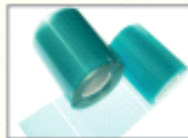
COVERLAY TAPE

산업용보호 TAPE

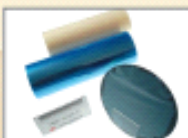


건축자재용 보호 TAPE

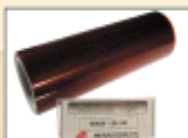
세라믹가공-필모용 TAPE



라벨스티커



BACK GRINDING TAPE



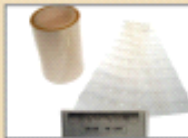
STIFFENR TAPE(보강판)



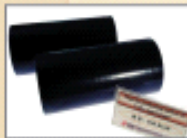
건축자재용 보호 TAPE



HEAT SEAL TAPE



CARRIER TAPE



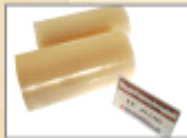
자동차 부품용 보호 TAPE



EMC MOLD CUTTING TAPE



CARRIER TAPE



자동차 부품용 보호 TAPE



(주) 화인테크놀로지
www.finetechonology.co.kr

경남 양산시 아곡공단1길 10
TEL : 055)362-8110 FAX : 055)362-8113

PREMIUM LUBRICANTS

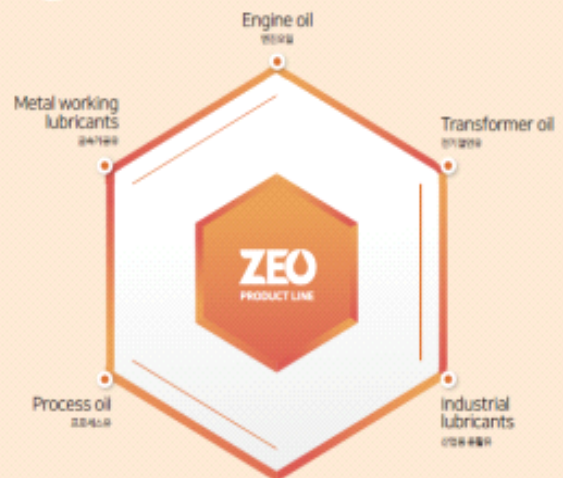
ZEO

Having accumulated know-how and technology
more than 35 years.



PRODUCT LINE

제우스유화공업 제품



본사및 부산공장

Head office &
Busan factory

부산광역시 사상구 낙동대로 943번길 105 (감전동)

TEL:(051)315-8182~4 FAX:(051)326-2118

<http://www.zeusoil.co.kr>

sales100@zeolub.com

울산공장

Onsan factory

울산광역시 울주군 온산읍 당월로 402

TEL:(052)239-8006

FAX:(052)239-8007

화성공장

Hwasung factory

경기도 화성시 서신면 전곡리 1105-5번지 (전곡산업단지 내)

TEL:(031)366-8168

FAX:(032)714-3917 (031)357-6386



www.unihub.kr

디지털 신기술 인재양성 에너지신산업 혁신공유대학 경남정보대학교 사업단

혁신공유대학이란?

- 4차 산업혁명시대가 본격화됨에 따라 에너지신산업 신기술 혁신 인재를 양성합니다.
- 전공에 관계없이 자유롭게 교육과정에 참여하여 마이크로디그리 학위 취득 및 학점 인정이 가능합니다.
- 에너지신산업 분야 7개 대학 간 컨소시엄을 구축하여 교원, 교육컨텐츠, 기자재 등의 자원을 공유 및 공동 활용합니다.

에너지신산업이란?

기후변화 대응, 미래 에너지 개발, 에너지 안보, 수요 관리 등 에너지 분야의 주요 현안을 효과적으로 해결하기 위한 '문제 해결형 산업'



7개 대학의
에너지신기술 교과목을
소속, 학과, 학년에
관계없이 누구나
수강할 수 있습니다.

에너지신산업 혁신공유대학 교육과정 안내

분야	에너지 생산	에너지 저장/변환	에너지 수송/관리	에너지 경영
내용	신에너지 재생에너지	기계적 에너지저장 전기/화학 에너지저장 에너지변환시스템	에너지 회문(EMS) 전력관리/에너지관리	에너지 환경/계합 에너지 자원경제/ 정책/인원
초급	신에너지공학개론 재생에너지공학개론 수소연료전지개론	에너지저장공학개론 에너지소재개론 전기화학에너지저장 이론 및 실험	전기에너지개론	에너지용 기술의 경제적 에너지환경기술 에너지용 기후변화
중급	에너지변환공학 에너지 생산소재공학 나노소재기술에너지공학	에너지저장 소재설계 거대에너지저장 재료에너지시스템	차세대전력전자 및 전기기기 화학에너지수송 실시간 에너지관리	에너지통계 빅데이터분석 에너지 기후변화정책 실시간 에너지전송공학
고급	태양에너지공학 지열에너지공학 풍력에너지공학 수소에너지공학	전기차배터리공학 차세대에너지공학 연료전지 적외열표	무선에너지전달 실시간 시스템의 최적화 스마트그리드	에너지사업 타당성평가 에너지신사업 미션연구

수강신청방법

홈페이지방문

: www.unihub.kr

회원가입/로그인

개설과목 확인

: 수강신청과목 표시리스트에 표시

수강신청

: 정보 입력 후 사정 신청하기

완료

문의 : 경남정보대학교 에너지신산업 혁신공유대학사업단 051-032-1372 / 홈페이지 : www.nei.kit.ac.kr

KIT. 경남정보대학교

에너지신산업 혁신공유대학 사업단

초음파기술의 파이오니어 .. 미래 초음파기술

1997년 설립한 이래 20여년간 Sonochemistry 분야를 개척하고 있는
미래초음파기술은 전자·화학·바이오·환경분야의 파트너입니다.

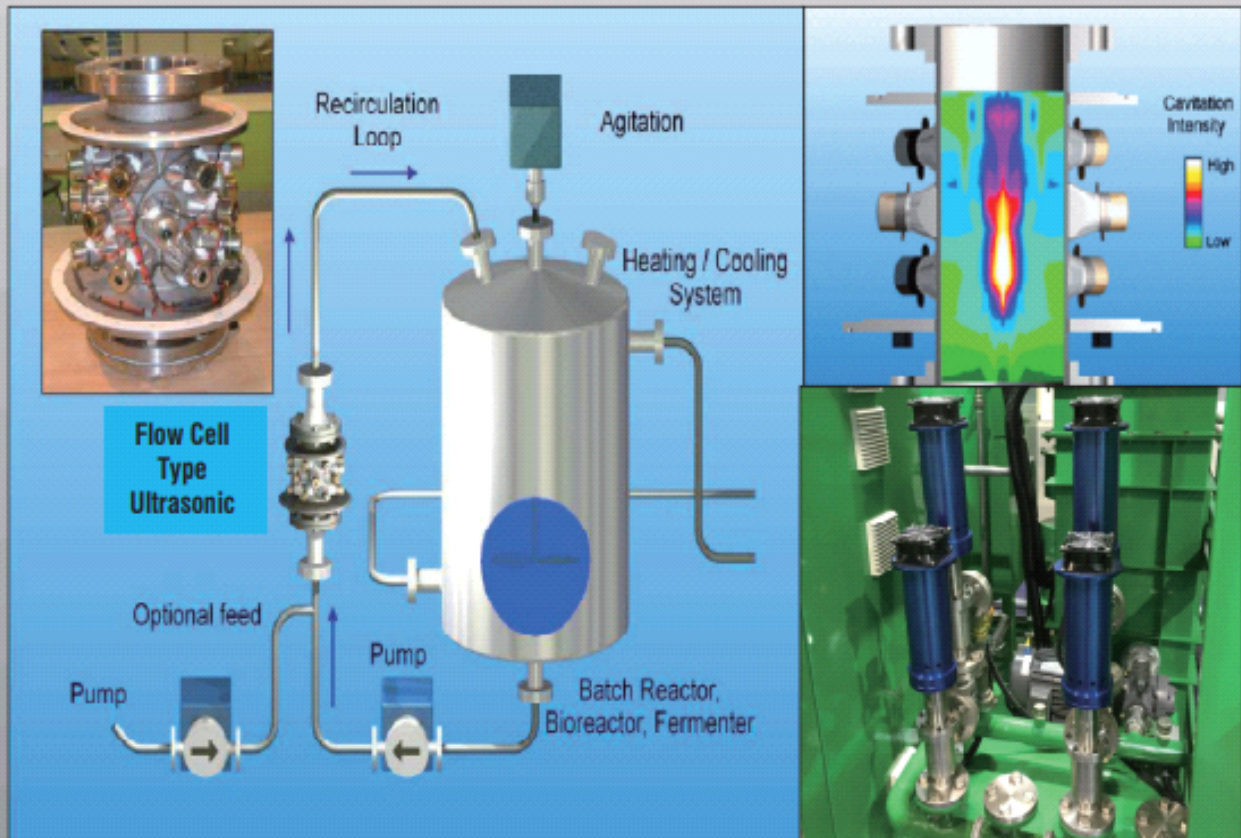
Sonochemistry : New Opportunities for Green Chemistry

Main Product

- Flow Cell Type Ultrasonic
- Large scale Sonotrode Ultrasonic
- In line type Ultrasonic Treatment System
- Batch type Ultrasonic Treatment System

Application

- Bio-Diesel • Food Extraction • Homogenizing • Mixing • Dispersion



MIRAE ULTRASONIC TECH. CO.

14502 경기도 부천시 원미구 평천로 655 부천테크노 파크 402동 1101호

T 032-234-6661 / F 032-234-6663 <http://www.msonic.co.kr>



[한국생산기술연구원 Key-Tech 사업] 세라믹 3D 적층성형기반 RM(신속생산) 체제 구축 사업

사회적필요성

국민생활환경

- 대기미세먼지 농도증가
- 미세플라스틱 농도증가

에너지 패러다임

- 친환경에너지 수요증가
- 수소연료전지 자동차

4차 산업혁명

- 제조산업혁신
- 통합적 제조 시스템

연구개발내용

복잡형상 고기능 부품 주문/설계형 직·간접 신속생산체제 구축

- 3D프린팅용 세라믹 부품·공정 설계 S/W Tool 개발
- 전·후처리 연계 RM 체제 통합 가동시스템 구축
- SCR 친환경 공법/주조 경량화 핵심 증자기술 적용
 - ✓ 친환경산업
 - ✓ 첨단제조산업

‘복잡형상 SCR세라믹제품’ → Anti-Fouling

‘Hollow casting core 적용 경량 주조제품’ → 수송기기 연비 향상

중소기업 RM 제조라인 실증 연구 및 보급

Vision

As-Is Rapid Prototyping

To-Be Rapid Manufacturing

기대효과

생활환경개선

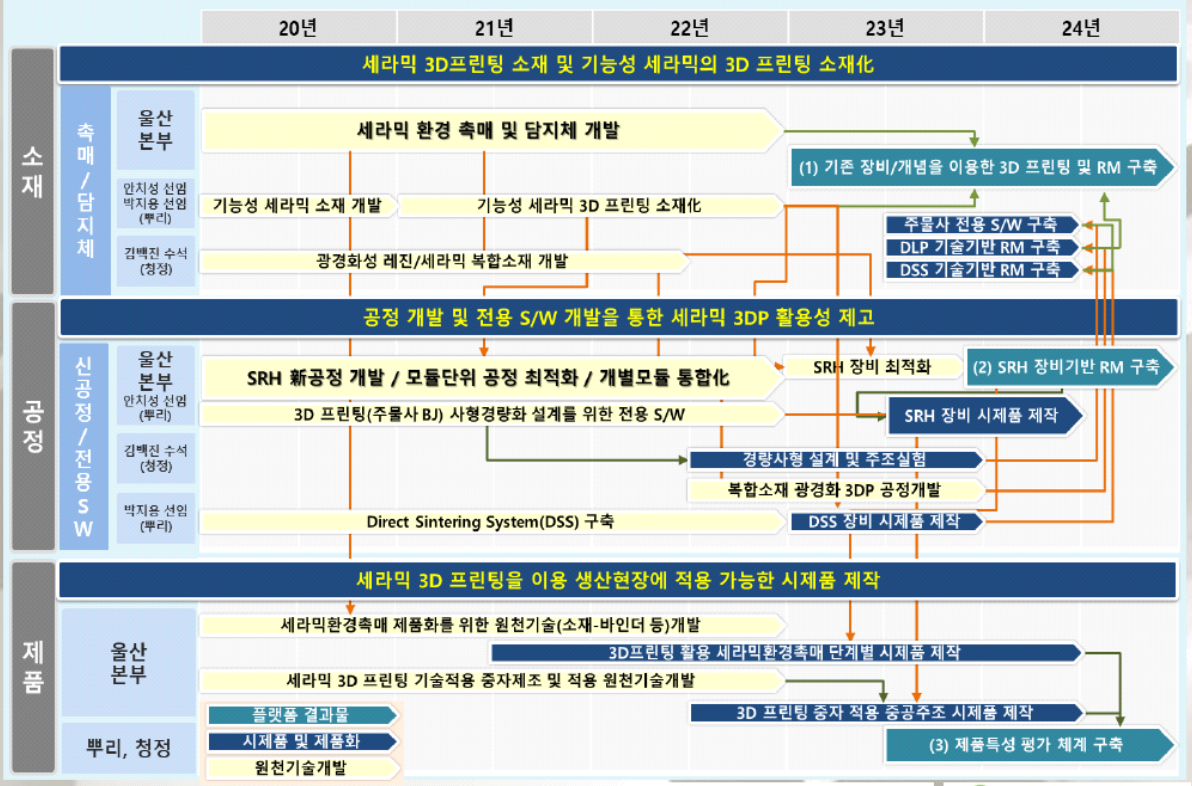
- 산업현장 미세먼지 저감
- 수중 오염물질 제거기술

신재생에너지 수요대응

- 에너지 저장 소재 제조
- 에너지 전환 소재 제조

신산업 창출

- 주조산업 혁신
- 초경량 수송기기 부품



◆ 사업책임자: 이만식 수석연구원
 ◆ 사업관련 문의: 고중완 수석연구원(jwko@kitech.re.kr)



JCONJIN

(주)전진엔텍
ENTECH LTD.



화학과 에너지에 환경의 가치를 더하다!

도전과 혁신으로 가치를 창출하는 기업_ (주)전진엔텍

- ✔ 화학 공정 SYSTEM ▶ 물질전달, 열전달
- ✔ 클린 대기 환경 제어 SYSTEM ▶ SOx, CO2, 탈취, VRU
- ✔ 해양플랜트 FPSO ▶ Separator, Filtration
- ✔ 급속 개폐 장치 ▶ Quick Opening Closure
- ✔ LNG SYSTEM ▶ Bunkering, Separating, Filtering



JCONJIN

2022년 한국청정기술학회 추계 학술 발표회 초록집

- 일 시 : 2022년 09월 21일(수) - 23일(금)
- 장 소 : 제주 메종 글래드 호텔
- 주 최 : 한국청정기술학회
- 후 원
 - (주)화인테크놀리지
 - 미래초음파기술
 - 제우스유화공업(주)
 - (주)전진엔텍
 - (주)태양인더스트리
 - 경남정보대학교 에너지신산업
혁신공유대학 사업단
 - 한국생산기술연구원 울산지역본부



한국청정기술학회

The Korean Society of Clean Technology

국가의 미래를 위해 나아갈 길, 청정기술

(사)한국청정기술학회

문서번호 청정기술 2022-47 (2022.07.29)

수신 청정기술 전문가 및 소속기관

제목 한국청정기술학회 2022년 추계 학술대회 개최

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 한국청정기술학회 2022년도 추계 학술대회를 아래와 같이 개최하오니 귀 기관의 소속 전문가가 참석할 수 있도록 협조하여 주시길 바랍니다.

가. 제목: 2022년도 한국청정기술학회 추계학술대회

나. 일시: 2022년 09월 21일(수) - 23일(금)

다. 장소: 제주 메종 글래드 호텔

라. 등록비

사전등록	정회원	160,000원,	학생회원	80,000원
현장등록	정회원	180,000원,	학생회원	100,000원

* 사전등록: 2022년 9월 10일(금) 까지

-끝

(사)한국청정기술학회



한국청정기술학회 사무국[(48547) 부산광역시 남구 신선로 365 부경대학교 용당캠퍼스 5공학관 206호]
전화 051-629-7939 / 팩스 051-629-6429 / cleantechnol@pukyong.ac.kr / cleantechnol.or.kr

인사말



존경하는 한국청정기술학회 회원 여러분!
안녕하세요? 반갑습니다.
한국청정기술학회 20대 회장을 맡은 서영옥입니다.

2022년도 한국청정기술학회 가을학술대회에 참가하여 주셔서 감사
합니다.

우리 학회는 1995년 7월에 설립되어 27년 동안 청정기술의 발전과
회원들의 소통의 장을 마련하는데 기여하여 왔습니다. 계속된 코로
나로 인하여 여러 가지 상황임에도 불구하고 오프라인으로 진행된 지난 춘계학술대회도
회원 여러분의 적극적인 참여 덕분에 성공적으로 치를 수 있었습니다.

이번 춘계학술대회는 청정융합, 청정소재 및 공정, 재생 가능 연료 및 소재, 청정수소, 탈
황-탈질, 청정용매, 오염저감, 총 7개의 부문별 구두 발표가 진행될 예정이며, 더불어 두
개의 특별세션 발표 (청정기술로의 3D 프린팅 기술 개발 및 응용, 한국생산기술연구원 친
환경재료공정연구그룹 특별세션)가 준비되어 있습니다. 또한, 학생 구두 발표 세션에서는
학생들이 본인의 연구를 직접 발표하는 자리를 마련하였습니다.

또한, 학회 초청 연사로 제주대학교 양진건 교수님을 모시고 제주 유배역사에 관한 이야기
를 들으며 바쁜 일상에서 잠시 쉬어가는 시간을 가지려고 합니다.

이번 춘계학술대회는 구두발표 61편과 포스터발표 89편으로 총 150편의 발표가 있을 것
입니다. 많은 회원분들이 참석하셔서 학술교류와 만남의 장을 만들어 주시길 바랍니다.

빠른 시일내에 코로나19 상황이 종식되길 기원하며, 이번 춘계학술대회를 무사히 마칠 수
있도록 응원해 주시길 바랍니다.

마지막으로 춘계학술대회를 위해 고생하신 총무이사님을 비롯한 모든 이사님, 분과위원장
님들께 감사드리고, 학술대회를 위해 후원해 주신 여러 기관, 기업과 물심양면으로 도움을
주신 분들께 깊이 감사드립니다.

2022년 9월 21일

한국청정기술학회 회장 서영옥

추계 평의원회, 총회 및 학술대회 일정표

9월 21일 (수)	대연회장		
13:00 - 14:00	등록		
14:00 - 15:00	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">편집위원 워크숍 (Jade Hall)</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">부문위원회 워크숍 (Jade Hall)</td> </tr> </table>	편집위원 워크숍 (Jade Hall)	부문위원회 워크숍 (Jade Hall)
편집위원 워크숍 (Jade Hall)	부문위원회 워크숍 (Jade Hall)		
15:00 - 15:30	개회식 (2층 : Jade Hall) 사회: 박이슬 총무이사		
15:30 - 16:30	제주도의 또 다른 문화를 들여다보기 (2층 : Jade Hall) 초청자 : 양진건 교수 (제주대학교) Organizer : 제정호 교수		
16:30 - 17:30	평의원회(2층 : Jade Hall)		

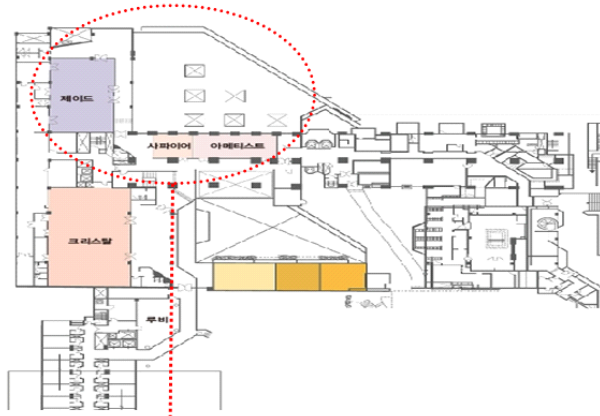
9월 22일 (목)	제이드 (Jade)	아메티스트 I (Amethyst I)	아메티스트 II (Amethyst II)	사파이어 (Sapphire)	2층 홀
08:30 - 09:30	등록				
09:30 - 11:30	청정용매 Organizer : 제정호 교수	청정수소 Organizer : 노현석 교수	특별세션 I Organizer : 이만식 수석연구원	오염저감 Organizer : 이태호 교수	포스터세션 I Organizer : 권혁택 교수
11:30 - 13:00	점심 (포스터 철수)				
13:00 - 15:00	제이드 (Jade)	아메티스트 I (Amethyst I)	아메티스트 II (Amethyst II)	사파이어 (Sapphire)	2층 홀
13:00 - 15:00	재생가능 연료 및 소재 Organizer : 유준 교수	청정소재 및 공정 Organizer : 김성탁 교수	특별세션 II Organizer : 이만식 수석연구원	학생발표 I Organizer : 제정호 교수	포스터세션 II Organizer : 이광세 교수
15:00 - 15:30	Coffee Break				
15:30 - 17:30	제이드 (Jade)	아메티스트 I (Amethyst I)	아메티스트 II (Amethyst II)	사파이어 (Sapphire)	2층 홀
15:30 - 17:30	청정융합 Organizer : 김중래 교수	탈황-탈질 Organizer : 강석환 박사	특별세션 III Organizer : 이만식 수석연구원	학생발표 II Organizer : 이재경 교수	포스터세션 III Organizer : 이광세 교수
17:30 - 18:00	총회, 경품 추첨 및 시상식 사회: 박이슬 총무이사				

9월 23일 (금)	대연회장
08:30 - 09:30	등록
09:30 - 12:00	산학연 워크숍 청정 기술 분야 산학연 우수 협력 사례 및 방안 Organizer : 박이슬 교수

- 포스터세션 I : 오염저감, 청정용매 (PB, PC)
- 포스터세션 II : 청정소재 및 공정, 청정수소 (PA, PD)
- 포스터세션 III : 재생가능 연료 및 소재, 청정융합, 탈질-탈황 (PE, PF, PG)
- 심사시간 중 미부착 포스터는 불참 간주함.

학회장 안내

2F



계단 이동하여
2층으로 올라감

2F



경품추첨 행사

□ 학술발표회 기간 내 경품추첨 행사 안내사항



■ 참여방법

- 현장등록 시 경품응모권 제출

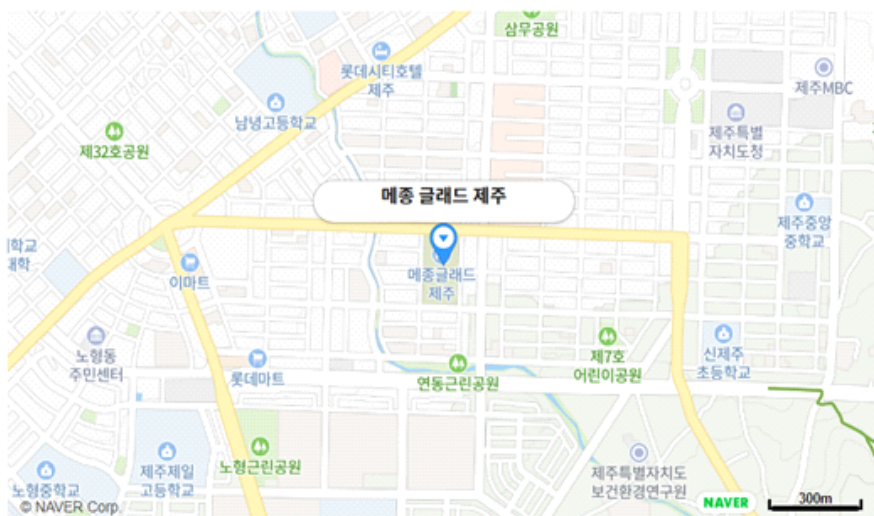
■ 추첨 및 경품지급

- 추첨: 2022년 9월 22일(목) 17:30 총회 (2층 Jade홀)
- 갤럭시탭S7 64GB 1대
- 에어팟 3세대 2개
- 도서상품권 10만원권 3매, 5만원권 5매,

제주 메종 글래드 오시는 길

주소 : 제주특별자치도 제주시 노연로 80(연동)

고객센터 : 064-747-5000



[공항에서 오시는 길]

1. 택시 (약 10분 소요)
2. 버스 (약 20분 소요)
 - 315번, 316번 버스 (제주국제공항6 승차 -> 메종글래드 제주 하차 -> 도보 3분)
 - 332번 버스 (제주국제공항6 승차 -> 신제주오피스텔 하차 -> 도보 4분)
3. 렌트카

초청강연

- 일시 2022년 09월 21일(수) 15:30 - 16:30
- 장소 제주 메종 글래드 호텔 1층, Jade 홀
- Organizer 제정호 총무이사 (부산대학교)

진행 : 제정호 교수 (부산대학교)

15:20 (10') **개회사**
서영옥 회장 ((주)화인테크놀로지)

15:30 (60') **발표제목: 제주도의 또 다른 문화를 들여다보기 (제주유배문화)**
양진건 교수 (제주대학교)

연 사 소 개



주 요 경 력

현재 : 제주대학교 교수
2011-현재 : 제주대학교 스토리텔링 연구개발센터 센터장
2021-현재 : 한국교육학회 지회장
2007-2010 : 제주대학교 학생처장
2017-2018 : 한국교육학회 부회장
2012-2017 : 한국디지털스토리텔링학회 부회장

학 력

한양대학교 대학원 교육학과 졸업 (교육학박사)

청정용매

- 일시 2022년 9월 22일(목) 09:30 - 11:30
- 장소 메종 글래드 제이드 홀 (Jade)
- Organizer 제정호 교수 (부산대학교)
- 프로그램 구두 발표

좌장 : 이홍식 박사(한국생산기술연구원)

- | | |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 09:30(20') | (CT-A01) 산가스 포집용 습식 흡수제의 개발
송호준 (한국생산기술연구원) |
| 09:50(20') | (CT-A02) 가스 하이드레이트 결정화 기반 청정 CO ₂ 포집 및 저장 기술
<u>사정훈*</u> (동아대학교) |
| 10:10(20') | (CT-A03) 초임계 이산화탄소 추출을 이용한 천연물에서의 유용 성분 회수
<u>이홍식</u> (한국생산기술연구원) |
| 10:30(20') | (CT-A04) Predicting carbon dioxide solubility in the blend of aminoethylethanolamine and diisopropanolamine using eNRTL thermodynamic model
<u>Shaukat Ali Mazari</u> (충북대학교) |
| 10:50(20') | (CT-A05) Strategy to Complete Recovery of Astaxanthin from Wet Haematococcus pluvialis in a One-pot System using Green Solvents
<u>Aye Aye Myint</u> (성균관대학교) |
| 11:10(20') | (CT-A06) Encapsulation of Astaxanthin with β -Cyclodextrin by Utilizing Supercritical Antisolvent (SAS) Process
<u>Sabrina Wulandari</u> (성균관대학교) |

재생가능 연료 및 소재

- 일시 2022년 9월 22일(목) 13:00 - 15:00
- 장소 메종 글래드 제이드 홀 (Jade)
- Organizer 유준 교수 (부경대학교)
- 프로그램 구두 발표

좌장 : 나종걸 교수 (이화여자대학교)

- | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13:00(20') | (CT-B01) Wood Biomass-Derived Renewable Energy Storage Materials
<u>Ho Seok Park</u> (성균관대학교) |
| 13:20(20') | (CT-B02) 순환 경제를 관점으로 바라본 전기화학적 화합물 생산기술
<u>나종걸*</u> (이화여자대학교) |
| 13:40(20') | (CT-B03) 가축분뇨 고체연료 국내 현황
<u>유지호</u> (한국에너지 기술연구원) |
| 14:00(20') | (CT-B04) Stochastic and deterministic energy management of an
electricity-hydrogen-gas energy hub
<u>Vahid Khaligh</u> (부경대학교) |
| 14:20(20') | (CT-B05) Hydrogen spillover increased hydrogenation ability of Ru/TiO ₂
in guaiacol hydrogenation
<u>Hyungjoo Kim</u> (서울대학교) |
| 14:40(20') | (CT-B06) Co-pyrolysis of bamboo with polystyrene with and without
catalyst in a fluidized-bed reactor for upgrading bio-oil
<u>Thuan Anh Vo</u> (강원대학교) |

청정융합

- 일시 2022년 9월 22일(목) 15:30 - 17:15
- 장소 메종 글래드 제이드 홀 (Jade)
- Organizer 김중래 교수 (부산대학교)
- 프로그램 구두 발표

좌장 : 정현호 교수 (전남대학교)

- | | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15:30(25') | (CT-C01) Measurement and modeling of the solubility of supercritical CO ₂ in multicomponent electrolyte solutions
<u>Pil Rip Jeon</u> (공주대학교) |
| 15:55(20') | (CT-C02) Revealing the role of oxygen vacancies on Bi/Ce composite for the activation of pseudo photocatalysis using Ar-Plasma Jet
<u>Choe Earn Choong</u> (광운대학교) |
| 16:15(20') | (CT-C03) Improved methanation of lipidic waste using acclimatized consortia in dual-stage pulse-feed co-digestion
<u>Shouvik Saha</u> (한양대학교) |
| 16:35(20') | (CT-C04) Metal-organic frameworks of lanthanum, zirconium, and titanium using BDC linker as adsorbents for removal of fluoride from water
<u>Hye Jin Yoo</u> (광운대학교) |
| 16:55(20') | (CT-C5) Atrazine (ATZ) degradation by electro catalytic ozonation with bi-metallic electrode
<u>Nurhaslina Abd Rahman</u> (광운대학교) |

청정수소

- 일시 2022년 9월 22일(목) 09:30 - 11:00
- 장소 메종 글래드 아메티스트 I 홀 (Amethyst I)
- Organizer 노현석 교수 (연세대학교)
- 프로그램 구두 발표

좌장 : 고희림 교수 (한경대학교)

- | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 09:30(30') | (CT-D01) 수소 생산을 위한 Cu계 WGS 촉매 연구
<u>심재오*</u> (원광대학교) |
| 10:00(20') | (CT-D02) 수소 생산 반응용 촉매의 황 저항성 증진을 위한 촉매 조성 조절 연구
<u>김경진</u> (연세대학교) |
| 10:20(20') | (CT-D03) C1 ~ C4 알케인 탄화수소로부터 수소 생산을 위한 수증기 개질
반응에서 Ni계 촉매 연구
<u>공지현</u> (경남대학교) |
| 10:40(20') | (CT-D04) 폐기물로부터 수소를 생산하기 위한 Cu-CeMgO 촉매 최적화
<u>이루리</u> (원광대학교) |
| 11:00(20') | (CT-D05) 수소 생산을 위한 암모니아 열분해 개질기 전산해석
<u>조시현</u> (부산대학교) |

청정 소재 및 공정

- 일시 2022년 9월 22일(목) 13:00 - 15:00
- 장소 메종 글래드 아메티스트 I 홀 (Amethyst I)
- Organizer 김성탁 교수 (충남대학교)
- 프로그램 구두 발표

좌장 : 주지봉 교수 (건국대학교)

- | | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13:00(25') | (CT-E01) 기체-고체 유동층 반응기에서 흐름 영역에 따른 미세입자들의
기체분산계수 연구
<u>허승준*</u> (성균관대학교) |
| 13:25(25') | (CT-E02) Recovery of Rare Earth Elements in zero-liquid discharge
supercritical water desalination
<u>윤태준*</u> (충남대학교) |
| 13:50(25') | (CT-E03) Preparation and Property Control of Ni/Alumina Catalysts, and
Optimization of Process Operation Parameter for Methane Reforming
Reaction
<u>주지봉</u> (건국대학교) |
| 14:15(25') | (CT-E04) Electrocatalyst and Reaction System for Electrochemical CO ₂
Conversion
<u>박기태</u> (건국대학교) |

탈질-탈황

- 일시 2022년 9월 22일(목) 15:30 - 17:30
- 장소 메종 글래드 아메티스트 I 홀 (Amethyst I)
- Organizer 강석환 박사 (고등기술연구원)
- 프로그램 구두 발표

좌장 : 강석환 박사 (고등기술연구원)

- | | |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15:30(20') | (CT-F01) 금속 유기 골격체로부터 합성된 TiO ₂ 에 담지된 MnO _x 를 이용한 질소산화물의 암모니아 선택적 촉매 환원 반응
<u>김현섭</u> (서울대학교) |
| 15:50(20') | (CT-F02) 탄화수소, 질소산화물 동시 저감 촉매의 작동 조건에 따른 특성 평가
<u>이동철</u> (포항산업과학연구원) |
| 16:10(20') | (CT-F03) 배가스내 이산화황 제거를 위한 습식 흡수공정 연구: 탄산칼슘 및 유기첨가제 효과
<u>주지봉</u> (건국대학교) |
| 16:30(20') | (CT-F04) PTFE계 촉매필터의 제조 및 탈질 성능 평가
<u>박노국</u> (영남대학교) |
| 16:50(20') | (CT-F05) 다단 습식 스크러버 동시 탈질 및 탈황 특성에 대한 전산해석 연구
<u>정이제</u> (부산대학교) |
| 17:10(20') | (CT-F06) 폐플라스틱 열화학적 재활용을 위한 황/염소 성분 제거
<u>강석환</u> (고등기술연구원) |

특별세션 I

주제 : 청정기술로의 3D 프린팅 기술 개발 및 응용

- 일시 2022년 9월 22일(목) 09:30 - 11:30
- 장소 메종 글래드 아메티스트 II 홀 (Amethyst II)
- Organizer 이만식 수석연구원 (한국생산기술연구원)
- 프로그램 구두 발표

좌장 : 이만식 수석연구원 (한국생산기술연구원)

- | | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 09:30(15') | (CT-G01) 청정기술을 위한 압출방식 알루미늄 3D 프린팅 기술개발
<u>고종완</u> (한국생산기술연구원) |
| 09:45(15') | (CT-G02) Role of Polyvinyl Alcohol (PVA) as a Binder for Direct Ink Writing of TiO ₂ Paste
<u>김예은</u> (한국생산기술연구원) |
| 10:00(15') | (CT-G03) additive manufactured SCR catalyst by coating ceramic support from powder bed 3D-print
<u>김홍대</u> (한국생산기술연구원) |
| 10:15(15') | (CT-G04) 적층성형 중자를 적용한 자동차용 중공 Knuckle의 차압 주조 성형
<u>박진영</u> (한국생산기술연구원) |
| 10:30(15') | (CT-G05) Preparation of Ceramic and Photo-curable Polyurethane Acrylate Hybrids and Their Dielectric Properties
<u>김백진</u> (한국생산기술연구원) |
| 10:45(15') | (CT-G06) 세라믹 3D 프린팅 슬러리 제조를 위한 나노 분말 표면처리공정 연구
<u>안치성</u> (한국생산기술연구원) |
| 11:00(15') | (CT-G07) 격자 구조를 활용한 직접 광소결 적층 제조 공정 연구
<u>박지용</u> (한국생산기술연구원) |
| 11:15(60') | (CT-G08) 청정 기술 분야 적용을 위한 세라믹 3D 프린팅 기술 심포지엄
(미공개세션)
<u>이만식</u> (한국생산기술연구원) |

특별세션 II

주제 : 한국생산기술연구원 친환경재료공정연구그룹 특별세션1

- 일시 2022년 9월 22일(목) 13:00 - 14:40
- 장소 메종 글래드 아메티스트 II 홀 (Amethyst II)
- Organizer 이만식 수석연구원 (한국생산기술연구원)
- 프로그램 구두 발표

좌장 : 이만식 수석연구원 (한국생산기술연구원)

- | | |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13:00(25') | (CT-H01) Effect of hydrophobic coated polymeric HFMCs for CO ₂ capture
<u>김수한</u> (한국생산기술연구원) |
| 13:25(25') | (CT-H02) 탄소중립을 위한 전과정평가 적용 사례
<u>김경호</u> (한국생산기술연구원) |
| 13:50(25') | (CT-H03) 이산화탄소 자원화 규제자유특구 실증사업 적용을 위한 슬래그 기반 광물탄산화 기술 개발
<u>박현식</u> (한국생산기술연구원) |
| 14:15(25') | (CT-H04) Multi-objective optimization of CO ₂ emission and process efficiency for on-site hydrogen production process using hybrid DNN model
<u>이재원</u> (한국생산기술연구원) |

특별세션 III

주제 : 한국생산기술연구원 친환경재료공정연구그룹 특별세션2

- 일시 2022년 9월 22일(목) 15:30 - 16:20
- 장소 메종 글래드 아메티스트 II 홀 (Amethyst II)
- Organizer 이만식 수석연구원 (한국생산기술연구원)
- 프로그램 구두 발표

좌장 : 이만식 수석연구원 (한국생산기술연구원)

15:30(25') (CT-H05) Multiscale Material Screening for Ammonia-based Green Hydrogen Separation
가성빈 (한국생산기술연구원)

15:55(25') (CT-H06) 다양한 폭발성 폐기물 소각 시 발생하는 오염물질 배출 저감을 위한 공정 최적화 프레임워크 개발
조성현 (한국생산기술연구원)

오염저감

- 일시 2022년 9월 22일(목) 09:30 - 11:10
- 장소 메종 글래드 사파이어 홀 (Sapphire)
- Organizer 이태호 교수 (송실대학교)
- 프로그램 구두 발표

좌장 : 이태호 교수(송실대학교)

- 09:30(25') (CT-I01) Cr/Ni/Cu로 도금된 폐 ABS수지로부터 유가금속 및 수지 회수
구수진 (한국폴리텍대학교)
- 09:55(25') (CT-I02) 550MW 접선분사식 미분탄 보일러의 저부하 운전 시 질소산화물 저감을
위한 전산해석 연구 (발표 취소)
배윤호 (부산대학교)
- 10:20(25') (CT-I03) DME carbonylation 반응 후 ferrierite 촉매의 재생에 재생 온도 및
temperature ramping rate가 미치는 영향
성우창 (성균관대학교)
- 10:45(25') (CT-I04) 전기산화를 이용한 하수처리장 악취 제거
이태호(송실대학교)

학생 발표 I

- 일시 2022년 9월 22일(목) 13:00 - 15:00
- 장소 메종 글래드 사파이어 홀 (Sapphire)
- Organizer 제정호 교수 (부산대학교)
- 프로그램 구두 발표

좌장 : 임성인 교수(부경대학교)

- | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13:00(20') | (CT-J01) Controlling defects in Zirconium Metal-Organic Framework UiO-66 and its Antibacterial Efficacy
<u>김익지</u> (부경대학교) |
| 13:20(20') | (CT-J02) Eco-friendly production of H ₂ -deficient synthesis gas via co-electrolysis of CO ₂ and H ₂ O
<u>김언지</u> (부경대학교) |
| 13:40(20') | (CT-J03) Improving the Ionic Conductivity of Co-Doped Argyrodite Solid Electrolyte
<u>최영준</u> (한국생산기술연구원) |
| 14:00(20') | (CT-J04) bi reforming of methane 촉매 설계를 위한 조합과 조성 추천 머신러닝 모델 개발
<u>노지원</u> (한국생산기술연구원) |
| 14:20(20') | (CT-J05) Highly Selective Reduction of Oxalic acid to Glycolic acid using TiO ₂ nanotubes
<u>임선미</u> (부경대학교) |
| 14:40(20') | (CT-J06) 공공버스정류장 내 NOX 노출을 최소화하기 위한 전산유체역학 기반 공기정화시스템 설계 및 최적화
<u>윤엽</u> (한국생산기술연구원) |

학생 발표 II

- 일시 2022년 9월 22일(목) 15:30 - 17:10
- 장소 메종 글래드 사파이어 홀 (Sapphire)
- Organizer 제정호 교수 (부산대학교)
- 프로그램 구두 발표

좌장 : 이재경 교수(부경대학교)

- | | |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15:30(20') | (CT-J07) Ni/Al ₂ O ₃ 촉매를 이용한 건식 개질 시 공정 변수 및 조성의 영향
윤은주 (건국대학교) |
| 15:50(20') | (CT-J08) The Effect of Zwitterionic Polymers in Proton Exchange Membrane Fuel Cells with Low Humidity
손민균 (한국생산기술연구원) |
| 16:10(20') | (CT-J09) High Recovery of Biologically Active Compounds from Red Ginseng Marc using Subcritical Water
Ruqian Cao (성균관대학교) |
| 16:30(20') | (CT-J10) 기-액 접촉분리막 적용을 위한 암모니아수 기반의 SO ₂ 흡수제 개발
김광휘 (한국생산기술연구원) |
| 16:50(20') | (CT-J11) Enhanced Catalytic Oxidation of Toluene over Hierarchical Pt/Y Zeolite
김민령 (한국생산기술연구원) |

포스터세션 (청정소재 및 공정)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- 일시 2022년 9월 22일(목) 09:30 - 11:30
- 장소 제주 메종글래드 2층 복도 홀
- Organizer 권혁택 교수 (부경대학교)
- 프로그램 포스터

PA-01 **전기투석공정에 의한 질산성질소의 분리 및 활용**
고재언¹, 이정문¹, 최태승^{1,2}, 윤순도³, 심왕근^{1*} (¹순천대학교, ²(주)에스엔엠, ³전남대학교)

PA-02 **Effects of carbon on mechanical stability and catalytic properties of bead-type Pd/carbon-alginate catalysts**
Gangmin Kim^{1,2}, Ye Eun Kim^{1,3}, Jungho Jae² and Man Sig Lee^{1,4*}
 (¹Ulsan Division, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)
²School of Chemical Engineering, Pusan National University
³Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University
⁴Department of Green Process and System Engineering, University of Science and Technology(UST))

PA-03 **친환경 플라스틱용 마스터배치 개발과 색상 평가**
김덕열^{1,2}, 최규철¹, 이행자², 장상목^{1*} (¹동아대학교 화학공학과, ²두남화학)

PA-04 **무기물 첨가에 따른 코어-셸 구조의 마이크로 소화캡슐의 특성 변화**
김영은, 이동훈, 김나연, 장현성, 최동섭, 김지율, 주지봉* (건국대학교)

PA-05 **광소결 공정을 적용한 Bow-tie 안테나용 스트레처블 인쇄 전극의 전기 전도성 향상**
남현진¹, 홍성제², 박세훈^{1*} (¹한국전자기술연구원 ICT디바이스패키징연구센터, ²한국전자기술연구원 디스플레이연구센터)

PA-06 **Development of Environmentally Friendly Flux Cleaner for PCBs and Camera modules**
SooJeong Bae¹, HoYeoul Lee¹, MinJae Lee², JaeHeum Bae² (¹E-Chemical, ²NexCore Inc.)

PA-07 **음이온계 Photoacid generator 합성 및 정제**
이철우^{*}, 우승한 (한밭대학교 화학생명공학과/RIC)

포스터세션 (청정소재 및 공정)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- PA-08 **아미노산염 기반 흡수제를 이용한 CO₂ 제거 막 접촉기 공정 연구**
 임현지^{1,2}, 김광휘^{1,2}, 강조홍¹, 박현식¹, 박진원², 송호준^{1*} (¹한국생산기술연구원, ²연세대학교)
- PA-09 **Microfluidic fabrication of uniform Polycaprolactone microparticles for toluene treatment in wastewater**
 Nguyen Pham Thanh Phuong, Seunghui An, Heon-Ho Jeong* (Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Chonnam National University, 50 Daehak-ro, Yeosu, Jeollanam-do 59626, Republic of Korea)
- PA-10 **3D프린팅용 TiO₂ 페이스트 제조 시 폴리비닐알코올 분자량이 압출거동에 미치는 영향**
 천동환^{1,2}, 김예은^{1,3}, 백재호¹, 이만식^{1,4*} (¹한국생산기술연구원 울산본부, ²울산대학교 화학공학부, ³고려대학교 화공생명공학과, ⁴과학기술연합대학원대학교 청정공정 및 시스템공학)
- PA-11 **연구자석 스크랩 부산물의 용액 농도에 따른 산화철 나노입자의 물성 연구**
 조아진, 홍상혁, 홍성제*, 김병준¹, 김용성¹, 양수원², 이재용² (한국전자기술연구원, ¹서울과학기술대학교, ²(주)한청알에프)
- PA-12 **탄화규소 및 흑연 혼합물의 물성 연구**
 홍상혁, 조아진, 한철종, 홍성제* (한국전자기술연구원)
- PA-13 **질소-도핑 전도성 탄소 이중층이 코팅된 전이금속 셀렌화물 복합 다공성 마이크로스피어 합성 및 소듐 이차전지 음극소재 특성 평가**
 이재섭^{1,2}, 조중상^{1*} (¹충북대학교 공업화학과, ²고려대학교 신소재공학부)
- PA-14 **전이금속 칼코겐화물/탄소 복합 다공성 질소 도핑 탄소층이 코팅된 마이크로스피어의 합성 및 소듐 이온 배터리 음극소재로의 적용**
 백건우, 조중상* (충북대학교 공업화학과)
- PA-15 **탄소 복합 다공성 SnO₂ 마이크로스피어의 합성 및 리튬-황 전지의 인터레이어로의 적용**
 오건희, 조중상* (충북대학교 공업화학과)
- PA-16 **TiO₂/N-도핑 결정질 탄소 복합 다공성 마이크로스피어 합성 및 리튬 이온 배터리 음극소재 특성 평가**
 가혜선, 조중상* (충북대학교 공업화학과)

포스터세션 (오염저감)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- 일시 2022년 9월 22일(목) 09:30 - 11:30
- 장소 제주 메종글래드 2층 복도 홀
- Organizer 권혁택 교수 (부경대학교)
- 프로그램 포스터

- PB-01 **Modelling of the effect of current density and contact time in electro-coagulation on membrane fouling**
 In-Soung Chang*, Kyung-Rae Kim (Department of Environmental Engineering, Hoseo University, Asan, Korea)
- PB-02 **Fabrication of spherical beads using microporous clay natural minerals for adsorption of radionuclides**
 Chan Woo Park*, Hee-Man Yang, Hyung-Ju Kim (Korea Atomic Energy Research Institute)
- PB-03 **VOCs 저감을 위한 Pt/SiO₂-Al₂O₃(x) 연소촉매의 합성**
고은희¹, 박노국^{1*}, 강도형^{1*}, 윤대식² (¹영남대학교 화학공학부, 38541 경북 경산시 대학로 280 ²창성엔지니어링(주), 61003 광주시 북구 첨단벤처소로 15번길 15)
- PB-04 **Ethyl acrylate removal performance of Plasma coupled with wet Scrubber**
M.R Kim^{1,2}, J. Choi¹ and S. Kim^{1*} (¹Korea Institute of Industrial Technology, ²Yonsei University)
- PB-05 **다종 과불화화합물의 열화학 전환을 통한 온실가스 저감 기술개발**
박중현, 최수현, 권현민, 고윤지, 엄현진, 이은도, 김휘동* (한국생산기술연구원 탄소중립산업기술연구부문)
- PB-06 **Fabrication and Characterization of Antimicrobial Nanowebs by Electrospinning Containing Cu-based Nanoparticles with Various Morphologies**
Jeongyeon Park^{1,2}, Siwoo Lee¹, Youngbok Ryu^{1*}, Yangdo Kim^{2*} (¹Green Materials and Process R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²School of Materials Science and Engineering, Pusan National University)
- PB-07 **구리 이온을 첨착한 활성탄의 암모니아 흡탈착 성능 평가**
조원희, 강정호, 이현재* (㈜ 엔바이온 환경연구소)

포스터세션 (오염저감)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- PB-08 석탄화력발전소의 배기가스 중 Hg⁰의 흡착제거를 위한 황 기능화 Biochar의 개발
 박중호, 홍용석*, 김문현¹ (고려대학교 과학기술대학 환경시스템공학과, ¹대구대학교 공과대학 환경공학과)
- PB-09 NO_x 저감 및 경제성 향상을 위한 펄프 제지 산업의 바이오매스 연소 시스템
 운전조건 최적화
 박지예^{1,2}, 김유림^{1,2}, 임종훈^{1,2}, 조형태¹, 김정환^{1*} (¹한국생산기술연구원
 친환경재료공정연구그룹, ²연세대학교 화공생명공학과)
- PB-10 대기 정화용 흡착제의 압출 성형 특성 연구
 배민아^{1,2}, 김경호¹, *백재호¹ (¹한국생산기술연구원, ²부산대학교 재료공학과)
- PB-11 Mineral carbonation to produce Calcium carbonate from industrial waste,
 gypsum
 Donghyeon Yoon, Youngbok Ryu and Siwoo Lee (Green Materials and
 Process R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH))
- PB-12 Extraction and Carbonation Behavior of Precipitated Calcium Carbonate
 using Oyster shell powders
 Yu Jeong Yun^{1,2}, Young Bok Ryu^{1*} and Yangdo Kim^{2*} (¹Green Materials and
 Process R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH),
²School of Materials Science and Engineering, Pusan National University)
- PB-13 의료폐기물 처리기술 및 동향
 윤주형, 김건우, 김종수, 정수화* (한국생산기술연구원 탄소중립산업기술연구부문)
- PB-14 Complete Oxidation of Ethylene Dichloride over Al-Ti Supported Cu
 Composite Oxide Catalyst
 Seungjun Lee, Wongeun Yoon and Won Bae Kim* (Department of
 Chemical Engineering, Pohang University of Science and Technology)
- PB-15 SO_x 및 CO₂ 포집 및 활용을 위한 시멘트 가마 먼지 회수 공정 개발
 이혜정^{1,2}, 임종훈^{1,2}, 조형태², 김정환^{2*} (¹연세대학교, ²한국생산기술연구원)
- PB-16 반도체&디스플레이 공정에서 배출되는 온실가스 및 미세먼지 저감을 위한 차세대
 스크러버 개발
 김정수, 김인규, 정재훈, 최호준, 정훈, 이근수, 홍진기, 정의순* (유니셈(주)
 부설연구소)

포스터세션 (오염저감)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- PB-17 **Fabrication and Antibacterial Performance Evaluation of Cu₂O Particles Synthesized by Solvothermal Method which was Embedded in Electrospun PVDF Nanowebs**
Taejong Jang¹, Siwoo Lee¹, Youngbok Ryu^{1*} (¹Green Materials and Process R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH))
- PB-18 **Development of radical reactive system for industrial odor removal**
W.J. Jeon^{1,2}, M. R. Kim¹ and S. Kim^{1*} (¹Green Materials and Processes R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology, Republic of Korea
²Department of Electrical Engineering, Hanyang University, Republic of Korea)
- PB-19 **Extraction and Carbonation Behavior of Precipitated Calcium Carbonate using Oyster shell powders**
Yu Jeong Yun^{1,2}, Young Bok Ryu^{1*} and Yangdo Kim^{2*} (¹Green Materials and Process R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH),
²School of Materials Science and Engineering, Pusan National University)
- PB-20 **Mineral carbonation to produce Calcium carbonate from industrial waste, gypsum**
Donghyeon Yoon, Yu Jeong Yun, Siwoo Lee and Young Bok Ryu* (Green Materials and Process R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH))
- PB-21 **반도체&디스플레이 공정에서 배출되는 온실가스과 미세먼지 저감을 위한 차세대 스크리버 개발**
김정수, 김인규, 정재훈, 최호준, 정훈, 이근수, 흥진기, 정의순* (유니셈㈜ 부설연구소)

포스터세션 (청정용매)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- 일시 2022년 9월 22일(목) 09:30 - 11:30
- 장소 제주 메종글래드 2층 복도 홀
- Organizer 권혁택 교수 (부경대학교)
- 프로그램 포스터

- PC-01 **Production of oligochitosan from shrimp shells by using Subcritical Water Hydrolysis**
Md Sadek Ali¹, Truc Cong Ho², Jin-Seok Park¹, and Byung-Soo Chun^{1*}
 (¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-gu, Busan, 48513, Republic of Korea
²PL MICROMED Co., Ltd., 1F, 15-5, Yangju 3-gil, Yangsan-si, Gyeongsangnam-do, 50620, Republic of Korea)
- PC-02 **Phase behavior of binary system for the (ethyl acetoacetate + CO₂) mixture at high pressure**
Min-Soo Park, Chang-Woo Lee, Soon-Do Yoon, Heon-Ho Jeong, Hun-Soo Byun* (Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Chonnam National University, Yeosu, Jeonnam 59626, S. Korea)
- PC-03 **The Vapor + Liquid Phase Equilibrium of for the 3-Chloro-2-Hydroxypropyl Methacrylate in Supercritical Carbon dioxide**
Hun-Soo Byun*, Min-Soo Park, Soon-Do Yoon and Chang-Woo Lee
 (Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Chonnam National University, Yeosu, Jeonnam 59626, S. Korea)
- PC-04 **Analysis of Physical and Biological Properties of Bio-degradable Films with Hydrolysates of *E. stolonifera* using Subcritical Water Extraction**
Ye-Seul Park¹, Jin-Seok Park¹, Ji-Min Han¹, Yu-Na Shin¹, Ye-Ryeon Shin¹, Sin-Won Park¹, Md Sadek Ali¹ and Byung-Soo Chun^{1*} (¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-gu, Busan 48513, Korea)
- PC-05 **Encapsulation of Phenolic Compound from *Sargassum thunbergii* Subcritical Water Extracts**
Ji-min Han, Jin-Seok Park, Yu-Na Shin, Yeo-Lyeon Shin, Ye-Seul Park, Sin-Won Park, Byung-Soo Chun* (Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-gu, Busan 48513, Korea)

포스터세션 (청정용매)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- PC-06 Development of novel material using seaweed culture by-product (*Saccharina japonica* root) for zero-waste based on clean technology
Jin-Seok Park^{1,2}, Young-Je Jo³, Ji-Min Han¹, Ye-Seul Park¹, Yu-Na Shin¹, Ye-Lyeon Shin¹, and Byung-Soo Chun¹ (¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-gu, Busan, 48513, Republic of Korea, ²Industry-University Cooperation Foundation, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-gu, Busan, 48513, Republic of Korea, ³BET, 46, Marine city 3-ro, Haeundae-gu, Busan, Republic of Korea)
- PC-07 진피와 카카오껍질 추출물의 유용성분 농축을 위한 층 분리 방법 연구
이승은¹, 임지선^{1,2}, 이홍식^{1,2*} (¹한국생산기술연구원, ²선문대학교)
- PC-08 초임계추출 공정에 따른 디카페인 커피 생두의 전처리 조건 비교 분석
임지선^{1,2}, 이승은^{1,2}, 이홍식^{1*} (¹한국생산기술연구원, ²선문대학교)

포스터세션 (청정수소)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- 일시 2022년 9월 22일(목) 13:00 - 15:00
- 장소 제주 메종글래드 2층 복도 홀
- Organizer 이광세 교수 (경남정보대학교)
- 프로그램 포스터

PD-01	<p>목재 플라스틱 복합체 (WPC)의 촉매 가스화를 통한 분해 특성 비교 및 합성가스 생산 <u>서지현</u>, 박영권* (서울시립대학교 환경공학과)</p>
PD-02	<p>페어망으로부터 유용 가스 합성을 위한 2단 촉매 열분해 연구 <u>김현진</u>, 전수경, 박영권* (서울시립대학교 환경공학과)</p>
PD-03	<p>혼합 알케인 탄화수소 수증기 개질 반응으로부터 수소 생산을 위한 반응 조건에 관한 연구 <u>김민주</u>¹, 전경원², 장원준^{1,2*} (¹경남대학교 사회기반시스템공학과 환경공학전공 ²경남대학교 환경에너지공학과)</p>
PD-04	<p>Reduction of hydrogen gas crossover in PEM water electrolyzer by 2D materials <u>Chan Woo Park*</u>, In-Ho Yoon, Youngho Sihm, Ilgook Kim (Korea Atomic Energy Research Institute)</p>
PD-05	<p>니켈계 촉매의 담체 조절을 활용한 해조류 유래 바이오오일의 수증기 개질 청정 수소 생산 연구 <u>이성찬</u>¹, 박용범², 최재형¹, 이재경^{*3}, 박대원⁴, 정성욱⁴, 우희철^{3*} (한국생산기술연구원¹, 케미폴리오², 부경대학교³, 부산대학교⁴)</p>
PD-06	<p>액상유기수소저장체로 적용 가능한 고리가 3개인 방향족 화합물의 합성에서 반응 조건이 미치는 영향 <u>이지은</u>, 장정희, 장현성, 한기보*, 서영웅¹ (고등기술연구원, ¹한양대학교 화학공학과)</p>
PD-07	<p>액상유기수소저장 소재용 방향족 화합물 합성에서 불균일계 촉매 상 Friedel-Crafts 알킬화 반응 특성 <u>장현성</u>, 장정희, 이지은, 한기보*, 서영웅¹ (고등기술연구원, ¹한양대학교 화학공학과)</p>

포스터세션 (청정수소)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- PD-08 **바이오차 촉매를 이용한 폐플라스틱 열분해**
전수경, 박영권* (서울시립대학교 환경공학과)
- PD-09 **Selective hydrogen combustion over Rh-Sn/Al₂O₃ catalysts during propane dehydrogenation**
Jae-Won Jung, Yi-Sun Choi¹, Young-In Yoo¹, Kwang-Deog Jung², Hyoung Lim Koh* (Department of Chemical Engineering, RCCT, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea, ¹Chemical and Environmental Technology Department, Inha Technical College, Inha-ro 100, Michuhol-gu, Incheon 22212, ²Clean Energy Research Center, Korean Institute of Science and Technology, P. O. Box 131, Cheongryang, Seoul 02792, Korea)
- PD-10 **Enhancement strategies for the sulfur-resistance of CeO₂-supported Pt catalyst through various catalyst synthesis methods for waste-upgrading**
Ga-Ram Hong, Kyoung-Jin Kim, Hyun-Seog Roh* (Yonsei University)
- PD-11 **Green hydrogen production from renewable energy - A case study of Oman**
Malik Sajawal Akhtar^a, Muhammad Islam^b, Noman Raza Sial^b, Muhammad Abdul Qyyum^c, Moonyong Lee^b, J. Jay Liu^{a*} (^aDepartment of Chemical Engineering, Pukyong National University, Busan, 48513, Republic of Korea, ^bSchool of Chemical Engineering, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Republic of Korea, ^cDepartment of Petroleum and Chemical Engineering, College of Engineering, Sultan Qaboos University, Muscat, Oman)
- PD-12 **Techno-economic analysis of onsite green hydrogen production by ammonia cracking.**
Sijan Devkota¹, Beom-Ju Shin¹, Ji-Hun Mun¹, Jin-Young Cha¹, Tae-Ha Kang¹, Shaukat Ali Mazari^{1,2} and Jong-Ho Moon^{1*} (¹Department of Chemical Engineering, Chungbuk National University, Korea, ²Department of Chemical Engineering, Dawood University of Engineering and Technology, Pakistan)
- PD-13 **Effect of Uniformity and Surface Morphology of Pt Nanoparticles to Enhance Oxygen Reduction Reaction in Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell**
Su-Yeong Kim^{1,2}, Taehyo Kim^{1*} (¹Green Material and Process R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology, Ulsan, Republic of Korea ²Department of Materials Science & Engineering, Pusan National University, Busan, Republic of Korea)

포스터세션 (재생가능 연료 및 소재)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- 일시 2022년 9월 22일(목) 13:00 - 15:00
- 장소 제주 메종글래드 2층 복도 홀
- Organizer 이광세 교수 (경남정보대학교)
- 프로그램 포스터

PE-01	<p>Risk Analysis of Hydrogen Production, Storage, and Transmission Projects Using Fuzzy Evaluation Approach <u>Azam Ghezelbash, Vahid Khaligh and Jay Liu*</u> (Pukyong National University)</p>
PE-02	<p>Process Design and Economic Assessment of Lignocellulosic Biomass to Bio-jet Fuel <u>Eprillia Intan Fitriasari, and J. Jay Liu*</u> (Pukyong National University)</p>
PE-03	<p>Syngas production through oil-plasma reaction at room temperature and atmospheric pressure <u>Daecheon Lim and Suhan Kim*</u> (Korea Institute of Industrial Technology)</p>
PE-04	<p>Polycyclic aromatic hydrocarbons로부터 BTXE와 C₁₀-C₁₃ aromatics 제조에 이용된 Mesoporous 촉매의 재생 <u>박영서, 홍수연, 한기보¹, 정병훈², 전종기*</u> (공주대학교, ¹고등기술연구원, ²국방과학연구소)</p>
PE-05	<p>Ru/C 촉매의 입자 크기에 대한 환원제 몰비의 영향 (발표 취소) <u>박하윤^{1,2}, 김예은^{1,3}, 제정호², 이만식^{1,4*}</u> (¹한국생산기술연구원 울산지역본부, ²부산대학교 응용화학공학부, ³고려대학교 화공생명공학과, ⁴과학기술연합대학원대학교 청정공정·시스템공학)</p>
PE-06	<p>Effect of solvents on oil removal from spent coffee grounds in extraction process <u>Hye Jin Song^{1,2}, Ye Eun Kim^{1,3}, Jungho Jae², Man Sig Lee^{1,4*}</u> (¹Ulsan Division, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²School of Chemical Engineering, Pusan National University, ³Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University, ⁴Department of Green Process and System Engineering, University of Science and Technology (UST))</p>

포스터세션 (재생가능 연료 및 소재)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- PE-07 **네팔산 Jatropha oil의 esterification 반응용 불균일계 촉매 재생 연구**
심민석¹, 이승희¹, 김예희¹, 이재서¹, Rajendra Joshi², 전종기^{1,*}
 (¹공주대학교 화학공학부, ²Dept. of Chemical Science and Engineering, School of Engineering, Kathmandu University)
- PE-08 **Electrochemical properties depending on heteroatom and surface property of various carbon sources/NiO composites as supercapacitor electrode**
Kwang Se Lee^{1*} (Department of Advanced Materials & Chemical Engineering, Kyungnam College of Information & Technology, 45 Jurye-ro, Sasang-gu, Busan, South Korea)
- PE-09 **비식용 바이오오일의 전이에스테르화 반응용 Dolomite 촉매의 재생**
이승희¹, 심민석¹, 김예희¹, 이재서¹, Rajendra Joshi², 전종기^{1*} (¹공주대학교, ²Kathmandu University)
- PE-10 **촉매열분해를 통한 폐플라스틱 열분해 왁스 제거 및 BTEXs 회수**
임현지, 박영권* (서울시립대학교 환경공학과)
- PE-11 **촉매 열분해를 통한 돼지 분뇨 유래 바이오 오일 개질**
장호연, 박영권* (서울시립대학교 환경공학과)
- PE-12 **리그닌을 이용한 BTX 생산 촉매 개발**
전이정, 이루리, 김창현, 심재오* (원광대학교)
- PE-13 **가죽 폐기물 추출 단백질을 적용한 고분자중합 신탄 제조 및 특성 평가**
김은지^{1,2*}, 백인규¹ (¹한국신발피혁연구원, ²부산대학교 응용화학공학부)
- PE-14 **Post COVID-19 and Hydrogen Economy Roadmap of South Korea**
Hafsa Khan^a, Malik Sajawal Akhtar^a, Muhammad Abdul Qyyum^b, Ala'a H. Al-Muhtaseb^b, Ahmed I Osman^c, J Jay Liu^{a,d*} (^aDepartment of Chemical Engineering, Pukyong National University, ^bDepartment of Petroleum and Chemical Engineering, College of Engineering, Sultan Qaboos University, ^cSchool of Chemistry and Chemical Engineering, Queen's University Belfast, ^dInstitute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University)
- PE-15 **메조기공 실리카에 담지된 전이금속 촉매를 이용한 다환식 방향족 탄화수소 수소화 반응**
황서연¹, 오서현¹, 오승교¹, 한기보², 정병훈³, 전종기^{1*}(¹공주대학교¹, ²고등기술연구원², ³국방과학연구소³)

포스터세션 (청정융합)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- 일시 2022년 9월 22일(목) 13:00 - 15:00
- 장소 제주 메종글래드 2층 복도 홀
- Organizer 이광세 교수 (경남정보대학교)
- 프로그램 포스터

PF-01	<p>Comprehensive study on the phytoremediation of Iris pseudacorus on Bisphenol-S and its metabolic fate Nikita Yadav, <u>Hyun-Jo Ahn</u>, Niraj R. Rane, Mayur, B. Kurade, Byong-Hun Jeon^{1*} (Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, 04763 Seoul, Republic of Korea)</p>
PF-02	<p>폐플라스틱 기반 다공성 나노구조 활성탄의 CO₂, CH₄, N₂ 흡착 특성 <u>이정문</u>, 고재언, 김진우, 최태승, 심왕근* (순천대학교, (주)에스엔엠)</p>
PF-03	<p>실내공기질 및 바이오에어로졸 측정에 따른 예측기술 연구 <u>이한나</u>^{1,2}, 신우식¹, 김선일³, 조재훈^{1*} (¹한국생산기술연구원, ²강릉원주대, ³한국미세먼지연구소(주))</p>
PF-04	<p>유산균 발효액으로부터 프로판디올 회수를 위한 전기투석 공정 개선 <u>조재훈*</u>, 신우식 (한국생산기술연구원)</p>
PF-05	<p>환경영향평가 대상 축사사업의 계획입지 현황-AI 발생가능성을 중심으로 지민규 (한국환경연구원)</p>
PF-06	<p>전기 촉매 유전체 장벽 방전(DBD) 플라즈마-PMS 공정을 통한 내화성 유기 오염 물질의 효과적 탈염 <u>노하슬리나</u>^{1,2}, 종초은^{1,2}, 황건덕^{1,2}, 장석범^{1,2}, 윤소연^{1,2}, 김민지^{1,2}, 장 민^{1,2*} (¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터)</p>
PF-07	<p>플라즈마-전기화학적 질소 고정을 통한 암모니아 생성 <u>황건덕</u>^{1,2}, 윤소연^{1,2}, 장석범^{1,2}, 노하슬리나^{1,2}, 종초은^{1,2}, 장 민^{1,2*} (¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터)</p>
PF-08	<p>광촉매 및 광열 동시 공정을 이용한 음용수 생산 및 과산화수소 농축 황일광¹, 김정현¹, 정병운¹, 표희진¹, 문정호¹, <u>황건덕</u>^{1,2}, 장 민^{1,2*} (¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터)</p>

포스터세션 (청정융합)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- PF-09 **플라즈마 충격, 토양파쇄, 그리고 진공용출 기술을 이용한 산화제 이송 효율 향상 검증**
 장석범^{1,2}, 종초은^{1,2}, 황건덕^{1,2}, 윤소연^{1,2}, 누하슬리나^{1,2}, 장 민^{1,2*} (¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터)
- PF-10 **Sn/Ni 도핑된 Cu 메쉬 전극을 이용한 전기-촉매 탈질소화**
 장석범^{1,2}, 강희성¹, 손지은¹, 정지선¹, 배서영¹, 손성호¹, 장 민^{1,2*} (¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터)
- PF-11 **Cu/Ce-Al₂O₃를 사용한 광촉매-오존 공정을 이용한 아세트아미노펜 제거**
 김성지¹, 김승재¹, 이승¹, 주경배¹, 최무신¹, 윤소연^{1,2}, 종초은^{1,2}, 장 민^{1,2*} (¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터)
- PF-12 **광-플라즈마 촉매 결합공정을 이용한 수중 중금속 제거**
 윤소연^{1,2}, 장석범^{1,2}, 누하슬리나^{1,2}, 황건덕^{1,2}, 종초은^{1,2}, 장 민^{1,2*} (¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터)
- PF-13 **폐 분말소화약제의 2차 친수화에 관한 연구**
 전준철, 정종희, 이장호, 천주현, 허광선* (경남정보대학교)
- PF-14 **PEM 연료전지의 전기적 특성에 관한 연구**
 이광세, 김봉수, 김병철, 허광선* (경남정보대학교)

포스터세션 (탈질-탈황)
2022년도 한국청정기술학회 추계 총회 및 학술발표회

- 일시 2022년 9월 22일(목) 13:00 - 15:00
- 장소 제주 메종글래드 2층 복도 홀
- Organizer 이광세 교수 (경남정보대학교)
- 프로그램 포스터

PG-01 **폐플라스틱 전기열분해 공정에서 레드머드를 이용한 Tar 제거 연구**
 김진호^{1*}, 김지현¹, 김태훈² (¹고등기술연구원, ²GS Greentech)

PG-02 **텅스텐이 담지된 SCR촉매의 제조 및 탈질성능 평가**
 부진호¹, 권병찬¹, 박노국^{1*}, 강도형¹, 이장훈², 황상연³, 서명조⁴ (¹영남대학교, 38541 경상북도 경산시 대학로 280, ²다이텍연구원, 41706 대구시 서구 달서천로 92, ³고등기술연구원, 17180 경기도 용인시 처인구 백암면 고안로 51번길 175-28 ⁴마이크로원, 31026 충청남도 천안시 서북구 입장면 연곡길 368)

청정 용매

(구두발표)

9월 22일(목) 09:30 - 11:30
메종 글래드 제이드 홀 (Jade)

산가스 포집용 습식 흡수제의 개발

송호준, 박현식, 강조홍, 황선엽

한국생산기술연구원 울산본부 친환경재료공정연구그룹

Development of Aqueous Absorbents for Acid Gas Capture

Hojun Song, Hyun Sic Park, Jo Hong Kang, Sun-Yup Hwang

Green Materials & Processes R&D Group, Ulsan Division, Korea Institute of Industrial Technology

석탄, 석유 등의 화석연료 연소 시 지구온난화 원인물질인 이산화탄소(CO₂) 및 미세먼지 원인물질인 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x)이 대기 중으로 대량 배출된다. 이산화탄소는 탄소중립 이슈로, 질소산화물과 황산화물은 대기환경보전법 등 규제에 의해 적절한 환경기술이 개발 및 적용되어야 한다. 여러 가스 분리 기술 중 특히 습식스크러버를 이용하는 흡수법은 오랜 기간 산업에 적용되어 온 성숙한 기술이다. 하지만 CO₂ 포집비용 절감, NO_x 및 SO_x 포집률 증대 등 기술개발이 여전히 필요하다.

본 연구에서는 CO₂, SO₂, SO₂ 및 NO의 포집을 위한 습식 흡수제의 개발 결과에 대해 논의하고자 한다. 주요 내용으로서, CO₂ 포집률 증대를 위한 아민 혼합 수용액의 개발, 산가스 흡수 반응기의 크기를 절감할 수 있는 막접촉기(membrane contactor)에 적합한 CO₂ 혹은 SO₂ 포집용 흡수제의 개발, NO의 습식산화를 통한 NO₂로의 전환과 SO₂의 동시흡수, 그리고 이들 중 일부 파일럿급 연구결과를 보고한다. 마지막으로 앞으로 해당 기술들의 실용화를 위해 필요한 공백기술들에 대해서도 검토하고자 한다.

참고문헌

1. Song et al., "Carbon Dioxide Absorption Characteristics of Aqueous Amino Acid Salt Solutions", *Int. J. Greenh Gas Con.*, **11**, 64-72 (2012).
2. Park et al., "Selective Sulfur Dioxide Absorption from Simulated Flue Gas using Various Aqueous Alkali Solutions in a Polypropylene Hollow Fiber Membrane Contactor: Removal Efficiency and Use of Sulfur Dioxide", *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **18**, 597 (2021).
3. Song et al., "Simultaneous Removal of NO and SO₂ using Microbubble and Reducing Agent", *Clean Tech.*, **27**(4), 341-349 (2021).
4. Kim et al., "Effect of Amino Acid Additives in Ammonia Solution on SO₂ Absorption and Ammonia Escape using Bubbling Reactor for Membrane Contactor Applications", *Process Saf. Environ. Prot.*, **165**, 694-703 (2022).

가스 하이드레이트 결정화 기반 청정 CO₂ 포집 및 저장 기술

사정훈*

동아대학교 화학공학과

Clean CO₂ capture and storage technology using gas hydrate crystallization

Jeong-Hoon Sa*

Department of Chemical Engineering (BK21 FOUR), Dong-A University

전세계적인 기후변화 위기에 대응하기 위해 산업에서 배출되는 이산화탄소를 포집, 활용, 저장하는 CCUS(Carbon Capture, Utilization, and Storage) 기술은 향후 수십년간 인류에게 가장 중요한 기술 중 하나임에 틀림없다. 가스 하이드레이트는 물과 기체의 결정화를 통해 만들어진 고체 화합물인데, 특정 기체를 선택적으로 포집할 수 있는 원리를 이용하면 배기가스로부터 CO₂를 분리해낼 수 있다. 특히, 청정 용매인 물을 활용하는 친환경 기술이라는 측면에서 매우 큰 장점을 지닌다. 일반적으로 하이드레이트가 형성되기 위해서는 저온, 고압 조건을 요구하기 때문에 연소 전 포집(Pre-combustion) 공정에 활용하였을 때 경제성을 확보하는 것이 비교적 용이하다. 다양한 첨가제 및 공정 조건 최적화를 통해 하이드레이트를 이용한 CO₂ 포집 특성을 연구한 실험 결과를 소개하고자 한다. 한편, CO₂를 포집한 후 궁극적으로 영구 격리하기 위한 저장 기술 역시 매우 중요한데, 우리나라는 지중저장이 가능한 저장소가 많지 않고 잠재 저장용량이 충분치 않다. CO₂를 유용한 물질로 전환하는 활용 기술이 관심을 받고 있으나 막대한 CO₂ 배출량을 감당하기에는 기술 개발에 다소 많은 시간이 소요될 전망이다. 이에 획기적으로 많은 양의 CO₂를 장기적으로 격리할 수 있는 기술로써 하이드레이트를 이용한 CO₂ 해양저장이 주목받고 있어, 해당 기술의 현재 개발 수준과 향후 전망에 대해 살펴보고자 한다.

초임계 이산화탄소 추출을 이용한 천연물에서의 유용 성분 회수

이홍식^{1*}, 이승은^{1,2}, 임지선^{1,2}

¹한국생산기술연구원, ²선문대학교

Recovery of valuable components from natural feedstock using supercritical carbon dioxide extraction

Hong-shik Lee^{1*}, Seung Eun Lee^{1,2}, Ji Sun Lim^{1,2}

¹Korea Institute of Industrial Technology, ²Sunmoon University

초임계 상태의 이산화탄소는 액체 수준의 밀도 및 용해력을 지니는 한편 기체 수준의 확산성을 지니고 있어, 복잡한 미세구조를 지닌 고상 물질 내부에 있는 성분을 추출해내는 데 유리한 특성을 가진다. 또한 추출이 완료된 후 감압에 의해 기화되어 추출물과 쉽게 분리되기 때문에, 기존 유기용매를 사용한 추출 방법에서 우려시되던 잔존 용매에 의한 인체 유해성 등의 문제로부터 자유롭다. 이러한 특징으로 인해 초임계 이산화탄소 추출공법은 식품, 화장품, 의약 분야 등과 같이 인체에 직접 접촉하는 제품에 많이 응용되어 왔다. 초임계 이산화탄소는 비극성으로 헥산과 유사한 수준의 용해도를 지니기 때문에 지방 성분의 추출에는 효율적이거나 극성 물질의 추출에는 효과적이지 못하다. 최근 들어 천연물 유래의 폴리페놀, 플라보노이드 등 항산화물질에 대한 관심이 많아지고 있는데, 이러한 물질의 추출에는 물이나 에탄올과 같은 극성 용매를 보조 용매로 사용하여 초임계 이산화탄소 추출의 약점을 보완하고 있다. 본 연구에서는 보조 용매를 사용한 초임계 이산화탄소 추출 적용 사례를 정리하고, 각 보조 용매가 추출 거동에 미치는 영향에 대해 살펴보았다. 각각의 천연물 원료에 대하여 보조 용매의 종류 및 농도에 따른 추출 수율 및 추출물의 조성 변화를 분석하여 최적의 추출 조건을 도출하였다. 추출 공정의 스케일업 시에 보조 용매를 도입함으로써 추가적으로 고려해야 할 요소에 대해서도 고찰하였다.

Predicting carbon dioxide solubility in the blend of aminoethylethanolamine and diisopropanolamine using eNRTL thermodynamic model

Shaukat Ali Mazari^{1,2}, Sijan Devkota¹, Ji-Hun Mun¹, Beom-Ju Shin¹,
Jin-Young Cha¹, Tae-Ha Kang¹, and Jong-Ho Moon^{1,*}

¹Department of Chemical Engineering, Chungbuk National University, Korea

² Department of Chemical Engineering, Dawood University of Engineering and Technology, Pakistan

Thermodynamic modelling of diamines, such as aminoethylethanolamine (AEEA) is a complex task for predicting CO₂ solubility for the process development. We report the development of a thermodynamic framework for predicting CO₂ solubility in blend of aqueous AEEA and diisopropanolamine (DIPA) using electrolyte nonrandom two liquid (eNRTL) model. The system of blended aqueous AEEA and DIPA contains twelve equilibrium equations, four mass balance equations and one charge balance equation. These equations were simultaneously solved to determine the CO₂ loading, pH and concentration of seventeen species in the system. The CO₂ loading results of the model have been validated with literature experimental data, which are in a good agreement. The model robustness was also validated through the cross verification of mass and charge balance equations, where error was under the defined tolerance limit of the model. Furthermore, study reports activity coefficients, mole fractions of seventeen species, dependence of CO₂ loading on temperature, pressure and concentration of individual amine.

Strategy to Complete Recovery of Astaxanthin from Wet *Haematococcus pluvialis* in a One-pot System using Green Solvents

Aye Aye Myint,^{1,2} Sabrinna Wulandari,¹ Cao Ruqian,² and Jaehoon Kim^{1,2,3*}

¹School of Chemical Engineering, ²School of Mechanical Engineering, ³SKKU Advanced Institute of Nano Technology, Sungkyunkwan University

Recently, *Haematococcus pluvialis* (*H. pluvialis*) has garnered considerable scientific and biotechnological attention because it is a natural richest source of a red-colored carotenoid, viz. astaxanthin (3,3'-dihydroxy- α,α' -carotene-4,4'-dione, C₄₀H₅₂O₄), which has a strong potent antioxidant activity [1]. Numerous beneficial biological activities associated with astaxanthin, including anti-inflammatory, anti-cancer, and anti-aging effects alongside preventing age-related diseases and promoting immune responses, are believed to be related to its antioxidant activity [2]. However, it is still technical challenges for the complete recovery of astaxanthin from *H. pluvialis* red cysts due to the formation of highly chemical resistance robust cell wall structures in its red stage. In the process of astaxanthin extraction from microalgae, high energy consuming process of dehydration (drying) needs prior to cell wall disruption to prevent degradation of astaxanthin and increase the shelf life of the microalgae [3]. Herein, the one-pot, simultaneous cell wall disruption and extraction of astaxanthin directly from "wet" encysted cells of *H. pluvialis* using a wet ball milling technique is demonstrated. The most suitable green organic solvent to achieve efficient extraction and high recovery of astaxanthin was investigated. An optimized condition for the selected green solvents was obtained by varying the process parameters of ball milling, while considering the recovery of pigments (astaxanthin, total carotenoids and chlorophyll *a*) in the respective liquid extracts. In addition, the efficacy of extracting pigments during wet ball milling was discussed by monitoring the changes in the color and surface morphology of residual cell debris.

References

1. Nishshanka, G.K.S.H., Liyanaarachchi, V.C., Nimarshana, P.H.V., Ariyadasa, T.U., and Chang, J.-S., "*Haematococcus pluvialis*: A potential feedstock for multiple-product biorefining," *J. Clean. Prod.*, **344**, 131103 (2022).
2. Donoso, A., González-Durán, J., Muñoz, A.A., González, P.A., and Agurto-Muñoz, C., "Therapeutic uses of natural astaxanthin: An evidence-based review focused on human clinical trials," *Pharmacol. Res.*, **166**, 105479 (2021).
3. Kim, L.S.Y., Narasimhan, A.L., Kim, S., and Oh, Y.-K., "Cell disruption and astaxanthin extraction from *Haematococcus pluvialis*: Recent advances," *Bioresour. Technol.*, **343**, 126124 (2022).

Encapsulation of Astaxanthin with β -Cyclodextrin by Utilizing Supercritical Antisolvent (SAS) Process

Sabrina Wulandari¹, Aye Aye Myint^{1,2}, Jaehoon Kim^{1,2,3*}

¹ School of Chemical Engineering, ² School of Mechanical Engineering, ³ SKKU Advanced Institute of Nano Technology, Sungkyunkwan University

Astaxanthin, is a type of carotenoids which has high antioxidant activity and many health benefits. Encapsulation can be done to increase the stability and the bioavailability of astaxanthin. The encapsulation process of astaxanthin with β -cyclodextrin was performed using SAS process. The utilization of carbon dioxide as the antisolvent allows the precipitation of encapsulated astaxanthin without solvent removal step. The effect of pressure, temperature, solution concentration, solution flow rate and mole ratio of the host and guest on the encapsulation efficiency and particle size of the precipitated particles was studied.

References

1. Ambati, R.R., et al., Astaxanthin: Sources, Extraction, Stability, Biological Activities and Its Commercial Applications—A Review. *Marine Drugs*, 2014. 12(1): p. 128-152.
2. Reverchon, E., Supercritical antisolvent precipitation of micro-and nano-particles. *The journal of supercritical fluids*, 1999. 15(1): p. 1-21.

재생가능 연료 및 소재

(구두발표)

9월 22일(목) 13:00 - 15:00
메종 글래드 제이드 홀 (Jade)

Wood Biomass-Derived Renewable Energy Storage Materials

Ho Seok Park^{1,2,3,4,*}

¹School of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University, 2066, Seoburo, Jangan-gu, Suwon 440-746, Republic of Korea.

²Department of Health Sciences and Technology, Samsung Advanced Institute for Health Sciences and Technology (SAIHST), Sungkyunkwan University, 2066, Seoburo, Jangan-gu, Suwon 440-746, Republic of Korea.

³SKKU Advanced Institute of Nano Technology (SAINT), Sungkyunkwan University, 2066, Seoburo, Jangan-gu, Suwon 440-746, Republic of Korea.

⁴SKKU Institute of Energy Science and Technology (SIEST), Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Republic of Korea.

The conversion of biomass into high-value functional materials is important because of the sustainable chemistry, valorization of biomass, and replacement of fossil fuel-derived counterparts. However, existing synthetic methods are hindered by difficulties about fine tuning of their physical and chemical properties of heterogeneous source. In this talk, I will introduce two chemical strategies into valorization of wood biomass for energy storage applications: (1) A straightforward separation-free valorization of lignocellulose into heteroatom-doped and undoped carbon dots (CDs) and nanoporous carbons (CNs) will be addressed.¹⁻³ In particular, their electrochemical properties are further improved by in-situ incorporation of heteroatoms during a hydrothermal process for high performance of Na ions to rage devices and Li-S batteries. (2) I will also discuss two kinds of electrolytes, including double networked celluloseiono gel and cross linked lignin hydrogel electrolytes, for flexible energy storage devices.^{4,5}

References

1. Park, S. K., Kwon, S. H., Lee, S. G., Choi, M. S., Suh, D. H., Nakhanivej, P., Lee, H., and Park, H. S., “10⁵ Cyclable Pseudocapacitive Na-Ion Storage of Hierarchically Structured Phosphorus-Incorporating Nanoporous Carbons in Organic Electrolytes,” *ACS Energy Lett.*, **3**, 724-732 (2018).
2. Park, S. K., Lee, H., Choi, M. S., Suh, D. H., Nakhanivej, P., and Park, H. S., “Straightforward and controllable synthesis of heteroatom-doped carbon dots and nanoporous carbons for surface-confined energy and chemical storage,” *Energy Storage Materials*, **12**, 331-340 (2018).
3. Yeon, J. S., Park, S. H., Suk, J., Lee, H., and Park, H. S., “Confinement of sulfur in the micropores of honeycomb-like carbon derived from lignin for lithium-sulfur battery cathode,” *Chem. Eng. J.*, **382**, 122946 (2020).
4. Park, J. H., Rana, H. H., Lee, J. Y., and Park, H. S., “Renewable flexible supercapacitors based on all-lignin-based hydrogel electrolytes and nanofiber electrodes,” *J. Mater. Chem. A*, **7**, 16962-16968 (2019).
5. Rana, H. H., Park, J. H., Gund, G. S., and Park, H. S., “Highly conducting, extremely durable, phosphorylated cellulose-based ionogels for renewable flexible supercapacitors,” *Energy Storage Materials*, **25**, 70-75 (2020).

순환 경제를 관점으로 바라본 전기화학적 화합물생산기술

나종걸

Department of Chemical Engineering and Materials Science, Ewha Womans University

글로벌 공급망 위기와 국제사회의 탄소중립 추진으로 인한 시장의 반응으로 인해, 화학제품시장은 거대한 변화의 흐름 속에 있다. 이런 분위기 속에서 기존에는 학계를 중심으로 논의가 되었던 석유화학 대체 화합물 생산기술들을 대기업(SK, LG, 한화, 롯데 등)에서도 적극적으로 투자검토를 논의하고 있다. 특히, 재생에너지를 기반으로 얻어진 전기에너지와 물, 이산화탄소, 질소, 바이오매스만을 이용해서 현재 석유화학에서 생산하고 있는 제품 중 상당량을 대체할 수 있는 “전기화학적 화합물 생산 공정” 기술이 과연 순환 경제 (circular economy)를 실현할 수 있게 하는가에 대해 기술경제성평가와 전주기평가로써 논의하는 연구가 활발히 시작되고 있다. 본 발표에서는 전기화학적 이산화탄소 전환, 전기화학적 질소 및 질소산화물 전환, 전기화학적 바이오 리파이너리, 전기화학적 플라스틱 재활용 기술에 대해서 논의하고 이들로 생산가능한 제품들이 석유화학 제품들을 얼마나 대체할 수 있을지에 대해 공정시스템적 관점에서 토의하고자 한다. 특히, 몇가지 개념설계가 완료된 전기화학적 화합물 생산과 분리기술에 대해서 평가결과를 공유함으로써 우리에게 다가올 미래의 조각을 맞춰보고자 한다.

가축분뇨 고체연료 국내 현황

유지호, Irma Thya Rani, 이주한, 최호경, 김상도, 임혁, 김수현, 전동혁, 임정환, 이시훈

한국에너지기술연구원 미세먼지연구실

Animal manure solid fuels in Korea

J. Yoo, Irma Thya Rani, J. Lee, H. Choi, S. Kim, H. Im, S. Kim, D. Chun, J. Im, S. Lee.

Fine dust lab. Korea Institute of Energy Research

우리나라는 대량의 가축 분뇨 (AM ~5,600만톤/년)를 배출함. AM의 90% 이상이 발효되어 여러 환경 문제를 일으킴. 특히, 장기간 발효(퇴비화)는 ~350만 ton-CO₂eq/년 N₂O를 방출함. 정부는 농업부문의 탄소 중립을 실현하기 위한 방안으로 2030년까지 AM 830만톤/년을 에너지화 (고체연료, biogas)에 활용할 계획임. 본 원고는 수분 함량이 높은(~80%) AM를 고체연료로 활용하기 위한 현재까지의 개발 현황에 대하여 기술함. 우선 AM 고체연료 생산을 위한 공정 (탈수, 건조, 성형 등)에 대하여 설명함. 본 연구팀은 고유기술인 역흐름 다중배플 (COMB) 기술을 사용하여 효율적으로 AM을 건조함. COMB은 역류 메커니즘 및 와류 혼합을 기반으로 하는 열풍과 고체 feedstock의 효율적인 접촉에 의해 건조를 위한 매우 효율적인 경로를 제공함. 또한 AM 고체연료의 사업화를 위한 경제적, 환경적 고려 사항에 대하여 기술함.

Stochastic and deterministic energy management of an electricity-hydrogen-gas energy hub

Vahid Khaligh¹, Azam Ghezelbash¹, Jay Liu¹, and Jun-Hyung Ryu²

Pukyong National University, ¹ Dongguk University ²

This paper introduces deterministic and stochastic models to address the correlation between electricity, hydrogen, and gas subsystems inside a multi-carrier energy hub. Different energy links including electricity to hydrogen by electrolysis, hydrogen to electricity and gas by fuel cells and methanation, and gas to power by gas-fired distributed generation units are modeled. An objective function, preserving different energy parties, to model cost and benefits of the proposed energy management model as well as accomplishing the scheduling of the energy subsystems is established. Different uncertainties including uncertainty in demand and price of electricity, hydrogen, and gas subsystems as well as uncertainty in demand of hydrogen vehicles, wind power output and photovoltaic output are considered. Results are analyzed on a sample microgrid in both deterministic and stochastic cases to see how uncertainties affect the obtained results.

References

1. H. Niaz, B. Brigljevic, Y. B. Park, H.-C. Woo, and J. J. Liu, "Comprehensive Feasibility Assessment of Combined Heat, Hydrogen, and Power Production via Hydrothermal Liquefaction of *Saccharina japonica*," *ACS Sustainable Chem. Eng.*, **8**(22), 8305-8317 (2020).
2. M. H. Shams, H. Niaz, and J. J. Liu, "Energy management of hydrogen refueling stations in a distribution system: A bilevel chance-constrained approach," *Journal of Power Sources*, **533**, 231400, (2022).

Hydrogen spillover increased hydrogenation ability of Ru/TiO₂ in guaiacol hydrogenation

Hyunjoo Kim¹, Seungdo Yang¹, Yong Hyun Lim¹, Jaeha Lee¹, Jeong-Myeong Ha², Do Heui Kim^{1*}

¹Seoul National University, ²Korea Institute of Science and Technology(KIST)

Herein, we investigated the enhancement in the metal efficiency of Ru loaded TiO₂ catalysts by using hydrogen spillover in the liquid phase hydrogenation of guaiacol. Ru was highly dispersed at low loadings while larger Ru nanoparticles with lower dispersion were obtained at higher loadings. The hydrogen spillover was activated at reaction temperature of 100 °C as the Ru dispersion decreased. The activation of hydrogen spillover was confirmed through physical dilution experiments, hydrogen temperature-programmed-reduction, and kinetic analysis. Isotope experiment was also conducted using D₂O, observing inverse kinetic isotope effect (IKIE) for the low dispersion Ru catalysts. Based on the understanding of the hydrogen spillover in the liquid phase, the low metal efficiency of high-Ru-loading catalysts resulting from low dispersion could be compensated, simply by physically mixing pristine TiO₂, which played a role as new active sites when liquid-phase hydrogen spillover was activated.

References

1. Kim, H., Yang, S., Lim, Y. H., Lee, J., Ha, J-M., and Kim, D. H., "Enhancement in the metal efficiency of Ru/TiO₂ catalyst for guaiacol hydrogenation via hydrogen spill over in the liquid phase," *J. Catal.*, **410**, 93-102 (2022)

Co-pyrolysis of bamboo with polystyrene with and without catalyst in a fluidized-bed reactor for upgrading bio-oil

Thuan Anh Vo¹, Jinsoo Kim², and Seung-Soo Kim^{1*}

¹Department of Chemical Engineering, Kangwon National University,
346 Joongang-ro, Samcheok, Gangwon-do 25913, Korea

²Department of Chemical Engineering (Integrated Engineering), Kyung Hee University,
1732 Deogyong-daero, Yongin, Gyeonggi-do 17104, Korea

This study showed the effect of operating parameters (temperature, fluidization velocity, and particle size) and solid catalysts (HZSM-5, red mud, Fe₂O₃, and dolomite) on co-pyrolysis of bamboo with polystyrene (PS) in a bubbling fluidized-bed reactor for upgrading bio-oil. The synergistic effect was indicated by analyzing products via various analytical techniques and differences between theoretical and real co-pyrolysis values. The highest liquid yield of 57.03 wt% was obtained at a temperature of 748 K, an N₂ flow rate of 2.5xU_{mf}, and particle size in the range of 0.45-0.75 mm. Under the H₂-donor source from PS, co-pyrolysis reduced the O content while enhancing the content of aromatic hydrocarbons and higher heating value (HHV) of oil. Depending on the type of catalyst, characteristics and yield of the co-pyrolysis oil were affected along with the proposed reaction pathways. Dolomite favoring decarboxylation reaction was considered the most effective catalyst for improving oil quality with the highest HHV (34.14 MJ/kg) and highest pH value (5.03).

References

1. Sanahuja-Parejo, O., Veses, A., Navarro, M. V., et al., "Drop-in biofuels from the co-pyrolysis of grape seeds and polystyrene", *Chem. Eng. J.*, **377**, 120246 (2019).
2. Özsın, G., Pütün, A.E., "Insights into pyrolysis and co-pyrolysis of biomass and polystyrene: Thermochemical behaviors, kinetics and evolved gas analysis", *Energy Convers. Manag.*, **149**, 675–685 (2017).

청정 융합

(구두발표)

9월 22일(목) 15:30 - 17:15

메종 글래드 제이드 홀 (Jade)

다성분계 전해질 수용액에 대한 초임계 이산화탄소의 용해도 분석 및 기계학습 모델링 연구

전필립*

공주대학교

Measurement and modeling of the solubility of supercritical CO₂ in multicomponent electrolyte solutions

Pil Rip Jeon*

Kongju National University

이산화탄소는 반응성 및 독성이 적고 쉽게 얻을 수 있기 때문에 다양한 공정에 적용하기 위한 연구가 수행되고 있다 [1]. 이산화탄소를 활용한 음료나 선박 평형수 처리, 초임계 이산화탄소 추출 공정, 이산화탄소 활용 지열 회수, 이산화탄소 증진 석유 회수 등의 공정 설계를 위해서는 다양한 전해질 수용액에 대한 이산화탄소 용해도 정보가 필수적이다 [1]. 뿐만 아니라 이산화탄소 포집 및 활용/저장(CO₂ Capture, Utilization, and Sequestration, CCUS)에서 이산화탄소 공급망을 최적화하여 전체 비용을 절감하여 이산화탄소 배출 절감을 앞당기는데 매우 중요하다 [2]. 특히 고압 조건에서 이산화탄소의 상평형은 상승된 압력에서 이산화탄소 포집을 수행하고 이산화탄소 지중 저장소의 저장 용량을 정확히 평가하는데 크게 기여한다. 기존에 개발된 전해질에 대한 이산화탄소 용해도 모델의 경우 대부분 Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, SO₄²⁻, Cl⁻ 이온 만을 포함한 수용액에 집중되어 있다. 하지만 이들 이온 외에도 Li 등 다양한 이온을 포함한 전해질 수용액에 대한 용해도 개발이 필요하다 [2].

인공신경망(Artificial Neural Network, ANN)은 최근 각광받고 있는 기계학습 모델 중 하나이다. 본 연구에서는 인공신경망을 사용하여 넓은 온도(273-473 K) 및 압력(최대 700 bar) 범위에서 혼합 전해질 수용액에 대한 이산화탄소 용해도 예측 모델을 개발했다. 본 연구에서 사용된 개발 기법은 이산화탄소 이외에도 다양한 비극성 기체의 전해질 수용액에 대한 용해도를 예측하는데 적용 가능하다 [2].

참고문헌

1. P. R. Jeon and C.-H. Lee, "Prediction of CO₂ solubility in multicomponent electrolyte solutions up to 709 bar: Analogical bridge between hydrophobic solvation and adsorption model," *Chem. Eng. J.*, 389, 123459 (2020)
2. P. R. Jeon and C.-H. Lee, "Artificial neural network modelling for solubility of carbon dioxide in various aqueous solutions from pure water to brine," *J. CO₂ Util.*, 47, 101500 (2021)

Revealing the role of oxygen vacancies on Bi/Ce composite for the activation of pseudo photocatalysis using Ar-Plasma Jet

Choe Earn Choong^{1,2}, Kien Tiek Wong^{1,2}, Seok Byum Jang^{1,2}, So Yeon Yoon^{1,2}, Nurhaslina Abd Rahman^{1,2} and Min Jang^{1,2*}

¹Kwangwoon University, ²Plasma Bioscience Research Center

In this study, Bi₂O₃ composite with CeO₂ via a facile single-step calcination method was prepared as a heterojunction plasma-catalyst in an Ar-plasma jet (AP) system for perfluorooctanoic acid (PFOA) destruction. As a result, the ratio of 30% CeO₂ composited with Bi₂O₃, namely Bi/Ce_{0.43}, exhibited a high synergistic factor (4.2) for PFOA destruction attributed to unprecedented pseudo photocatalysis, corresponding to a higher e⁻ yield from the collision of a high-energy electron and the UV irradiation in AP. In addition, the PFOA quenching experiments and electron paramagnetic resonance spin-trap analysis showed a higher e⁻ generated in the presence of catalysts for PFOA destruction. Under pseudo photocatalysis, the e⁻ transfer phenomenon was obtained from Bi toward Ce via oxygen atom in Bi/Ce_{0.43} composite according to Ag photo-deposition experiment and X-ray absorption spectroscopy (XAS) analysis. In addition, the intermediate species of PFOA were traced using LC/MS/MS.

References

Mededovic Thagard, S., Stratton, G.R., Dai, F., Bellona, C.L., Holsen, T.M., Bohl, D.G., Paek, E., Dickenson, E.R.V., Plasma-based water treatment: development of a general mechanistic model to estimate the treatability of different types of contaminants, *Journal of Physics D: Applied Physics* 50, 014003(2016).

Improved methanation of lipidic waste using acclimatized consortia in dual-stage pulse-feed co-digestion

Shouvik Saha, Byong-Hun Jeon*

Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, Seoul 04763,
Korea (Republic of)

*Corresponding author. Tel: +82 2 2220 2242, E-mail: bhjeon@hanyang.ac.kr

The presence of lipids, which are a major component of organic waste, in wastewater from various households and industries is deteriorating the operational conditions of sewer systems [1]. Lipid deposition causes pipeline blockages of nearly 50–75% and 98% annually in the UK and USA, respectively. Over 60% of sewer blockages occurred in Hong Kong due to lipid accumulation [2,3]. The biomethanation potency of such lipidic waste (LW) in anaerobic co-digestion (ACoD) has been widely recognized by the global scientific community in recent decades as a reliable energy harvesting process to achieve waste-to-renewable energy [4]. However, the various operational difficulties in conventional single-stage co-digestion systems restrict the conversion of LW to methane [5]. Our investigation revealed that the acclimatized consortia to LW induced the long chain fatty acids (LCFA) degradation and interconversion of short-medium chain fatty acids (SCFA–MCFAs) in the fermenters, even under high OLR values during the dual-stage pulse-feed ACoD. The highest methane yield (0.46 g g⁻¹ VS_{initial}) was achieved in the third phase with the complete utilization of LCFAs and SCFA– MCFAs in the digester. The abundance of the acidogenic *Intestinimonas* and *Megasphaera*, and acetogenic *Levilinea* in the fermenters justified their preeminent activities in LCFA degradation. The predominance of acetogenic *Syntrophomonas* (26%) indicated that it played a major role in β -oxidation, and its syntrophy with mixotrophic methanogens, such as *Methanosarcina* (93%), facilitated methanation through the complete degradation of LW in the digesters. Thus, the use of pulse-feed operation in dual-stage ACoD improved the methanation through complete utilization of LW under varied OLRs mediated by the acclimatized consortia.

References

1. R. Moscoviz, J. Toledo-Alarcón, E. Trably, N. Bernet, “Electro-fermentation: how to drive fermentation using electrochemical systems”, *Trends in Biotechnol.* **34**(11), 356-865(2016).

Metal-organic frameworks of lanthanum, zirconium, and titanium using BDC linker as adsorbents for removal of fluoride from water

Hye Jin Yoo^{1,2}, So Yeon Yoon^{1,2}, Choe Earn Choong^{1,2}, Kien Tiek Wong^{1,2}, Seok Byum Jang^{1,2}, Nurhaslina Abd Rahman^{1,2}, Min Ji Kim^{1,2}, Min Jang^{1,2*}

¹Department of Environmental Engineering, Kwangwoon University

²Plasma Bioscience Research Center, Kwangwoon University

Fluoride (F⁻) performs a prominent role in improving dental health at an optimum level. However, excessive contents in water resources (> 1.5 mg L⁻¹) have been found to have harmful effects on human health. Thus, fluoride removal from drinking water is significantly essential [1]. In this study, a series of UiO-type MOFs were synthesized by varying the metal precursor (i.e., zirconium(IV) chloride (ZrCl₄), lanthanum(III) chloride heptahydrate (LaCl₃·7H₂O), titanium(IV) n-butoxide (Ti(OBu)₄) to investigate the effect of atomic size of metal precursor in material property and F⁻ removal efficiency. Compared with the Zr-BDC (UiO-66) and Ti-BDC, La-BDC exhibited the highest F⁻ removal 163.3 mg g⁻¹. La-BDC achieved 73 and 93.5% in 5 and 120 min, respectively. We also found that the F⁻ removal performance is strongly related to the BDC-linked atomic size. We conducted Fourier transform infrared spectrometer (FT-IR), X-ray diffraction (XRD), and scanning electron microscopy (SEM) to investigate the material properties of prepared adsorbents. The selectivity tests were also carried out with a series of competitive anions (Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻), demonstrating that La-BDC still has a higher adsorption capacity than Ti or Zr-BDC. The regeneration results of La-BDC using 0.01 M MgCl₂ as a desorption reagent showed 93.6% in 5 cycles. Meanwhile, the effect of solution pH on the adsorption of F⁻ ions indicated that La-BDC is suitable for removing F⁻ in a relatively wide pH range (4.0-10.0). Hence, La-BDC exhibited a high fluoride wastewater treatment potential due to its high adsorption capacity, selectivity, and reusability.

References

1. Farhad Ahmadijokani, Hossein Molavi, Mashallah Rezakazemi, Tejraj M. Aminabhavi, Mohammad Arjmand, Simultaneous detection and removal of fluoride from water using smart metal-organic framework-based adsorbents, *Coordination Chemistry Reviews*, Volume 445 (2021).
2. Xiaoye Min, Xing Wu, Penghui Shao, Zhong Ren, Lin Ding, Xubiao Luo, Ultra-high capacity of lanthanum-doped UiO-66 for phosphate capture: Unusual doping of lanthanum by the reduction of coordination number, *Chemical Engineering Journal*, Volume 358, 321-330, (2019)

두금속-전극을 사용한 전기-촉매 오존 공정의 아트라진 분해

누하슬리나^{1,2}, 종초은^{1,2}, 황건덕^{1,2}, 장석범^{1,2}, 윤소연^{1,2}, 김민지^{1,2}, 장 민^{1,2*}

¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터

Atrazine (ATZ) degradation by electro catalytic ozonation with bi-metallic electrode

Nurhaslina Abd Rahman^{1,2}, Choe Earn Choong^{1,2}, Kien Tiek Wong^{1,2}, Seok Byum Jang^{1,2}, So Yeon Yoon^{1,2},
Min Ji Kim^{1,2}, Min Jang^{1,2*}

¹Kwangwoon University, 20, Gwangun-ro, Nowon-gu, Seoul, 01897, Republic of Korea

²Plasma Bioscience Research Center, Kwangwoon University

ATZ is a herbicide used to control weeds, especially in maize and sugar cane crops. Several authors have studied different methods for organic pollutants removal, including adsorption, biological treatment, ozonation, electrocatalysis, photocatalysis, etc. Among all the technologies, the ozonation and electrocatalysis process is widely used for organic pollutants removal; however, it is challenging to achieve demineralization for ATZ due to its ozone-resistant herbicide properties [1]. Meanwhile, the electrocatalysis process for ATZ removal required high energy consumption to achieve demineralization. Inspired by the benefit of both treatment methods, the hybridization of both technologies may have overcome the above-mentioned limitation. Hence, the synergistic degradation of ATZ by ozonation, electrocatalysis, and electro-catalytic ozonation was investigated. In this study, the electrode was prepared by carbon felt coated with nickel cerium (NiCeO_x) with various Ni to Ce molar ratios (Nickel: Cerium, 0.6:0.2, 0.2:0.2, and 0.2:0.6) through co-precipitation method followed by calcination. Our experiment results show no significant difference of 1 mg/L ATZ removal by increasing the ozone dose from 3-5 g/h. In the electrocatalysis process, Ni_{0.6}Ce_{0.2}O_x has shown the best performance of ATZ removal with kinetic constant value $k=4.0 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$. In contrast, Ni_{0.2}Ce_{0.6}O_x shows the best performance in electro ozone the $k=29.0 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ with an ozone dose of 5g/h, due to the highest H₂O₂ production (0.64 mM) was obtained in this system. Compared to electrocatalysis (0.16 mM) or ozonation system (0.30 mM), electro-catalytic ozonation system (0.64 mM) showed a higher H₂O₂ production for Ni_{0.2}Ce_{0.6}O_x. The synergistic effect of the electro ozonation system was supported by quenching tests and characterization such as FTIR, XRD, and XPS. A strong correlation was obtained between the Ni and Ce ratio on ATZ removal using electrolysis and electro ozone system. Hence, the combination of electrolysis with the ozonation system significantly enhanced the ATZ removal performance by using the catalyst Ni_{0.2}Ce_{0.6}O_x.

Reference

1. Zhu, S., et al., *Heterogeneous catalysis of ozone using ordered mesoporous Fe3O4 for degradation of atrazine*. Chemical Engineering Journal, 2017. **328**: p. 527-535.

청정수소

(구두발표)

9월 22일(목) 09:30 - 11:20

메종 글래드 아메티스트 I 홀 (Amethyst I)

수소 생산을 위한 Cu계 WGS 촉매 연구

심재오

원광대학교

A study on Cu-based catalysts for hydrogen productionJae-Oh Shim¹

Wonkwang University

수소 경제 시대를 맞이하기 위해서는 기존의 화석연료 공급망과 비슷한 수준의 수소 생산 및 공급 체계가 확보되어야 한다. 화석연료의 개질을 통한 수소 생산은 수소의 원활한 생산과 공급을 위한 가장 적합한 기술이다. 화석연료의 개질을 통해 수소를 생산하는 과정에서 발생하는 CO는 다양한 후단 사용처에서 촉매를 피독시키기 때문에 수성가스전이(WGS: Water-gas shift)반응을 통해 반드시 제거해야 한다. 수성가스전이반응에는 다양한 활성 물질이 사용되나, 대표적으로 Cu나 Fe와 같은 비귀금속계 물질이 사용된다. 본 연구에서는 저온 영역에서 주로 사용되는 Cu계 WGS 촉매에 대해 다음과 같이 두 가지의 연구 영역으로 나누어 연구를 수행하였다. 첫 번째로 상용으로 주로 사용되는 Cu-Zn-Al 촉매의 국산화 및 스케일-업을 위한 제조변수의 최적화 연구를 수행하였다. 해당 연구에서는 Cu-Zn-Al를 공침법으로 합성할 때 요구되는 다양한 변수(속성 온도, 속성 시간 등)를 조절하고 WGS 반응에 적용하여 촉매의 특성과 활성 간 상관관계를 도출하였다. 두 번째로 Cu 촉매를 폐기물 가스화 합성가스 조건(고농도 CO)과 고온에 적용하기 위해 Cu-Al 촉매에 Ce를 도입하고 Ce의 합성 순서가 촉매 활성과 안정성에 미치는 영향을 연구하였다.

참고문헌

1. Roh et al., "An important parameter for synthesis of Al₂O₃ supported Cu-Zn catalysts in low-temperature water-gas shift reaction under practical reaction condition", *Int. J. Hydrogen Energy* 44, 14853-14860 (2019).
2. Roh et al., "Effect of preparation method on the oxygen vacancy concentration of CeO₂-promoted Cu/ δ -Al₂O₃ catalysts for HTS reactions", *Chem. Eng. J.* 306, 908-915 (2016).

수소 생산 반응용 촉매의 황 저항성 증진을 위한 촉매 조성 조절 연구

김정진¹, 홍가람¹, 노현석^{1*}¹연세대학교**A study on controlling catalyst composition to improve sulfur resistance of catalysts for hydrogen production reaction**Kyoung-Jin Kim¹, Ga-Ram Hong¹, Hyun-Seog Roh^{1*}

Yonsei University

COVID-19 이후 급증하는 생활 폐기물의 양으로 인해, 폐기물 처리 시 다양한 환경 및 보건, 경제적 문제가 발생하고 있다. 이러한 상황에 대응하기 위해 폐기물 에너지화 기술에 관한 관심이 높아지고 있다. 폐기물 에너지화 기술은 기존의 매립, 소각과 비교해 환경적인 폐기물 처리를 가능하게 하며, 폐기물의 고부가가치화가 가능하다. 폐기물 에너지화의 대표적 기술로 폐기물을 합성 가스 (CO, H₂)로 전환하는 폐기물 가스화를 들 수 있다. 폐기물의 가스화에 의해 생성되는 폐기물 가스화 합성 가스는 촉매 화학반응인 수성가스전이 반응 (WGS; Water-gas shift, CO + H₂O ↔ CO₂ + H₂) 과정을 통해 고순도 수소 생성이 가능하다. 특히, 폐기물 가스화 합성 가스는 고농도의 CO (~40%)와 미량의 황을 함유한다. 따라서, WGS 반응용 상용 촉매인 Fe/Cr을 적용할 경우 일반적인 천연가스 개질 합성가스에 비해 높은 CO로 인해 촉매 비활성화가 빠르게 나타나며, 반응 가스 내 황 성분은 미량으로도 촉매 독으로 작용한다. 결과적으로, 폐기물로부터의 수소 생산 공정에서 적절한 내황성과 높은 고유 활성을 나타내는 WGS 반응용 맞춤형 촉매의 개발이 필요하다.

폐기물 가스화 합성가스의 WGS 반응에서 촉매 조성이 황 저항 특성에 미치는 영향을 규명하기 위해 Pt/Ce_xZr_{1-x}O₂ 촉매에서 Ce/Zr 비율을 체계적으로 조정하였다. 그 결과, S의 존재 하에 제조된 모든 촉매는 피독으로 인하여 비활성화되었으나, 그 정도에 차이가 있었다. WGS 반응용 촉매의 활성 및 성능 재생 비율, 내황 특성은 촉매의 산소 저장 능력과 강한 연관성을 나타내었다. 이에 따라 촉매의 조성에 따라 조정된 산소 저장 능력이 촉매의 내황 특성을 결정하는 주요 요소임을 확인하였다.

참고문헌

- Swati et al., "Hazardous organic compounds in urban municipal solid waste from a developing country", *J. Hazard. Mater.* 160, 213 (2008).
- Lee et al., "Sulfur-Tolerant Pt/CeO₂ Catalyst with Enhanced Oxygen Storage Capacity by Controlling the Pt Content for the Waste-to-Hydrogen Processes", *ACS Sustain. Chem. Eng.* 9, 15287-15293 (2021).

CT-D03

C1 ~ C4 알케인 탄화수소로부터 수소 생산을 위한 수증기 개질 반응에서 Ni계 촉매 연구

공지현¹, 전경원², 장원준^{1,2,*}

¹경남대학교 사회기반시스템공학과 환경공학전공

²경남대학교 환경에너지공학과

A Study of Steam Reforming for Hydrogen Production from C1 ~ C4 Alkane Hydrocarbons over Ni-based Catalysts

Ji-Hyeon Gong¹, Kyung-Won Jeon², Won-Jun Jang^{1,2,*}

¹Department of Infrastructure System Engineering, Environmental Engineering, Kyungnam University

²Department of Environmental and Energy Engineering, Kyungnam University

본 연구는 Ni계 촉매를 이용하여 C1~C4 알케인 탄화수소로부터 수소 생산을 위한 수증기 개질 반응을 수행하였다. 담체는 CeO₂, ZrO₂, Al₂O₃, SiO₂를 선정한 후 Ni 담지량을 15 wt.%로 고정하여 함침법으로 제조하였다. 제조된 촉매는 반응 결과와 상관관계를 파악하기 위해 특성 분석하였다. 반응 가스의 조성은 CH₄, C₂H₆, C₃H₈, C₄H₁₀을 동일한 몰비로 고정하였다. 선행 연구를 통해 도출된 전환율이 높고 탄소 침적 형성이 최소화되는 조건인 반응 온도 650~850 °C, H₂O/C 비 7.0에서 C1~C4 알케인 탄화수소 수증기 개질 반응을 수행하였으며, GHSV는 451,184 ml/h·g_{cat}에서 반응하였다. 반응 결과, 높은 환원성과 산소저장능을 보인 Ni/CeO₂와 높은 비표면적과 Ni 분산도를 보인 Ni/Al₂O₃ 촉매가 높은 C1~C4 전환율과 H₂ 몰수를 나타냈다. TGA 분석 결과 Ni/Al₂O₃ 촉매가 탄소침적이 가장 많이 형성되어 C1~C4 알케인 탄화수소 수증기 개질 반응에 적합한 촉매는 15% Ni/CeO₂이다. 추가적으로, 반응물의 촉매 활성점 공유 여부 및 크래킹 반응 선택성을 분석하기 위해 CH₄과 H₂를 각각 추가하여 반응 온도 650 °C, H₂O/C 비 7.0에서 반응을 수행하였다.

참고문헌

1. Kim, K. M., Kwak, B. S., Park, N.-K., Lee, T. J., Lee, S. T., and Kang, M., "Effective hydrogen production from propane steam reforming over bimetallic co-doped NiFe/Al₂O₃ catalyst," J. Ind. Eng. Chem., 46, 324-336 (2017).
2. Jang, W.-J., Hong, Y.-J., Kim, H.-M., Shim, J.-O., Roh, H.-S., and Kang, Y.-C., "Alkali resistant Ni-loaded yolk-shell catalysts for direct internal reforming in molten carbonate fuel cells," J. Power Sources, 352, 1-8

(2017).

CT-D04

폐기물로부터 수소를 생산하기 위한 Cu-CeMgO 촉매 최적화

이루리¹, 전이정¹, 김창현¹, 심재오^{1*}

¹원광대학교

Optimization of Cu-CeMgO Catalysts for Hydrogen Production from Waste

Ru-Ri Lee¹, I-Jeong Jeon¹, Chang-Hyeon Kim¹, Jae-Oh Shim^{1*}

¹Wonkwang University

폐기물 가스화 합성가스로부터 고순도의 수소를 생산하기 위해 CO를 제거하는 고온 수성 가스 전환 반응이 필수적이다. 본 연구에서는 Cu 기반 촉매에 CeMgO 지지체를 도입한 촉매 연구를 수행하였다. Ce/Mg의 비율은 100/0, 75/25, 50/50, 25/75, 0/100의 다양한 비율을 가지는 Cu-CeMgO 촉매를 공침법으로 제조하였다. 제조된 촉매는 활성을 측정하기 위해 400~550도의 온도범위에서 GHSV=50,019h⁻¹로 수행하였다. Cu-Ce_{0.75}Mg_{0.25}O 촉매는 높은 Cu 분산도로 인한 작은 결정크기를 가지며 높은 oxygen vacancy와 활성종인 CuO종을 다량으로 함유하고 있다. 따라서 제조된 촉매 중 가장 높은 활성을 보이고 50시간동안 안정적인 촉매 활성을 보여줬다.

CT-D05

수소 생산을 위한 암모니아 열분해 개질기 전산해석

조시현¹, 이병화², 정태용², 진충환^{*1,2}
¹부산대학교 기계공학부, ²부산대학교 청정화력발전연구소

Computational analysis of ammonia pyrolysis reformer using natural gas for hydrogen production

Si-Hyun Cho¹, Byoung-Hwa Lee², Tae-Yong Jung², Chung-Hwan Jeon^{*1,2}

¹School of Mechanical engineering, Pusan National University, ²Pusan Clean Energy Research Institute

A three-dimensional computational fluid dynamics(CFD) model of a ammonia pyrolysis reforming reactor was developed for producing of H₂ from ammonia gas. The air and natural gas are mixed through a burner to cause combustion and heat transfer between the combustor and catalytic reactor. The momentum, energy, and mass conservation equations were integrated with a realizable k- ϵ turbulence model, discrete ordinates radiation model and species transport model. The CFD result shows the reactor surface axial temperature, the heat flow inside the reformer, and the optimum fuel amount for efficient hydrogen production with heat generated according to the amount of fuel, and hydrogen can be produced stably through the change of the flow inside the catalytic reactor.

참고문헌

1. Ganley, Jason C., et al. "A priori catalytic activity correlations: the difficult case of hydrogen production from ammonia." *Catalysis Letters*, 117-122. (2004).
2. Chiuta, Steven, et al. "Hydrogen production from ammonia decomposition over a commercial Ru/Al₂O₃ catalyst in a microchannel reactor: Experimental validation and CFD simulation." *International Journal of Hydrogen Energy*, 3774-3785. (2016).

청정 소재 및 공정

(구두발표)

9월 22일(목) 13:00 - 15:00
메종 글래드 아메티스트 I 홀 (Amethyst I)

기체-고체 유동층 반응기에서 흐름 영역에 따른 미세입자들의 기체분산계수 연구

허승준¹, 이동현^{1*}

¹성균관대 화학공학과

기체-고체 유동층에서 미분입자들의 흐름영역에 따른 기체상의 dispersion coefficient를 측정하였다. 실험은 내경이 0.10 m, 높이가 1.0 m 인 cylindrical 아크릴 column에서 진행되었다. 미분입자는 Geldart A와 B 분류에 해당하는 glass bead 입자 2종, Geldart A와 B의 거동과 유사한 거동을 보이는 CNT 입자 2종을 사용하였다. Glass bead 입자는 평균입도가 55 μm 이며, particle density가 2,500 kg/m^3 인 GB-55 입자, 평균입도가 112 μm 이며, particle density가 2,500 kg/m^3 인 GB-112 입자를 사용하였으며, CNT 입자는 평균입도가 242 μm 이며, particle density가 160 kg/m^3 인 CNT-N 입자, 평균입도가 365 μm 이며, particle density가 249 kg/m^3 인 CNT-L 입자를 사용하였다. 직경이 0.015 m, 길이가 0.05 m의 stainless steel rod의 내부에 resistance heater를 삽입하고, 외부에 thermocouple을 연결한 heat probe를 사용하였다. Glass bead와 CNT 입자의 공탑속도에 따른 bed pressure drop, bed expansion ratio, pressure fluctuation을 측정하여 흐름영역을 확인하였고, probe 표면과 bed 내의 시간에 따른 온도변화를 측정하여, 각 입자들의 흐름영역에 따른 기체상의 dispersion coefficient를 확인하였다. 공탑속도가 증가할수록 residence time은 감소하였으며, 축방향의 dispersion coefficient는 regime 변화에 따른 영향 없이 linear 하게 증가하였다. 공탑속도 0.41 cm/s에서 8.22 cm/s 범위에서 기체상의 dispersion coefficient는 CNT N입자의 경우 CNT L입자에 비해 115 % 높은 값을 가짐을 확인하였다.

Recovery of Rare Earth Elements in zero-liquid discharge supercritical water desalination

Tae Jun Yoon^{*1}, Prashant Sharan², Rajinder P. Singh², Katie A. Maerzke², Alp T. Findikoglu², Robert P. Currier²

Chungnam National University,¹ Los Alamos National Laboratory²

Reverse osmosis and classical thermal desalination techniques have played a significant role in producing potable water for humankind. However, these processes discharge a significant amount of high-concentration electrolytes harmful to the marine ecosystem. Supercritical water desalination is one of the promising zero-liquid discharge desalination techniques; the recovery rate of water in this process is 100 %.

In addition to this promising feature, this work aims to explore the technical feasibility of using the supercritical water desalination process for retrieving rare earth elements (REEs), which are regarded as critical materials for high-tech industries. Based on a rigorous thermodynamic framework and experiments, we demonstrate that selective recovery of these essential materials becomes feasible by combining the desalination process and hydrothermal synthesis.

We also perform a techno-economic analysis of the proposed process based on these experimental and theoretical results. The techno-economic analysis result suggests that the proposed process is economical when the feed concentration of the REE is above O(101) ppm. Thus, this technique can be used as a clean and economical technology for treating acid mine drainage and wastewater from industrial processes.

참고문헌

1. Yoon, T. J., et al. Selective recovery of critical materials in zero-liquid discharge supercritical water desalination. *Desalination*, **537**, 115849 (2022).
2. Yoon, T. J., et al. Electrical Conductivities and Association Constants in Dilute Aqueous NdCl₃ Solutions from 298 to 523 K along an Isobar of 25 MPa. *Journal of Chemical & Engineering Data*, **67**(3), 568-579 (2022).
3. Odu, S. O., et al. Design of a process for supercritical water desalination with zero liquid discharge. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **54**(20), 5527-5535, (2015).
4. van Wyk, S., et al. Potential of supercritical water desalination (SCWD) as zero liquid discharge (ZLD) technology. *Desalination*, 495, 114593 (2020).
5. Blum, L. Solution of a model for the solvent-electrolyte interactions in the mean spherical approximation. *Journal of Chemical Physics*, 61(5), 2129-2133 (1974).

메탄개질을 위한 Ni/Alumina 촉매의 제조, 특성조절 및 공정 운전변수 최적화

주지봉*, 최동섭, 유은주, 김나연

건국대학교¹

Preparation and Property Control of Ni/Alumina Catalysts, and Optimization of Process Operation Parameter for Methane Reforming Reaction

Ji Bong Joo*, Dong Seop Choi, Eunju Yoo, Na Yeon Kim

Konkuk University¹,

화석연료의 지속적인 사용에 따라 대기 중 온실가스 농도가 높아지고, 그로인한 홍수, 가뭄, 이상기온 등 여러 가지 기후변화 문제가 발생을 하고 있다. 이러한 기후변화 문제에 효과적인 대응하기 위해서는 기존의 화석연료 기반의 에너지를 대신하여, 온실가스 배출이 없는 새로운 에너지원의 확보가 필수적이다. 그로 인하여 최근 수소에너지원에 대한 관심이 높아지면서, 다양한 수소생산 방법들이 연구되고 있다. 현재까지 여러 가지 수소생산 방법들 중, 메탄 개질이 가장 경제적으로 대량의 수소를 생산할 수 있는 방법으로 알려져 있다. 본 발표에서는 메탄개질을 통한 합성가스 및 수소생산을 위하여, 고성능 고안정성의 니켈-알루미나 기반 촉매의 제조와 특성조절 및 메탄 개질 반응에서의 공정 변수별 공정 성능이 어떻게 달라지는지를 조사하였다. 니켈-알루미나 촉매 시스템에서 알루미나의 기공특성 및 물리적 특성을 효과적으로 조절하여 메탄 수증기 개질 성능을 효과적으로 증대시켰으며, 니켈 담지 코어셸 개념의 촉매를 제안하여, 메탄 건식개질 반응의 고질적인 비활성화 원인인 코킹 문제를 효과적으로 해결하였다. 또한 개질 반응에서 온도, 공간속도, 반응물 비율을 조절하면서, 공정의 성능을 조사하여, 최적화된 반응 조건을 제시하였다.

전기화학적 이산화탄소 전환을 위한 촉매 및 반응 시스템

박기태

건국대학교

Electrocatalyst and Reaction System for Electrochemical CO₂ Conversion

Ki Tae Park

Konkuk University

Recently, the transition to a carbon-neutral society is accelerating around the world. It is necessary to apply clean technology such as electric vehicles, batteries, energy storage systems, hydrogen energy, and CCUS to change the fossil fuel-based industrial infrastructure to be carbon-neutral. Electrochemical CO₂ recycling technology has received much attention due to its ability to convert CO₂ to carbon-neutral chemicals via integration with renewable energy. Many studies have been reported over the last decade, but there are still several challenges such as improvement of energy efficiency, product selectivity, current density, and process stability that need to be addressed for the commercialization of the technologies. Here, the recent progress and perspectives in electrocatalytic CO₂ reduction technologies including the reaction system and the electrocatalysts are reviewed to produce valuable chemicals [1-3].

참고문헌

1. Kim, Y. E. et al., "Leaching-resistant SnO₂/g-Al₂O₃ nanocatalyst for stable electrochemical CO₂ reduction into formate", *J. Ind. Eng. Chem.*, **78**, 73-78 (2019).
2. Lee, W. et al., "Catholyte-Free Electrocatalytic CO₂ Reduction to Formate" *Angew. Chem. Int. Ed.*, **57**, 6883-6887 (2018).
3. D. Tanet al., "In-Bi Electrocatalyst for the Reduction of CO₂ to Formate in a Wide Potential Window", *ACS Appl. Mater. & Interfaces*, **14** (25), 28890-28899 (2022)

탈황-탈질

(구두발표)

9월 22일(목) 15:30 - 17:30

메종 글래드 아메티스트 I 홀 (Amethyst I)

금속 유기 골격체로부터 합성된 TiO_2 에 담지된 MnO_x 를 이용한 질소산화물의 암모니아 선택적 촉매 환원 반응

김현섭, 이황호, 김형주, 전세원, 황건하, 김도희*

서울대학교

금속 유기 골격체의 하나인 ZIF-8을 희생 템플릿으로하여, 2D 판형 구조가 응집된 형태를 나타내는 TiO_2 구조를 합성하였다 ($\text{TiO}_2(\text{Z})$). $\text{TiO}_2(\text{Z})$ 는 높은 비표면적($259 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$)과 기공 부피($0.43 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$)를 나타내었고, 외부 표면적이 미세 기공의 표면적에 비하여 훨씬 컸다. 질소산화물의 암모니아 선택적 촉매 환원 반응 ($\text{NH}_3\text{-SCR}$)에서, $\text{Mn}/\text{TiO}_2(\text{Z})$ 의 촉매 성능은 넓은 비표면적을 가지는 상용 TiO_2 에 담지된 MnO_x 촉매보다 우수하였다. 낮은 온도 ($\sim 150^\circ\text{C}$)에서 $\text{Mn}/\text{TiO}_2(\text{Z})$ 가 높은 활성을 나타내는 원인을 Ar 흡탈착 등온선, X선 광전자 분광법, NO 산화 반응 및 diffuse reflectance infrared Fourier transform (DRIFT) spectroscopy를 이용하여 조사하였다. 이러한 분석을 통하여 $\text{Mn}/\text{TiO}_2(\text{H})$ 및 $\text{Mn}/\text{TiO}_2(\text{G})$ 촉매의 경우에는 상당 부분의 MnO_x 이 미세기공에 존재하지만, $\text{Mn}/\text{TiO}_2(\text{Z})$ 촉매에서는 외부 표면에 존재하는 것을 확인하였다. 특히, DRIFT 연구를 통해 MnO_x 에 형성된 bridged nitrate 종이 저온 $\text{NH}_3\text{-SCR}$ 반응에서 중요한 역할을 한다는 것을 확인하였다. 이러한 bridged nitrate 종은 고도로 분산된 MnO_x 보다는 MnO_x 클러스터 위에 형성되기 용이하였다. $\text{TiO}_2(\text{Z})$ 의 미세 기공의 표면적에 비하여 외부 표면적이 훨씬 크기 때문에, MnO_x 클러스터가 주로 외부 표면에 형성되어 저온 $\text{NH}_3\text{-SCR}$ 반응에서 높은 촉매 활성을 나타내는 것으로 확인되었다.

탄화수소, 질소산화물 동시 저감 촉매의 작동 조건에 따른 특성 평가

이동철¹, 정천우¹, 신혜선¹, 박윤성¹, 류호근¹, 문건혁¹, 김준우^{1*}

¹포항산업과학연구원, 57801 전라남도 광양시 금호로 187-12

A study on simultaneous catalytic removal of THC and NOx with the catalyst

Dongcheol Lee¹, Cheonwoo Jeong¹, Hyesun Shin¹, Yunsung Park¹, Hogeun Ryoo¹, Gunhkeok Moon¹, Joonwoo Kim^{1*}

¹Research Institute of Industrial Science & Technology, 187-12 Geumho-ro, Gwangyang-si, Jeollanam-do, 57801, KOREA

환경에 대한 중요성이 대두되면서 자동차와 대형 사업장에 대한 환경 규제가 강화되고 있다. [1] 소규모 사업장들도 이에 맞춰 대기 오염 물질 배출 저감 대책 마련이 시급한 상황이다. 소규모 사업장은 보일러나 소형 연소로를 주로 사용하기에 탄화수소와 질소산화물이 동시에 배출되기에 이를 효율적으로 저감 가능한 촉매 기술에 대한 수요가 대두되고 있다. [2, 3] 일반적으로 사용되는 질소산화물 저감 촉매는 암모니아 또는 요소수를 사용하기에 복잡한 시스템으로 구성되며 운영비 부담이 증가하는 단점을 갖고 있다. [4, 5]

본 연구는 복잡한 시스템이 아닌 간단한 촉매 모듈만으로 탄화수소와 질소산화물을 동시에 저감할 수 있는 장치의 개발을 목적으로 한다. 이를 확인하고자 탄화수소를 환원제로 탈질반응에 사용하는 촉매를 직접 제조하여 소규모 사업장의 대기 배출 현장 조성 과 유사한 실험 조건을 설계하였다. 본 연구에 사용한 촉매의 탈질 반응 효율을 평가하고자 탄화수소와 질소산화물의 촉매 전/후단 농도를 비교하여 촉매의 저감 성능을 확인하였다.

참고문헌

1. Yentekakis, I.V.; Vernoux, P.; Goula, G.; Caravaca, A. Electropositive promotion by Alkalis or Alkaline earths of Pt-group metals in emissions control catalysis: A status report. *Catalysts* 2019, 9, 157.
2. Close H. Pan, Y. Jian, Y. Yu, C. He, Z. Shen, H. Liu, *Appl. Surf. Sci.*, 401 (2017)
3. J. Xu, Y. Qin, H. Wang, F. Guo, J. Xie, *New J. Chem.*, 44 (2020)
4. H. Xu, Y. Li, B. Xu, Y. Cao, X. Feng, M. Sun, M. Gong, Y. Chen, *J. Ind. Eng. Chem.*, 36 (2016)
5. A. Timpanaro, J. Nuszowski, Reduction of NOx in a Single Cylinder Diesel Engine Emissions Using Selective Non-Catalytic Reduction (SNCR) with In-Cylinder Injection of Aqueous Urea, SAE Technical Paper 2019-2024-0144

CT-F03

배가스내 이산화황 제거를 위한 습식 흡수공정 연구:
탄산칼슘 및 유기첨가제 효과

주지봉*¹, 김상빈², 김윤희¹

건국대학교¹, 서경대학교²

Study on Wet Absorption Processes for Sulfur Dioxide Removal in Flue Gas
Stream:
Effects of Calcium Carbonate and Organic Additives

Ji Bong Joo*¹, Sang Bin Kim², Yoon Hee Kim¹

Konkuk University¹, Seokyeong University²

문명화된 사회를 지속하기 위해, 현재까지도 인류는 석탄, 석유, 천연가스 등과 같은 화석연료를 에너지 원으로 사용하고 있다. 이러한 화석연료 기반 에너지를 사용함으로써, 온실가스 배출에 의한 기후변화, 질소산화물과 황산화물과 같은 미세먼지 전구물질 배출에 의한 대기오염, 산성비와 같은 인류의 생존과 밀접한 환경문제가 심각해지고 있다. 최근, 연소 배가스 내 이산화탄소를 포집 및 분리 없이 고부가가치의 화학제품으로 전환하고자하는 연구들이 주목을 받고 있다. 하지만 배가스 내에 존재하는 이산화황(SO₂)은 CO₂ 전환 반응의 촉매를 피독시켜 전체공정의 성능을 저하시키기 때문에, 배가스가 배출되기 전 SO₂ 제거가 필수적이다. 본 연구에서는 상압 상온 조건에서 저농도의 SO₂를 제거하기 위한 액상 흡수법에 대한 연구를 수행하였다. SO₂의 습식 제거효율을 높이기 위해 칼슘카보네이트(CaCO₃) 포함된 슬러리를 흡수제로 사용하였다. SO₂가 흡수 성능이 산성도에 영향을 받으므로, 다양한 유기산 첨가제를 넣어 pH 완충효과를 통해 SO₂ 제거 효율을 높였다. 본 연구는 CaCO₃와 유기산 첨가제의 조절을 통해 저농도의 SO₂를 장기간 약 99 % 이상 제거하였으며, 실제 배가스에 적용 시 경제적 효과와 환경문제 해결에 효과적인 대안이 될 수 있을 것으로 기대된다.

PTFE계 촉매필터의 제조 및 탈질 성능 평가

박노국*, 부진호, 권병찬, 강도형^{1*}, 심지한², 서명조², 황상연³, 이장훈⁴

영남대학교, ¹서울과학기술대학교, ²마이크로원(주), ³고등기술연구원, ⁴다이텍연구원

Preparation of PTFE-based Catalytic Filter and Its De-nitrification Tests

No-Kuk Park*, Jin Ho Boo, Byung Chan Kwon, Dohyung Kang^{1*}, Ji Han Sim², Myung Jo Seo², Sang Yeng Hwang³, Jang Hun Lee⁴

Yeungnam University, ¹Seoul National University of Science and Technology, ²Micro-one Inc., ³Institute for Advanced Engineering, ⁴Korea Dyeing & Finishing Technology Institute

본 연구에서는 배가스 중 질소산화물의 제거효율을 향상시키기 위하여 여과집진용 백필터에 탈질촉매를 첨가한 촉매필터를 제조하고자 하였다. 촉매필터의 부직포 섬유는 PTFE계 소수성 섬유이며, 섬유의 제조과정에서 PTFE 고분자 분말과 탈질용 촉매분말을 혼합한 후 압출, 제유, 연신, 스크래치 과정을 거쳐 섬유사를 제조하였다. 제조된 섬유를 사용하여 여과필터용 부직포를 제조한 후 부직포의 한쪽 면에 멤브레인 필터를 부착하여 집진 성능이 우수하면서 동시에 탈질 기능을 가진 촉매필터를 제조하였다. 촉매필터에 첨가하기 위한 탈질용 촉매는 230 °C이하의 온도조건에서 탈질성능을 가지도록 소수성 제올라이트 분말을 지지체로 사용하였으며, 바나듐과 망간이 혼합된 금속산화물을 함침법에 의해서 지지체의 표면에 담지하였다. 일반적으로 촉매필터의 제조는 부직포로 이루어진 여과필터의 표면에 딥코팅이나 스프레이코팅에 의한 방법이 주로 사용되지만, 소수성인 PTFE계 섬유상에는 수용액 기반의 촉매 전구체의 코팅이 불가능하며, 알코올계 용매를 사용하는 경우에는 휘발성 유기화합물의 발생을 초래하는 등의 문제가 발생된다. 본 연구에서는 고분자 섬유의 제조과정에서 촉매 분말을 첨가하므로써 이와 같은 문제를 해결하였으며, 저온 탈질이 가능하여 집진과 동시에 SNCR 후단의 저농도 질소산화물을 제거하여 연소 배가스 중의 질소산화물의 농도를 저감할 수 있는 효과를 얻었다. 또한 촉매필터의 고질적 문제라고 할 수 있는 역세정과정에서 촉매입자의 탈리현상도 개선할 수 있었다.

참고문헌

1. Park, Y.-O., Lee, K.-W. and Rhee Y.-W.: "Removal characteristics of nitrogen oxide of high temperature catalytic filter for simultaneous removal of fine particulate and NOx," J. Ind. & Eng. Chem., **15**, 36-39 (2009).
2. Abubakar, A., Li, C., Huangfu, L., Gao, S. and Yu, J.: "Simultaneous removal of particulates and NO by the catalytic bag filter containing V2O5-MoO3/TiO2," Korean J. Chem. Eng., **37**(4), 633-640 (2020).

다단 습식 스크러버 동시 탈질 및 탈황 특성에 대한 전산해석 연구

정이제¹, 김강민¹, 김민우¹, 이병화¹, 전충환^{1*}, 이영주², 이강산², 윤형철², 박준수², 최영찬², 최종원²

¹부산대학교 ²한국에너지기술연구원

Computational analysis study on simultaneous denitrification and desulfurization characteristics in multi-stage wet scrubber

Yi-Jie Zeng¹, Kang-Min Kim¹, Min-Woo Kim¹, Byoung-Hwa Lee¹, Chung-Hwan Jeon^{1*}, Young-Joo Lee², Kang-San Lee², Hyung-Chul Yoon², Jun-Su Park², Young-Chan Choi², Jong-Won Choi²

¹Pusan National University

²Korea Institute of Energy Research

화석 연료를 사용하여 배출되는 오염 물질(NO, SO₂ 등)은 심각한 대기 오염 문제를 일으키고 있다. 단일 오염 물질 저감에 대한 연구를 많이 진행되어 있는 반면에 동시저감 기술에 대한 연구는 많이 진행되어 있지 않다. 본 연구는 lab-scale 다단 습식 스크러버를 대상으로 NO와 SO₂를 동시저감에 대한 전산해석을 진행하였으며, Eulerian-Lagrangian 기법을 사용하여 기체-액체의 열, 모멘텀, 물질 전달을 모사하였다. SO₂는 물에 잘 용해되는 반면, NO는 물에 쉽게 용해되지 않는다. 따라서 본 연구에서는 Fe(II)EDTA 수용액을 사용하여 SO₂ 뿐만 아니라 NO를 직접 포집하였다. Two film model을 통해 오염 물질을 용액에서 확산 속도를 계산하여 최종 동시저감 효율을 도출하였다. 이러한 화학 반응은 UDF(User-defined function) 코드로 통해 계산을 진행하였다. 또한, 전산해석 결과와 실험 결과를 비교하여 검증하였으며, 동시저감 효율에 대한 오차는 5% 이내로 나타났다. 이에 따라 본 연구에서 기술된 전산해석 방법을 사용하여 다단 습식 스크러버에서 동시 탈질 및 탈황 효율을 예측할 수 있었으며, 향후 full-scale 스크러버의 운전 효율 개선 등에서 적용 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Qu, J. Y., Qi, N. N., Zhang, K., Li, L. F., Wang, P. C., Wet flue gas desulfurization performance of 330 MW coal-fired power unit based on computational fluid dynamics region identification of flow pattern and transfer process, Chinese Journal of Chemical Engineering 29, 13-26 (2021).

CT-F06

폐플라스틱 열화학적 재활용을 위한 황/염소 성분 제거

강석환¹, 김진호¹, 김현지¹, 김지현¹, 이다혜¹, 강태진¹, 이수철², 장치승³

¹고등기술연구원, ²경북대학교, ³㈜대한실업

Sulfur/Chlorine removal for thermo-chemical recycling of waste plastics

Suk-Hwan Kang^{1*}, Jin-ho Kim¹, Hyunji Kim¹, Ji-hyeon Kim¹, Dahye Lee¹, Tae-Jin Kang¹, Soo-Chool Lee², Chiseung Jang³

¹Institute for Advanced Engineering (IAE), ²Kyungpook National University, ³Daehan corporation

최근 코로나19로 유발된 비대면 생활방식 정착으로 배달 및 온라인 거래가 늘어 포장용기와 비닐봉투 등 플라스틱 수요가 급격히 증가함. 폐플라스틱의 발생량 대비 처리시설의 부족으로 재활용하지 못하는 플라스틱 폐기물의 누적량이 급격히 증가하여 사회적 문제가 되고 있다. 이러한 폐플라스틱들은 동일한 화학종 별로 선별된 폐플라스틱을 물리적 처리 후 재생 플라스틱 제품을 생산하기 위한 원료로 사용하거나, 열분해 유화 공정을 통해 에너지 자원으로 재활용되고 있다. 폐플라스틱의 활용방안으로 부각되고 있는 열분해 기술은 저유가와 활용처의 부재로 인해 열분해유의 소비처 감소 문제점으로 활용 폭이 제한되었다. 이러한 문제점을 해결하고 폐자원을 이용한 에너지 생산 및 활용 확대라는 측면에서 새로운 에너지원 전환 기술 개발과 원료·연료화 기술 개발이 필요하며, 이를 위해 열분해유에 함유된 황과 염소성분의 제거는 반드시 수행되어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 이와 관련된 다양한 제거 기술에 대한 동향과 실험결과에 대해 소개하고자 한다.

특별세션 I

한국생산기술연구원 친환경재료공정연구그룹

9월 22일(목) 09:30 - 11:30

메종 글래드 아메티스트 II 홀 (Amethyst II)

청정기술을 위한 압출방식 알루미늄 3D 프린팅 기술개발

Material Extrusion Al₂O₃ 3D Printing for Clean Technology

고종완^{1*}, 하정홍¹, 김동현¹, 김충수¹

¹한국생산기술연구원, 3D 프린팅 제조공정센터

최근, 컴퓨터 기반 디자인과 시뮬레이션 기술 발전에 힘입어 3D 프린팅 기술이 비약적으로 발전해오고 있다. 항공, 우주, 군사 분야에는 단종부품, 개발품 제작 등에 3D 프린팅 기술이 제조기술의 하나로 자리 잡았다. 그리고 자동차, 가전, 전자기기, 의료 분야에서도 시제품의 제작이나 개인 맞춤형 디자인의 구현에 있어 3D 프린팅 기술 적용이 확대되고 있다.

금속이나 고분자를 이용한 3D 프린팅 기술은 기존의 제조 공정의 한계를 넘어서는 사례를 보여주며, 기존의 제조 공정을 일부 혹은 전체를 대체하기 위한 움직임이 있다. 반면에 세라믹을 이용한 3D 프린팅 기술은 세라믹이 가지고 있는 내재적인 특성(고온소결성, 내마모성, 구형입자형성의 어려움 등)으로 인해 그 발전 속도가 금속이나 고분자를 이용한 3D 프린팅 기술에 비해 느린 실정이다. 본 발표에서는 세라믹 3D 프린팅 기술 현재와 연구개발 동향 고찰을 통해 앞으로의 세라믹 3D 프린팅 기술 개발 전망을 제시하고자 한다. 또한 최근의 개발 중인 세라믹 3D 프린팅 원천소재-공정-장비 기술과 기존의 압출방식 3D 프린터를 활용한 세라믹 3D 프린팅 소재-공정 기술에 대한 소개하고자 한다. 원천소재-공정-장비 개발을 통해 기존의 세라믹 3D 프린팅과 달리 광중합 고분자가 없이 3D 프린팅이 가능한 공정을 제시하고 압출방식을 이용한 3D 프린팅 기술을 통해서 낮은 소결 수축율을 가지는 세라믹 3D 프린팅 소재에 대한 연구개발 가능성을 보여주고자 한다.

참고문헌

1. Ko, J. W. et al. , "Material extrusion for ceramic additive manufacturing with polymer-free ceramic precursor binder," *Mater. Des.*, 221, 110930 (2022).

Role of Polyvinyl Alcohol (PVA) as a Binder for Direct Ink Writing of TiO₂ Paste

Ye Eun Kim^{1,2}, Jae Ho Baek¹ and Man Sig Lee^{1,3 *}

¹Ulsan Division, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

²Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University

³Department of Green Process and System Engineering, University of Science and Technology (UST)

The interest in three-dimensional (3D) printing has given rise to fabricate the complex ceramic structures and personalized design for various applications such as electrodes, catalysts, and adsorbents. Among the numerous 3D printing methods, direct ink writing (DIW) is regarded as a convenient method for extruding of ceramic based paste. The major concern in fabrication of hierarchically ordered materials through DIW is the difficulty of the homogeneity of components and brittleness of the 3D printed structures. Recent studies reported the 3D printed ceramic monoliths using polyvinyl-pyrrolidone (PVP), polyethylene glycol (PEG), polyacrylic acid (PAA), and acrylonitrile butadiene styrene (ABS) as binders to overcome these problems. Herein, we carried out the preparation of TiO₂ paste using polyvinyl alcohol (PVA) as a binder and sacrificial template for DIW to stabilize TiO₂ nanoparticles and modulate the rheological properties. At first, we prepared the paste by mixing TiO₂ as a main component, PVA as a binder, and a few amount of acrylic resin based dispersant. The physicochemical and rheological properties of the paste were analyzed by FT-IR, TGA, rotational rheometer, and FE-SEM. Extrudability test was conducted on the laboratory DIW equipped with nozzle diameter of 0.34 mm and then the compressive strength of the extruded samples were also analyzed after debinding and sintering processes. This work showed the introduction of PVA reduced the agglomeration of TiO₂ nanoparticles and shape deformation.

CT-G03

Additive manufactured SCR catalyst by coating ceramic support from powder bed 3D-print

Bora Jeong¹, Hong-Dae Kim^{*1}

¹*Green Materials and Processes R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology, Ulsan, Republic of Korea*

A technology has been advanced over the past few decades, and fossil fuel consumption has naturally increased. Thereby, regulations have been tightened in the environmental fields. Among the various products to fulfill the regulations, selective catalytic reduction (SCR) catalysts are generally adopted with product shapes having plate, honeycomb, and corrugated type. Although its strength for durability is importantly considered with specific surface area because gas-phase catalytic reaction occurs on the surface of catalysts, the existing products have a limit to simultaneously meet. Introduction of 3D-printing technology can solve these problems by manufacturing outputs with prominent strength and complex shape. In this study, ceramic supports for SCR were manufactured by powder bed 3D-print accompanying with wash coating. The ceramic supports consisting of SiO₂ and C12A7 have size of 0.5 and 1.0 inch. Inner wall thickness was minimized to increase the specific surface area, and conditions of SCR slurry for wash coating was optimized to improve the strength. Finally, strength was measured on universal testing machine, and catalytic performances were evaluated.

적층성형 중자를 적용한 자동차용 중공 Knuckle의 차압 주조성형

박진영*, 윤필환, 강호정¹, 이규훈, 오성효¹

한국생산기술연구원 첨단정형공정 R&D그룹, ¹부산대학교 재료공학부

Fabrication of Automotive Hollow Knuckle by Counter Pressure Casting with Core based on Additive Manufacturing Method

Jin-young Park*, Pil-hwan Yoon, Ho-jung Kang¹, Gyu-heun Lee, Seong-hyo Oh¹

Advanced Forming Process R&D group, Korea Institute of Industrial Technology, Ulsan 44776, Korea

¹Department of Material Science and Engineering, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

최근 주조공법을 적용한 자동차 사시부품의 내부 중공화를 통한 경량화에 관심이 높아지고 있다. 차압조는 용탕의 층류충전을 통한 최종 주조품의 내부 가스결함을 방지하여 주조품의 기계적특성을 향상시킬 수 있는 장점이 있으나, 주조기의 구조상 챔버내에서 중자와 용탕의 반응으로 인한 내부가스가 효율적으로 빠져나가지 못해 주조품의 중공주조에는 어려움이 있어왔다. 본 연구에서는 차압주조 공정에서 주조품의 중공화 가능성을 평가하기 위해서 적층성형에 의한 중자를 제조, 장착하고, 반응가스 제어를 위한 보온로 감압 방식의 차압 성형을 시도하였다. 중공화를 위한 중자는 모래입자 190um, 적층성형법은 binder jet형식(해상도:300dpi)을 이용하여 제조하였고, 비교재로 기존의 샌드 코어공정(isocure cold box공법)을 통해 중자를 성형하여 비교하였다. 적용된 중자형상은 차압주조공정 시뮬레이션을 통해서 용탕 충전성과 냉각능 개선을 반영하여 최적화하였고, 중자 중공도를 0%, 30%, 50%로 각각 제조하였다. 제조된 중자에 대해 차압주조공정을 적용하여 시제품을 제조한 후 내부 가스량, CT분석 및 기계적특성을 분석한 결과, 중자의 중공도가 증가함에 따른 시제품 내 가스량은 감소하는 경향을 나타내었으며, 중공도 50%에서는 충전 시 부분 쇠락이 발생하여 주조품의 미성형이 발생하였으나, 30%에서는 미성형이 없고, 기존 비교재 대비 기계적 특성 저하가 나타나지 않아, 적층 성형한 중자를 적용해서 0.5m급의 중공 knuckle 차압주조 성형 가능성을 확인하였다.

Preparation of Ceramic and Photo-curable Polyurethane Acrylate Hybrids and Their Dielectric Properties

Semi Han¹, In-Park^{1,2}, and Baek-Jin Kim^{1,2}

¹Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

²UST (University of Science and Technology)

Dielectric materials are being applied in a variety of industries and used as electrical insulators in capacitors such as semiconductor devices. Polymer materials for electric capacitors are getting more attention due to their superior processability, flexibility, and chemical resistance compared to inorganic materials. In this study, BPA and polytetramethylene ether glycol (PTMG) with different molar ratios of polyurethane acrylate (PUA) with high dielectric constant were successfully synthesized^{1,2}. Two different polymerization methods were employed, in which each reactant was added stepwise and all monomers were added at once. In particular, the sequentially synthesized PUA was qualitatively analyzed step by step through FT-IR and quantitatively analyzed through ¹H-NMR. And the degree of polymerization was confirmed using high-temperature GPC. In order to increase the dielectric constant, inorganic particles such as alumina, barium titanate were used for PUAs of 5wt% and 10wt% respectively. Finally, the photo-curing behavior of PUAs were investigated through photo-DSC and UV-IR curing systems.

Reference

1. Tey, J. N., Soutar, A. M., Mhaisalkar, S. G., Yu, H., & Hew, K. M. (2006). "Mechanical properties of UV-curable polyurethane acrylate used in packaging of MEMS devices", *Thin Solid Films*, 504(1–2), pp. 384–390
2. Hansen, A., Renner, M., Griesbeck, A. G., & Büsgen, T. (2020). "From 3D to 4D printing: A reactor for photochemical experiments using hybrid polyurethane acrylates for vat-based polymerization and surface functionalization", *Chemical Communications*, 56(96), pp. 15161–15164

세라믹 3D 프린팅 슬러리 제조를 위한 나노 분말 표면처리공정 연구

안치성*, 장규봉, 전재은

한국생산기술연구원

A Study on the Nanopowder Surface Treatment Process for the Preparation of Ceramic 3D Printing Slurry

Chisung Ahn*, Kyubong Jang, Jaecun Jeon

Korea Institute of Industrial Technology

세라믹 3D 프린팅 공정은 세라믹-고분자 혼합 형태의 슬러리가 주로 사용되는데, 출력 결과물의 탈지 및 소결을 위한 열처리 후공정 진행 시 수축 및 변형으로 인한 품질 저하가 발생할 수 있다. 이러한 현상을 최소화하기 위한 방법 중 하나로 고분산/고밀도 슬러리 제조 공정이 중요한 기술적 요소로 작용하고 있는데 기존의 불밀 등을 활용한 물리적 공정법으로는 세라믹 분말 표면에 작용기를 형성하기 위해 오랜 시간이 소요되고, 분말 형상 변형이 발생할 수 있다는 단점이 있어 RM (Rapid Manufacturing) 체제를 효율적으로 구축하는 데에는 한계가 있다.

본 연구에서는 세라믹 분말 표면에 균일한 OH- (Hydroxyl Group) 작용기를 단시간 내에 형성하기 위해 플라즈마 기반의 회전형 챔버를 설계하였으며, 이를 활용하여 공정 조건별로 세라믹 분말 표면처리를 진행하였다. 50 mL의 DI water 용매에 10g의 세라믹 분말을 희석하였으며, 시간에 따른 침강 속도를 관찰하였다. 고분산/고밀도 슬러리를 제조하기 위한 플라즈마 공정 조건 (Power 및 압력)의 최적점이 존재하였으며, 특히 공정 시간의 경우 30분 이내로 확인되었다.

참고문헌

1. Wang, Y et al. "Advanced Materials for Additive Manufacturing" *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, 479, 012088 (2019).

격자 구조를 활용한 직접 광소결 적층 제조 공정 연구

박지용^{1*} 김경일¹

¹한국생산기술연구원

Additive manufacturing with lattice structures using optical sintering process

Jiyong Park^{1*} Kyungil Kim¹

¹Korea Institute of Industrial Technology

최근, 기존의 가공 방식으로는 구현이 불가능한 복잡형상을 해결하기 위한 방안으로 레이저의 직접 소결 방식을 활용한 다양한 방식의 3D프린팅 기술이 선보이고 있다. 특히, 격자 구조를 활용하게 될 경우, 무게 절감 및 부분별 기능강화가 가능하여 항공, 우주, 자동차 등 다양한 산업군에서 활용 사례가 늘어나고 있다. 따라서 본 연구에서는 이를 직접 구현할 수 있는 고속 정밀 직접 소결 방식 3D프린팅에 대해 소개하고, 금속 뿐 아니라 세라믹과 같은 구현이 어려운 부품 구현 가능성에 대해 핵심 기법, 기술 현황 등에 대해 소개하고자 한다. 또한, 산업 부품별 맞춤형 공정 기술에 대해 사례를 바탕으로 적용 가능성에 대해 논의하고자 한다.

참고문헌

1. Kirihara S., "Stereolithographic additive manufacturing of ceramic components with functionally modulated structures" *Open Ceramics*, **5**, 100068 (2021).
2. Grossin, D., Monton A., Navarrete-Segado P., Ozmen E., Urruth G., Maury F., Maury D., Frances C., Tourbin M., Lenormand P. and Bertrand G., "A review of additive manufacturing of ceramics by powder bed selective laser processing (sintering / melting): Calcium phosphate, silicon carbide, zirconia, alumina, and their composites" *Open Ceramics*, **5**, 100073 (2021).
3. Park, S. J., Lee, J. H., Yang, J., Heogh, W., Kang, D., Yeon, S. M., Kim, S. H., Hong, S., Son, Y., Park, J.* , "Lightweight injection mold using additively manufactured Ti-6Al-4V lattice structures" *Journal of Manufacturing Processes*, **79**, 759 (2022).

특별세션 II

한국생산기술연구원 친환경재료공정연구그룹

9월 22일(목) 13:00 - 14:40

메종 글래드 아메티스트 II 홀 (Amethyst II)

Effect of hydrophobic coated polymeric HFMCs for CO₂ capture

S. Kim^{1*} and H. J. Lee^{1,2}

1. Korea Institute of Industrial Technology, 2. University of Ulsan

Hollow fiber membrane contactor (HFMC) is one of the most effective method for carbon dioxide capture due to their superior surface area between the absorbent liquid and the treated gases. Polymeric hollow fiber membrane contactor has superior performance in selective removal of CO₂ in treated gases. However, it has a limitation in long-term operation due to the wetting phenomenon. When membrane wetting occurs, absorbent liquid penetrates in to the gas phase. Then CO₂ removal efficiency drop rapidly and cannot sustain CO₂ removal performance. To overcome the limitation in polymer hollow fiber membrane contactor, we applied perfluoroether(PFE) grafted silane (KY-164, Shin-Etsu) coating on the PP hollow fiber membranes to increase surface hydrophobicity. Effect of hydrophobic coated HFMC(Hollow fiber membrane contactor) on the CO₂ capture performance was tested by performing over 600 hours long-term tests. Enhanced hydrophobic nature by PFE coating was investigated with Contact angle measurement. And components of the super-hydrophobic layers were identified by FT-IR spectra and XPS analysis, EDS.

References

1. Yuexia Lu et al, "Fabrication and characterization of superhydrophobic polypropylene hollow fiber membranes for carbon dioxide absorption," *Appl. Energy*. 90, 167-174 (2012).
2. David deMontigny et al, "Using polypropylene and polytetrafluoroethylene membranes in a membrane contactor for CO₂ absorption. *Membr. Sci.* 277, 99- 107 (2006).
3. Jian-Gang Lu et al, "Wetting mechanism in mass transfer process of hydrophobic membrane gas absorption *J. Membr. Sci.* 308, 180- 190 (2008).

탄소중립을 위한 전과정평가 적용 사례

김경호¹, 배민아^{1,2}, 백재호^{1,*}

¹ 한국생산기술연구원, ² 부산대학교

탄소중립은 개인, 기업 등에서 배출한 이산화탄소를 흡수해 실질적인 배출량을 0(Zero)으로 만드는 것을 말한다. 우리나라는 2021년 10월 탄소중립목표 최종안을 발표하였고 2030년까지 온실가스 배출량을 2018년 대비 40% 감축하고 2050년에는 순배출량 0을 달성하겠다는 목표를 확정하였다. 그러나 온실가스는 발전소나 소각로 등의 굴뚝으로 배출되는 이산화탄소 뿐만 아니라 전기 생산이나 화학 물질 제조 등의 과정에서 사용하는 에너지, 원료, 용수 등에 의해 발생할 수 있다. 전과정평가는 제품이나 서비스의 전과정, 즉, 원료 채취, 제품 제조, 사용 및 폐기 과정에서 발생하는 환경영향을 평가하는 도구이다[1]. 온실가스 배출량에 대한 평가는 전과정평가를 이용해 굴뚝으로 배출되는 것 뿐만 아니라 제품 제조 과정에서 발생하는 온실가스를 정량화하여 객관적인 자료 제시가 필요하다. 전과정평가를 통해 현재 배출되는 온실가스의 양을 정확히 파악한 후 어떻게 줄일 것인지 방법을 제시할 수 있다. 본 연구에서는 다양한 전과정평가 적용 사례를 통해 온실가스 배출량을 평가하는 방법을 확인하였다. 우선 재활용 분야에서는 휴대폰 충전기를 만드는 과정에서 신재와 재생 플라스틱을 사용했을 때의 환경영향[2] 분석에 적용 가능하고 탈황 폐촉매에서 금속을 회수하는 재활용 기술[3]도 전과정평가를 통해 분석할 수 있다. 그리고 문진석 등[4]은 도로건설공사 중 시공단계에 대한 환경영향을 분석하여 주요 자재별 환경영향을 평가하였고 김민겸 등[5]은 TiN-Zr 수소분리막 제조 공정에 대한 환경영향을 물질전과정평가를 통해 분석하였다. 김형석 등[6]은 에너지저장 시스템인 연료전지와 이차전지에 대한 환경성을 평가하고 에너지 효율을 분석하였다. 이와 같이 전과정평가는 제조, 시스템, 재활용 등 다양한 분야에 널리 사용되고 있으며, 탄소배출량 뿐만 아니라 환경성을 정량적으로 평가할 수 있는 방법 중 하나이다.

참고문헌

1. ISO 14001:2004, "Environmental management systems - Requirements with guidance for use", 2004
2. 허영재, 배대식, 오치영, 서영진, 이건모, "재생 플라스틱을 적용한 휴대폰 충전기 전과정평가", 대한환경공학회지, 39(12), 698-705 (2017)
3. 안중우, 박종진, "전과정평가를 통한 폐촉매 재활용 기술의 환경성 분석", 자원리사이클링, 27(1), 67-73 (2018)
4. 문진석, 주기범, 서명배, 강인석, "전과정평가기법에 의한 도로건설공사 환경부하량 평가 연구", 한국건설관 리학회 논문집, 15(6), 83-91 (2014)
5. 김민겸, 손종태, 홍태환, "물질전과정평가(MLCA)를 통한 TiN-Zr 수소분리막의 환경성 평가", 청정기술, 24(1), 9-14 (2018)
6. 김형석, 홍석진, 허탁, "연료전지 기반 에너지저장 시스템의 환경 전과정평가 및 에너지 효율성 분석", 한국 수소 및 신에너지학회 논문집, 28(2), 156-165 (2017)

이산화탄소 자원화 규제자유특구 실증사업 적용을 위한 슬래그 기반 광물탄산화 기술 개발

박현식^{1,*}, 손주희^{1,2}, 강조홍^{1,2}, 황선엽¹, 송호준¹

¹한국생산기술연구원, ²연세대학교

Development of slag-based mineral carbonation technology for the application of the Carbon Dioxide Upcycling Regulation Free Special Zone Demonstration project

Hyun Sic Park^{1,*}, Johong Kang^{1,3}, Sun Yup Hwang¹ and Hojun Song¹

¹Korea Institute of Industrial Technology, ²Yonsei University

이산화탄소 포집 및 저장, 활용(CCUS) 기술은 전 세계적으로 시장이 활성화되기 시작하는 단계로 글로벌 CCUS 시장은 2021년에서 2026년까지 연평균 15.0%(CAGR)로 성장 중이다. CCUS는 저장(CCS)부문과 활용(CCU)부문으로 분류하며, CCU 기술 중 대규모 저장소 확보가 불필요하며 부산물을 원료로 사용할 경우 자원절감 효과 등의 경제적 이득을 취할 수 있는 광물탄산화 기술은 2030년 상용화 가능 기술군 중 하나로 기술수요 및 기업의 관심도가 높아지는 추세이다. 하지만, 산업현장에서 배출되는 이산화탄소를 포집하여 화학제품의 형태로 제조하게 되면 폐기물로 분류되어 폐기물재활용업을 득하지 않을 경우 재활용이 불가하다는 규제가 존재한다. 울산은 이러한 규제를 해소하기 위해 15개의 기업과 기관이 모여 '20년 11월, 제4차 이산화탄소 자원화 규제자유특구로 지정받아 기술의 상용화 및 사업화를 위해 앞장서고 있다. 총 212억원의 사업비를 통해 산업부산물 내 Ca 원료를 기반으로 울산 내 소각장에서 배출되는 이산화탄소를 탄산칼슘의 형태로 제조, 건설소재 및 화학소재의 2차 제품에 적용하는 실증사업을 추진 중에 있다. 한국생산기술연구원은 본 사업의 총괄주관 역할 및 화학소재 2차 제품 적용을 위한 간접탄산화 및 산업부산물 기반 고순도 탄산칼슘 제조 연구를 수행중이다. 본 발표에서는 이산화탄소 자원화 특구사업의 소개와 함께 Ca 원료 확보를 위한 산업부산물 별 사업화 적용 가능성 및 고순도 탄산칼슘 생성을 통한 화학소재 2차 제품 적용 가능성에 대해 논의해 보고자 한다.

참고문헌

1. BBC Research, Carbon Capture, Utilization & Storage Technologies, (2022).
2. Wang, J., Zhong, M., Wu, P., Wen, S., Huang, L., & Ning, P., "A review of the Application of Steel Slag in CO₂ Fixation," Chem. Bio. Eng. Reviews., 8(3), 189-199, (2021)
3. Eloneva, S., Teir, S., Salminen, J., Fogelholm, C. J., & Zevenhoven, R., "Fixation of CO₂ by carbonating calcium derived from blast furnace slag," Energy., 33(9), 1461-1467 (2008)
4. Kodama, S., Nishimoto, T., Yamamoto, N., Yogo, K., & Yamada, K., "Development of a new pH-swing CO₂ mineralization process with recyclable reaction solution," Energy., 33(5), 776-784 (2008)
5. Son, M., Kim, G., Han, K., Lee, M. W., & Lim, J. T., "Development Status and Research Direction in the Mineral Carbonation Technology Using Steel Slag," Korean Chem. Eng. Res., 55(2), 141-155 (2017)
6. Lee, Y. H., Lee, S. H., Hwang, I. H., Choi, S. Y., Lee, S. M., & Kim, S. S., "A Study on the Calcium Ion Extraction for PCC Production," Korean Chem. Eng., 29(1), 43-48 (2018)

CT-H04

Multi-objective optimization of CO₂ emission and process efficiency for on-site hydrogen production process using hybrid DNN model

Jaewon Lee¹, Seokyoung Hong², Hyungtae Cho¹ and Junghwan Kim^{1,*}

Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Yonsei University ¹
Green Materials & Processes Group, Korea Institute of Industrial Technology ²

Hydrogen energy source is in the spotlight because it will play an essential role in a carbon-neutral society. However, the production pathway of green hydrogen has not yet been sufficiently developed and commercialized due to technical and economic aspects. Therefore, it is crucial to improve the existing process to produce and supply sufficient hydrogen until the ultimate green hydrogen society era arrives. Therefore, a multi-objective optimization was performed taking into account both process efficiency and CO₂ emissions. A hybrid DNN model has been developed, consisting of operational and simulated DNN models. A Pareto optimal solution was found using a multi-objective particle swarm optimization algorithm. An optimal solution shows a process efficiency distribution of 77.5-87.0% and a CO₂ emission of 577.9-597.6 t/y. This work provides insight into efficient and flexible process operation according to different requirements.

특별세션 III

한국생산기술연구원 친환경재료공정연구그룹

9월 22일(목) 15:30 - 16:20

메종 글래드 아메티스트 II 홀 (Amethyst II)

Multiscale Material Screening for Ammonia-based Green Hydrogen Separation

Seongbin Ga¹, Nahyeon An¹, Gi Yeol Lee³, Hyungtae Cho¹, Boram Gu^{2*} and Junghwan Kim^{1*}

Korea Institute of Industrial Technology,¹
Chonnam National University,²
Konkuk University³

Although ammonia is capturing global attention as a hydrogen carrier connecting the future hydrogen networks, the separation technologies for ammonia-based hydrogen have not been intensely debated. As the options for ammonia-based hydrogen separation, pressure swing adsorption (PSA) and membrane processes are two of the most favorable options. Since the performances of both separation options depend critically on the material properties used in those processes, various materials have been suggested for different applications, but the materials for the ammonia-based H₂ separation have rarely been proposed. Therefore, to discover the materials best performing in PSA and membrane processes, this study explored hundreds of adsorbent and membrane materials. For the evaluation of the materials, this study established a multiscale approach, which includes molecular and process simulations. By correlating the molecular-scale properties to the process-scale performances, the multiscale approach evaluated the materials considering the green hydrogen separation operation. Finally, this study eventually provides the list of the best materials both for a PSA process and for the membrane process, respectively. This work may provide the other researchers with valuable information about what types of adsorbent and membrane materials they need to focus on.

다양한 폭발성 폐기물 소각 시 발생하는 오염물질 배출 저감을 위한 공정 최적화 프레임워크 개발

조성현, 조형태, 김정환*

한국생산기술연구원

폭발성 폐기물은 다른 폐기물보다 처리하기 까다롭고 소각 시 다량의 질소 산화물(NOx)이 발생한다는 특징이 있다. 현재에는 안전상의 이유로 폭발성 폐기물 소각을 위해 매우 넓은 공간을 사용하고 있으며, 소각 환경의 불안정성으로 인해 고농도의 질소산화물을 배출하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 폭발성 폐기물을 안전하고 깨끗하게 소각하기 위해 대표적 폭발성 폐기물인 TNT(trinitrotoluene)를 유동층 반응기를 통해 소각하는 방법을 고안하였으며 최근까지 artificial neural network(ANN) surrogate model을 이용한 최적화와 같은 폭발성 폐기물을 효율적으로 처리하기 위한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 이처럼 TNT에 관해서는 충분한 연구가 이루어졌으므로 얻어진 소각 공정 조건을 RDX(hexogen), HMX(octogen)와 같은 다른 폭발성 폐기물 소각에도 적용한 결과, NOx 배출량은 TNT의 2 ~ 4배 수준이었으며, 몇몇 경우에는 대한민국 기준치인 90 ppm을 크게 초과하였다. 이는 폭발성 폐기물들이 열량, 밀도, 반응속도 등 특성이 다르기 때문에 각 폭발성 물질 별 최적의 운전 조건이 달라지기 때문이다. 이 문제를 해결하기 위해 이전 연구 방법인 ANN surrogate modeling 방법을 사용한다면 각 폭발성 폐기물 별 새로운 모델링을 수행해야 하며 이에 매우 오랜 시간이 소모되므로 비효율적이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 각 폭발성 폐기물의 개별적인 최적화 모델을 만드는 것이 아닌 모든 폭발성 폐기물에 통용될 수 있는 프레임워크의 개발을 수행하였다. 그 과정은 다음과 같다.

1) 대표적인 폭발성 폐기물 10종을 선정하여 소각 반응에 영향을 줄 수 있는 폭발성 물질들의 TNT equivalent, 밀도, 반응속도, 폭발 속도(detonation velocity), 그리고 활성화에너지와 같은 핵심 특성변수(features)들을 선정하였다. 2) 폭발성 폐기물 10종 중 5종에 대해 다양한 조건의 시뮬레이션을 실시하여 각 폭발성 폐기물의 공정 조건에 대한 충분한 NOx 배출량 데이터 및 공정비용 데이터를 준비하였다. 3) 얻어진 결과를 6:2:2 비율로 training, validation, test를 위해 나누었다. 4) 기존 ANN surrogate modeling 방법이 아닌 deep neural network(DNN) 방식을 통해 프레임워크를 구성하여 결과를 얻을 수 있게 하였다.

얻어진 프레임워크를 모델링에 사용된 폭발성 폐기물 5종에 test를 수행한 결과, 오차(error rate)는 1 % 정도로 매우 정확한 프레임워크를 얻을 수 있게 되었다. 또한 이들에 대해 배출되는 NOx 농도와 공정비용에 대해 multi-objective optimization을 수행한 결과 이전 TNT의 연구결과와 비슷한 정도의 NOx 배출 농도를 달성할 수 있었다. 나아가, 프레임워크 모델링에 사용하지 않은 폭발성 폐기물 5종에 대해서도 최적화를 수행한 결과, 그 결과의 오차는 3 % 로 정확도는 조금 낮았지만 이 또한 충분히 정확하다고 평가되었다. 본 연구는 다양한 폭발성 폐기물을 효율적으로 최적화할 수 있는 프레임워크를 개발하였다는 것에 의미가 있다. 위 언급한 10종의 폭발성 폐기물 뿐 만 아니라 다른 폭발성폐기물 소각에도 특성변수만 있다면 최적화를 수행할 수 있다는 것이 고무적이다. 본 연구는 추후 폭발성 폐기물 소각을 깨끗하고 그 비용을 절약할 수 있는데 활용될 수 있을 것이다.

오염저감

(구두발표)

9월 22일(목) 09:30 - 11:10

메종 글래드 사파이어 홀 (Sapphire)

Cr/Ni/Cu로 도금된 폐 ABS수지로부터 유가금속 및 수지 회수

구수진

한국폴리텍대학

Valuable metals and Resin recovery from waste ABS resin plated with Cr/Ni/Cu

Su-Jin Koo

Korea Polytechnic

ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene)수지는 단단하고 강하며 내열성이 우수한 공업용 플라스틱의 한 종류이다. ABS수지는 니켈(Ni), 크롬(Cr) 등의 금속성분 도금이 가능하여 메탈라이즈 플라스틱으로 점차 사용량이 증가하고 있다. 특히 도금된 ABS수지는 장시간동안 광택을 잃지 않고 내마모성이 우수하여 가전제품, 사무용품, 배관 및 자동차부품 등으로 폭넓게 사용되고 있다. 그러나 도금공정에서 발생하는 불량품과 도금된 폐 ABS수지는 재활용되지 않고 전량 동남아, 중국 등으로 수출되고 있는 실정이다. 최근 중국이 국내 환경보호를 빌미로 폐 ABS수지의 수입을 전면 중단하고 있어 폐 ABS수지 처리과정에서 온실가스 배출량 증가, 토양 및 해양오염 등 환경부담이 증가하고 있다. 본 연구에서는 도금된 폐 ABS수지의 친환경적이고 경제적인 재활용공정을 개발하기 위하여 강한 산화력과 반응성이 우수하며 다양한 금속의 식각에 사용되고 있는 염화 제2철용액과 염산 혼합용액을 이용하여 식각에 의한 크롬(Cr)은 금속성분으로 박리하여 ABS수지와 함께 회수하고, 염화물 형태로 존재하는 구리(Cu), 니켈(Ni)은 철(Fe)분말에 의한 치환반응을 이용 구리(Cu)를 회수하였다. 잔존하는 철(Fe)과 니켈(Ni)은 페로니켈(Fe-Ni)로 회수하고, 폐수는 공정수로 재 사용하는 공정을 개발하였다.

참고문헌

1. Deok-Sun Yoon et al., "Studies on the Ferric Chloride Etching of Shadow Masks", J. of Korean Inst. of Chemical Engineers, 38(3), 393-397(2000)

CT-I03

DME carbonylation 반응 후 ferrierite 촉매의 재생에 재생 온도 및 temperature ramping rate가 미치는 영향

성우창¹, 김준영¹, 이동현^{1,*}

¹성균관대학교

A study on the effects of a regeneration temperature and temperature ramping rate to ferrierite after DME carbonylation reaction

Woo Chang Sung¹, Jun Young Kim¹, Dong Hyun Lee^{1,*}

¹Sungkyunkwan University

본 연구에서는 dimethyl ether (DME)를 methyl acetate (MA) 전환에 사용된 촉매의 재생에 temperature ramping rate와 regeneration temperature가 촉매 재생률에 미치는 영향에 대해 확인하였다. DME에서 MA로 전환되는 반응 (DME carbonylation to MA)는 spray-dried ferrierite (FER) zeolite type의 촉매 ($d_p = 51.2 \mu\text{m}$, $\rho_s = 1029 \text{ kg/m}^3$)가 사용되었다. 사용된 반응기의 내경은 0.0243 m 이고 높이는 0.5 m 이다. 유동층 내에서 압력 = 50 bar, 온도 = 240°C, 반응 gas volume fraction 은 각각 CO/DME/N₂ = 0.2/0.01/0.79, 공간 속도 = 1250 L/kg_{cat}/h 의 조건으로 반응이 진행된 촉매의 재생을 진행하였다. 촉매의 재생은 공간속도 = 1000 L/kg_{cat}/h, 압력 = 50 bar 그리고 gas는 air를 사용하였고, 온도는 300-600°C, temperature ramping rate는 1-50°C/min 으로 변경해가며 재생실험을 진행하였다. 실험 결과 온도를 500°C 로 고정하고 temperature ramping rate를 바꾼 경우, temperature ramping rate가 증가함에 따라서 재생률이 크게 감소하여 temperature ramping rate가 1°C/min 인 경우 91% 의 재생률이 얻어졌으나 temperature ramping rate가 10°C/min 이상인 경우에는 재생률이 60% 정도밖에 되지 않는 것을 확인하였다. 한편 regeneration temperature를 300-600°C 까지 변경해가며 확인해본 결과, 600°C에서는 재생률이 32% 에 불과하였으나, regeneration 온도가 400°C인 경우 재생률이 99% 이상임을 확인하였다.

전기산화를 이용한 하수처리장 악취 제거

이태호, 양한규, 류희욱

송실대학교, 화학공학과

Removal of Odorous Air Pollutants from Wastewater Treatment Plant by using electrolytic oxidation ; Laboratory & Field Scale

Tae Ho Lee, Han Kyu Yang, Hee Wook Ryu

Department of Chemical Engineering, Soongsil University, SEOUL, KOREA

현대 생활에서 발생하는 많은 환경오염물질이 발생하며 이를 처리하기 위해 하수/폐수/분뇨처리장, 사업장/음식물 폐기물 처리장 등 다양한 환경처리시설들이 대도시 인근에 많이 설치되고 예정되어 있다. 이러한 기초환경시설은 우리의 쾌적한 생활환경을 위해 필수적이긴 하지만, 그 반대 급부로 시설에서 발생하여 주변으로 확산되는 악취로 인해 많은 문제점과 민원이 증가하고 있다. 이러한 악취문제에 접근하는데 있어서 발생원에 따라 다양한 악취물질 분석이 이루어지고 이에 대응하는 여러 방지기술들이 제시되고 있다. 주요 악취원로서 하수처리장/분뇨처리장 등으로부터는 암모니아, 황화수소 등과 같은 잘 알려진 질소계 또는 황화합물질이 알려져 있으며, 음식물처리장의 경우 혐기발효에 의해 발생하는 유기산/알데히드류가 악취를 유발하는 것으로 알려져 있다. 이들 발생 악취물질을 제거 또는 저감하기 위한 기술로서 전통적인 수세정, 약액세정, 흡착, 바이오필터 등이 현장에 많이 적용되고 있으며 최근에는 이산화염소, 차아염소산 등의 산화제를 이용한 방지기술들도 적용되고 있다. 본 연구에서는 전기산화에 의해 악취물질을 제거할 수 있는 산화제(OCl₂)를 생산하고 악취물질과 반응하여 환원된 산화제를 재산화하여 반복재생하는 방법을 개발하였다. 이 전기산화 기술을 실험실규모의 반응기에 적용하여 유입되는 공기중의 암모니아, 황화수소, 그리고 황화합물들의 제거실험을 수행하였다. 그 결과, 실험 대상 악취물질들 대부분이 짧은 체류시간 조건에서도 95% 이상 제거됨을 알 수 있었다. 이들 결과로부터 얻어진 설계인자를 바탕으로 설치된 하수처리장 탈수기동 현장의 실제 규모 전해산화 흡수탑(400m³/min)에서 실제 발생하는 악취가스를 대상으로 제거실험을 수행하였다. 현장실험에서 전해산화에 의해 장시간 높은 제거성능을 유지할 수 있었으며 특히 추가적인 약품투여, 폐수발생, 흡착제 교체 등 기존의 기술에서의 유지관리비 및 2차 오염물질 발생이 거의 없는 친환경조건에서의 악취성 대기오염 물질 저감이 가능함을 실증할 수 있었다.

학생 발표 I

(구두발표)

9월 22일(목) 13:00 - 15:00

메종 글래드 사파이어 홀 (Sapphire)

Controlling defects in Zirconium Metal-Organic Framework UiO-66 and its Antibacterial Efficacy

Ik Ji Kim¹, Se-Eun Jeong², Seul Gi Cho²,
Jun Kyun Oh^{2*}, Hyuk Taek Kwon^{1*}

¹Department of Chemical Engineering, Kyong National University, Busan 48513, Korea

²Department of Polymer Science and Engineering, Dankook University, 152 Jukjeon-ro, Suji-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do 16890, Republic of Korea

In this contribution, a strong antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus epidermidis* of metal-organic framework UiO-66 is reported. The antibacterial resistance was developed by endowing hydrophobicity to UiO-66 via controlling defects: the less defective, the more hydrophobic. Defects were controlled by introducing competing monodentate ligands (e.g., acetic acid) or defect-capping agents (e.g., polydopamine) during synthesis. UiO-66, which was obtained with the defect-capping agent showed superhydrophobicity (contact angle: ca. 162°), significantly inhibiting bacterial attachment (≤ 1 (zero) CFU/mL).

A Rapid Synthesis of mixed ligand ZIF-8 analogue membranes for gas separation

Unji Kim, Hyuk Taek Kwon*

Department of Chemical Engineering, Kyong National University, Busan 48513, Korea

The mixed ligand approach[1] is one of effective routes to systematically fine-tune separation properties of metal organic frameworks (MOFs) by involving two or more ligands in a single framework. In this contribution, We attempt to synthesize mixed ligand ZIF-8 analogue membranes by adding 2, 4-dimethylimidazole (dmIm) into ZIF-8 (Zn²⁺/2-methylimidazole), aiming at adjusting molecular sieving properties of ZIF-8 membranes. We use the rapid thermal deposition (RTD) technique[2] to synthesize the mixed ligand ZIF-8 membrane, which enables rapid formation of well-intergrown MOF membranes in a relatively short time (minute scale) compared to conventional in-situ techniques (hour or day scale). Gradual addition of dmIm caused framework densification and decrease in pore aperture size, leading to noticeable improvement in molecular sieving efficiency of ZIF-8 membranes, accompanied by reduction in gas permeances. Detailed results will be presented. In addition, future plans, which enable further performance improvement, will be proposed.

참고문헌

1. Qin, J.; Yuan, S.; Wang, Q.; Alsalme, A. and Zhou, H.-C. J. Mater., “Mixed-linker strategy for the construction of multifunctional metal-organic frameworks”, J. Mater. Chem. A, 5, 4280 (2017)
2. Shah, M. N., Gonzalez, M. A., McCarthy, M. C. and Jeong, H. K., “An Unconventional Rapid Synthesis of High Performance Metal-Organic Framework Membranes”, Langmuir 29, 7896-7902 (2013)

Improving the Ionic Conductivity of Co-Doped Argyrodite Solid Electrolyte

Yeong Jun Choi¹, Sun-I Kim¹ and Duck Hyun Lee^{1, *}

Green Materials and Processes R & D Group, Korea Institute of Industrial Technology, Ulsan, Republic of Korea¹

Most lithium-ion batteries use liquid electrolytes that pose a structural risk of ignition and explosion. Replacing the liquid electrolyte with the solid electrolyte is expected to solve the current Li-ion battery problem. However, the ionic conductivity of the solid electrolyte is generally several orders of magnitude lower than that of the liquid electrolyte. Therefore, in order to be applied to a field requiring a high current rate, the development of the solid electrolyte having high ionic conductivity is required. In the solid electrolyte, Li-ion transport through the vacancy site is generated by ionic point defects in the crystal structure. The ionic conductivity is improved by increasing the vacancy site of Li-ion by substituting a cation having a radius similar to that of Li-ion, or by inducing the vacancy site of Li-ion by the formation of S/Cl site disorder through substitution of halogen element. In this study, elemental co-doping was introduced into the argyrodite solid electrolyte $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{Cl}$ and the ionic conductivity of the solid electrolyte was improved by replacing Li^+ with Al^{3+} cations and increasing the Cl content. The novel super Cl-rich composition $\text{Li}_{5.4}\text{Al}_{0.1}\text{PS}_{4.7}\text{Cl}_{1.3}$ sample has a low activation energy of 0.09 eV and high ionic conductivity of $7.29 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ at room temperature. This was more than 4.7 times higher than the ionic conductivity of $\text{Li}_6\text{PS}_5\text{Cl}$.

bi reforming of methane 촉매 설계를 위한 조합과 조성 추천 머신러닝 모델 개발

노지원^{1,2}, 박현도^{1,2}, 조형태¹, 노인수³*, 김정환¹*

¹한국생산기술연구원, ²연세대학교, ³서울과학기술대학교

Development of recommended machine learning models for components and composition of bi reforming of methane catalysts

Jiwon Roh^{1,2}, Hyundo Park^{1,2}, Hyungtae Cho¹, Insoo Ro^{3*} and Junghwan Kim^{1*}

¹Korea Institute of Industrial Technology,²Yonsei University,

³Seoul National University of Science and Technology

Bi-reforming of methane(BRM) 반응은 촉매의 코크스 형성을 비활성화하면서 CH₄와 CO₂를 전환하여 합성 가스를 생성할 수 있기 때문에 각광받고 있습니다[1]. BRM에 사용되는 촉매의 성능은 활성 금속, 지지체 및 촉진제의 선택에 따라서 향상시킬 수 있습니다[1]. 본 연구에서는 BRM 촉매 설계를 위한 스크리닝 과정에서 불필요한 시행착오로 인한 낭비를 줄이기 위해 조합과 조성에 대한 합리적인 추천이 가능하도록 머신 러닝 방법론으로 개발한 모델을 사용했습니다. 그러나 BRM 촉매의 경우 머신러닝 방법론을 적용하기에는 상대적으로 부족한 문헌 및 데이터가 도입장벽으로 작용했습니다. 이러한 어려움을 극복하기 위해 우리는 Dry reforming of methane과 Steam reforming of methane 촉매를 사용한 데이터를 source data로 사용하여 우수한 전환 성능이 예상되는 BRM 촉매를 권장하는 모델을 개발했습니다. 결과적으로 모델은 입력변수로 사용된 활성금속과 지지체 및 촉진제의 종류를 19에서 52로 확대시켜 결과를 예측할 수 있었습니다. 개발된 모델은 성능지표인 R²가 0.82 수준으로 나타났습니다. 또한 반응온도에 따른 전환을 비교할 수 있었습니다. 이 연구에서 제안한 모델은 촉매의 스크리닝 단계를 가속화하고 잠재력이 높은 촉매의 발견에 기여할 수 있습니다.

참고문헌

1. Kumar, N, Shojaee, M, and Spivey, J, "Catalytic bi-reforming of methane: from greenhouse gases to syngas", *Current Opinion in Chemical Engineering*, 9, 8-15 (2015).

Highly Selective Reduction of Oxalic acid to Glycolic acid using TiO₂ nanotubes

Sunmi Im, Yiseul Park*

Pukyong National University

Many studies have recently been attempted to convert CO₂ into valuable chemicals to reduce CO₂ emission and atmospheric concentration. Oxalic acid is one of the products that can be obtained by the electrochemical reduction of CO₂. Oxalic acid (OX, (COOH)₂) can also be further reduced to glyoxylic acid and glycolic acid, which are more valuable and in demand than OX. Glycolic acid (GC, HOOC-CH₂OH) is obtained by electrochemical reduction of OX with glyoxylic acid as an intermediate, and is used in the textile industry, cosmetics, and biodegradable polymers. In this study, anatase-TiO₂ nanotubes (TNTs) electrode was used for the electrochemical reduction of OX to GC. We prepared TNTs electrode using the anodization method, and uniform and longer electrodes were fabricated by adjusting the anodization time and electrolyte composition. Chronoamperometry (CA) was performed to confirm the performance of electrodes and the effect of each parameters (temperature, applied potential, electrolyte pH, etc.). We optimized the reaction conditions, and showed that a 4-electron reduction of OX to GC can be achieved with high selectivity by controlling the length of TNTs. The mechanism of OX reduction to GC within nanotubes was also investigated.

공공버스정류장 내 NO_x 노출을 최소화하기 위한 전산유체역학 기반 공기정화시스템 설계 및 최적화

유엽, 가성빈, 문일¹, 김정환, 조형태*

한국생산기술연구원, ¹연세대학교

버스가 정기적으로 정차하는 공공버스 정류장에서는 교통관련 대기오염물질 중 NO_x 오염물질이 빠르게 축적돼 대기 승객들이 높은 수준의 대기오염물질에 공중보건에 위협이 되고 있다. 이에, 환경보호청(EPA)은 인체에 노출되면 천식 등 폐질환을 유발하는 주요 오염물질인 NO_x에 대해 대기환경 기준을 제시하고 있다. 본 문제를 해결하기 위해, 공기 정화 시스템은 많은 공공 장소의 버스 정류장 안에 설치하는 방안이 고려되고 있으나, 외부 환경에 노출된 버스정류장에서 지속적으로 유입되는 대기오염물질로 인해 실제 효과확인이 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 호흡부위의 NO_x 환경기준을 충족시킬 수 있는 공기정화 시스템을 설계 하였다. 공공버스 정류장 내부의 NO_x 노출을 최소화하기 위해 CFD(Computational Fluid Dynamics) 기반으로 공기정화시스템의 inlet 및 outlet의 최적의 위치를 설계하였다. CFD 모델은 국내 버스 정류장의 실제 규격을 반영하여 개발되었으며, NO₂ exposure assessment (EA) 를 위한 Exposure Reduction Effectiveness (ERE)를 수치화하기 위해서 활용되었다. CFD 유동해석 난류 모델은 기류 예측에 적합한 RNG k-epsilon 난류 모델을 적용하였다. 국소적 NO₂ 농도는 인체 호흡기의 높이에 따라 호흡구역을 지정하여 평가하였으며, 공기정화시스템 inlet 및 outlet 위치에 따라 사례연구를 실시하여 호흡영역 내 NO₂ 농도를 분석 및 최적화하였다. 최적화된 공기정화 시스템의 경우, NO₂에 대한 ERE가 base case 대비 35% 로 확인되었으며, EPA의 대기환경기준 NO₂ 농도를 0.1ppm 이하로 유지할 수 있었다. 본 연구에서 제안한 방법으로 일반 외부설비의 공기정화 시스템을 설계하기 위해 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

학생 발표 II

(구두발표)

9월 22일(목) 15:30 - 16:50

메종 글래드 사파이어 홀 (Sapphire)

CT-J07

Ni/Al₂O₃ 촉매를 이용한 건식 개질 시 공정 변수 및 조성의 영향

유은주, 최동섭, 김지율, 김윤희, 김나연, 주지봉*

건국대학교

Effects of Operating Parameters and Feed Gas Compositions on Dry Reforming of Methane over Ni/Al₂O₃ catalyst

Eunju Yoo, Dong Seop Choi, Jiyull Kim, Yoon Hee Kim, Na Yeon Kim, Ji Bong Joo*

Konkuk University

온실가스로 인한 전 세계적 기후변화에 대비하여 지속 가능한 친환경 에너지원 확보가 꾸준히 모색되고 있다. 바이오가스는 하수 슬러지, 음식 폐기물, 가축 분뇨 등 유기성 폐기물의 혐기성 소화로 생성되어 지속적인 공급이 가능한 에너지원이다. 건식 개질은 바이오 가스 정제 후 메탄과 이산화탄소의 분리 공정 없이 활용할 수 있는 방법이며, 온실 가스인 메탄과 이산화탄소를 사용하여 추가적인 탄소 발생 없이 합성가스를 생산하는 공정이다. 또한 합성가스는 수소 생산 및 유용한 화학물질로 다양하게 활용될 수 있다. 니켈 기반 촉매는 경제적이고 활성이 우수하여 개질 반응에 대표적인 촉매로 사용된다. 건식 개질은 흡열 반응으로 고온에서 운전된다. 니켈 입자는 고온 조건에서 소결되어 촉매의 비활성화가 발생할 수 있다. 한편 낮은 온도에서 건식 개질 공정을 진행할 경우 탄소 침적으로 인한 촉매의 활성 저하가 발생한다. 따라서 건식 개질 공정의 경제적이고 효율적인 장기 운전을 위하여 최적의 운전 조건 도출이 필요하다. 본 연구에서는 니켈 알루미나 촉매를 정제된 바이오가스 모델 가스를 활용한 건식 개질에 적용하였다. 또한 반응 온도, 공간 속도, 피드 조성에 따른 니켈 알루미나 촉매 활성 및 안정성을 조사하였다.

CT-J08

The Effect of Zwitterionic Polymers in Proton Exchange Membrane Fuel Cells with Low Humidity

Min Gyu Son^{1,2}, Sun-I Kim¹ and Duck Hyun Lee^{1,*}

¹ Green Materials and Processes R & D Group, Korea Institute of Industrial Technology,
Ulsan, Republic of Korea

² Department of Materials Science & Engineering, Pusan National University, Busan, Republic of Korea

* Corresponding e-mail: dulee@kitech.re.kr

Proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs) have attracted attention as an eco-friendly energy source with low operating temperature, high efficiency, and discharges water as a reactant. PEMFCs are currently being applied to hydrogen vehicles and various heavy equipment, but PEMFCs suffer from flooding under overload conditions. Therefore, proper humidification is required, adding to the cost of installing and maintaining the humidifier. Operating the PEMFCs in low humidification conditions lowers the ionic conductivity because it is difficult to retain moisture in the electrolyte membrane. Many studies are being conducted to utilize PEMFCs in a more diverse way, and low-humidity Membrane Electrode Assembly (MEA) production is one of them. Through the development of low-humidity MEA, the problem of ionic conductivity degradation due to deterioration at low humidity, flooding during heavy operation, and economic problems caused by maintaining humidification was also solved. In this study, in order to manufacture MEA for low humidity, materials with high water absorption are added to catalysts to increase ionic conductivity. To evaluate batteries at 100% - 19% relative humidity, a zwitterionic polymer with excellent water retention was synthesized and coated on the anode catalyst layer, and performance was compared through battery evaluation.

High Recovery of Biologically Active Compounds from Red Ginseng Marc using Subcritical Water

Ruqian Cao¹, Aye Aye Myint^{1,2} and Jaehoon Kim^{1,2,3*}

¹School of Mechanical Engineering, ²School of Chemical Engineering, ³SKKU Advanced Institute of Nano Technology, Sungkyunkwan University

Red ginseng marc (RGM), a byproduct obtained during manufacturing various ginseng products, which is generally discarded as wastes, remained numerous residual bioactive compounds and has shown to be useful for applications in food, nutraceutical, pharmaceutical products, and biomedicine, Chang et al. [1]. Conventional extraction techniques such as Soxhlet extraction and steaming have disadvantages of high energy consumption, long duration time, and organic waste disposal problem. In addition, conventional techniques are not able to efficiently extract bioactive compounds and highly active transformed ginsenosides from RGM. Subcritical water extraction (ScWE) is known as a highly efficient and green sustainable alternative technique, but only a few studies have investigated the recovery of bioactive compounds from RGM using ScWE. The main objectives of this study were to determine the efficiency of the ScWE technique in the extraction of biologically active compounds from RGM and to gain insight into the mechanism of reactive extraction. We explored a range of extraction temperatures and time of RGM to maximize yield and bioactive activity of the extract. Under optimized conditions at 200 ℃ and 15 min, the ScWE offered about 1.8-4.1 times and 2.7-78.7 times higher extraction yields and antioxidant activities than Soxhlet extraction for 8 h with water and 80% ethanol, respectively.

References

1. Chang, E. J., Park, T. -K., Han, Y. -N and Hwang, K. -H., "Conditioning of the Extraction of Acidic Polysaccharide from Red Ginseng Marc", *Korean J. Pharmacogn.*, **38**, 56-61 (2007).

기-액 접촉분리막 적용을 위한 암모니아수 기반의 SO₂ 흡수제 개발

김광휘^{1,2}, 임현지^{1,2}, 박현식¹, 강조홍^{1,2}, 박진원², 송호준^{1,*}

¹한국생산기술연구원 친환경재료공정연구그룹, ²연세대학교 화공생명공학과

Development of SO₂ absorbent based on ammonia solution for gas-liquid membrane contactor application

Kwanghwi Kim^{1,2}, Hyunji Lim^{1,2}, Hyun Sic Park¹, Jo Hong Kang^{1,2}, Jinwon Park², Hojun Song^{1,*}

¹Green Materials & Processes R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology
²Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Yonsei University

세계보건기구(WHO)는 초미세먼지(PM_{2.5})가 인체에 미치는 심각한 위해성을 인식하고 1급 발암물질로 지정하였으며, 2021년에는 초미세먼지 배출에 대한 가이드라인을 10 (µg/m³)에서 5 (µg/m³)으로 강화하였다. 그러나 국내의 초미세먼지 농도는 2001년 이후 꾸준한 감소세를 보이고 있지만 최근 2016년부터 정체기가 계속되고 있다. 화석연료를 연소하는 과정에서 생성되는 황산화물은 초미세먼지의 대표적인 전구물질로 알려져있으며 질소산화물에 비해 초미세먼지로의 환산계수가 약 5배 높기 때문에 지속적인 탈황 설비의 투자와 고효율을 위한 탈황 기술 개발이 시급하다. 본 연구는 6종의 아미노산을 첨가제로 사용하여 기존의 탈황 흡수제로 널리 사용된 암모니아수의 암모니아 슬립문제를 극복하고 SO₂ 흡수능력이 향상된 흡수제를 개발하였다. 또한, 우수한 기체 선택도와 단위 부피당 높은 접촉면적을 통해 공정의 크기를 획기적으로 절감할 수 있는 기-액 접촉분리막에 적용하기위해 개발된 흡수제의 표면장력 및 접촉각 측정을 통해 기-액 접촉분리막의 적합성에대해 고찰하였다. NMR 분석을 통해 개발된 흡수제의 SO₂ 흡수 메커니즘을 파악하였고, 운전 조건 변화(흡수 온도, SO₂ 농도 그리고 첨가제 농도)에 따른 SO₂ 흡수성능 결과를 논의하고자 한다.

참고문헌

1. Park, Hyun Sic, et al. "Selective Sulfur Dioxide Absorption from Simulated Flue Gas Using Various Aqueous Alkali Solutions in a Polypropylene Hollow Fiber Membrane Contactor: Removal Efficiency and Use of Sulfur Dioxide." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18.2 (2021): 597.
2. Kim, Kwanghwi, et al. "Effect of amino acid additives in ammonia solution on SO₂ absorption and ammonia escape using bubbling reactor for membrane contactor applications." *Process Safety and Environmental Protection* (2022): 694-703
3. 임동하. "[특별기획] 산업공정 맞춤형 미세먼지 저감기술." *News & Information for Chemical Engineers* 38.3 (2020): 295-321.

Enhanced Catalytic Oxidation of Toluene over Hierarchical Pt/Y Zeolite

M.R Kim^{1,2} and S. Kim^{1*}

¹ Korea Institute of Industrial Technology, ² Yonsei University

Volatile organic compounds (VOCs), the main cause of air pollution, are directly harmful to the human body and, therefore, must be regulated and controlled. Among the various VOC removal methods, catalytic oxidation has been widely used because it is eco-friendly and consumes relatively low energy. Zeolites are used as support materials because of their wide specific surface areas, abundant acid sites, and high thermal stability. However, the micropores of the zeolites severely limit the accessibility of the active sites centered in the pores of the zeolite, adversely affecting the catalytic performance.

In this study, the hierarchical Pt/Y zeolites with tunable mesopores were synthesized via the surfactant templated crystal rearrangement method by varying the etching time. The catalytic performance for toluene oxidation were investigated at the different mesopore volume. The catalytic oxidation performance was measured at 1000 ppm of toluene in the continuous flow system.

References

1. J. Wang, X. Guo, Y. Shi, R. Zhou, "Synergistic effect of Pt nanoparticles and micro-mesoporous ZSM-5 in VOCs low-temperature removal," *J. Environ. Sci. (China)*. 107 87-97 (2021).
2. W. Li, J. Zheng, Y. Luo, Z. Da, "Effect of hierarchical porosity and phosphorus modification on the catalytic properties of zeolite Y," *Appl. Surf. Sci.* 382 302-308 (2016).
3. C. Chen, F. Chen, L. Zhang, S. Pan, C. Bian, X. Zheng, X. Meng, F.S. Xiao, "Importance of platinum particle size for complete oxidation of toluene over Pt/ZSM-5 catalysts," *Chem. Commun.* 51 5936-5938 (2015).

청정 소재 및 공정

(포스터 발표)

9월 22일(목) 09:30 - 11:30
제주 메종 글래드 2층 복도 홀

전기투석공정에 의한 질산성질소의 분리 및 활용

고재언¹, 이정문¹, 최태승^{1,2}, 윤순도³, 심왕근^{1,*}

¹순천대학교, ²(주)에스엔엠, ³전남대학교

Separation and utilization of nitrate nitrogen by electro dialysis process

Jae Eon Ko¹, Jeong Mun Lee¹, Tae Seung Choi^{1,2}, Soon Do Yoon³, Wang Geun Shim^{1,*}

¹Sunchon National University, ²S&M Co., ³Chonnam National University

본 연구는 전기투석공정(Electrodialysis, ED)을 수경재배에 활용하여 수경재배 시 이용되고 버려지는 화학비료 폐양액의 회수 및 재활용 가능성에 대해 알아보하고자 하였다. 이를 위해 전기투석공정 실험 조건을 다음과 같이 구성하였다. 먼저 농축 및 희석조 농도(3000 ppm)와 유량(1.5 L/min)조건을 고정한 후 전압(6 V, 7 V, 8 V) 및 전류(100 mA/cm², 200 mA/cm², 300 mA/cm²)조건을 변화시켰다. 두 번째로 농축 및 희석조 농도(3000 ppm)와 전압(8 V) 및 전류(300 mA/cm²) 조건을 고정한 후 유량(1 L/min, 1.5 L/min, 2 L/min)조건을 변화시켰다. 마지막으로 전압(8 V) 및 전류(300 mA/cm²)와 유량(1.5 L/min)조건을 고정한 후 농축 및 희석조 농도(1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm)조건을 변화하여 시간에 따른 질산성질소의 분리 특성을 살펴보았다. 연구 결과를 통해 전기투석공정 중 질산성질소 분리의 최적 조건을 발표하고자 한다.

참고문헌

1. Luigi Gurreri et al, Electrodialysis applications in wastewater treatment for environmental protection and resources recovery: A systematic review on progress and perspectives, *Membranes*, 2020, 10, 146
2. Amina Richa et al, Recent advances and perspectives in the treatment of hydroponic wastewater: a review, *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 2020, 945
3. Rubaba Mohammadi et al, A systematic review and statistical analysis of nutrient recovery from municipal wastewater by electro dialysis, *Desalination*, 2021, 498, 114626

Effects of carbon on mechanical stability and catalytic properties of bead-type Pd/carbon-alginate catalysts

Gangmin Kim^{1,2}, Ye Eun Kim^{1,3}, Jungho Jae² and Man Sig Lee^{1,4*}

¹Ulsan Division, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

²School of Chemical Engineering, Pusan National University

³Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University

⁴Department of Green Process and System Engineering, University of Science and Technology (UST)

Biopolymer based bead-type catalysts are highly desirable in catalyst system due to their non-toxicity, low cost and chemical stability. However, poor catalytic activities and mechanical instability is considered as a major problem with the application of alginate in the industry field. Herein, the effect of carbon contents on the formation of carbon-alginate bead supports was investigated to verify the difference of mechanical, physical, and chemical characteristics compared to alginate being alone. The carbon-alginate beads were prepared by crosslinking method with various carbon-alginate ratio. Then, Pd/carbon-alginate bead catalysts were synthesized via chemical reduction method using the carbon-alginate beads as supports. The prepared catalysts were characterized by various techniques using TGA, N₂ physisorption, XRD, FE-SEM, TEM, EDS, FT-IR, and CO chemisorption and the catalytic activities were tested by hydrogenation of furfural. The mechanical strength of beads was improved by addition of carbon due to the covalent bonding between functionalized oxygen groups on carbon and carboxyl groups on alginate. It was also confirmed that carbon enlarged the specific surface area.

Reference

1. Lahoucine Bahsis et al., "Cu-alginate-based superporous hydrogel catalyst," RSC Adv., **10**, 32821-32832 (2020)
2. Ying Ma et al., "Palladium supported on calcium decorated carbon nanotube," Front. Chem., **7**:751. (2019)

친환경 플라스틱용 마스터배치 개발과 색상 평가

김덕열^{1,2}, 최규철¹, 이행자², 장상목^{1*}

¹동아대학교 화학공학과, ²두남화학

Development and Color Evaluation of MasterBatch for Eco-Friendly Plastic

DuckYoul Kim^{1,2}, GyuCheol Choi¹, HaengJa Lee², SangMok Chang^{1*}

¹Dept. of Chem. Eng., Dong-A Univ., ²DuNam Chemistry CO.

플라스틱 산업은 목적에 부합하는 성능을 부여할 수 있으며, 저렴한 가격과 함께 다양한 모양으로 제작 가능하여 다양한 분야에서 활용되고 있다. 성형성이 좋다는 점 이외에도 다채로운 색상 표현이 가능하다는 특징으로 다양한 분야에서 활용되고, 최종 사용자가 요구하는 색상 구현 및 색상 유지를 위한 베이스 수지에 따른 안료의 개발 및 생산과 관련한 연구는 이미 많은 연구자들에 의해 진행되었다. 특히 마스터배치는 파우더 타입의 경우에 비하여 요구되는 색상 표현도 편리할 뿐만 아니라, 주변의 오염이나 이염 등으로부터 안전할 수 있어서 많은 연구가 진행되었고, 최근에는 중국 등에 많은 양의 안료가 수입되고 있기도 하다.

그런데 최근 플라스틱으로 인한 환경 오염의 문제가 대두됨에 따라 이를 해결하기 위한 방법으로 석유화학 베이스의 플라스틱에서 친환경 플라스틱 또는 자연 유래 플라스틱으로의 연구가 이동하고 있다. 친환경 플라스틱이나 자연 유래 플라스틱인 화이트바이오 플라스틱의 분해와 관련된 연구 및 플라스틱이 가져야 할 기본 물성에 대한 연구는 현재 많이 진행되고 있으나, 색상 표현에 대한 연구는 아직 미진하다. 기존 플라스틱용 안료의 연구에서 숯이나 황토와 같은 천연 성분 또는 자연 유래 안료를 활용한 연구는 진행되었으나, 이들의 경우 베이스 수지가 석유화학 베이스 플라스틱에 기인하여 친환경 플라스틱의 목적에 미흡하였다. 플라스틱 자체가 친환경 플라스틱인 경우 안료와의 상호 관계 또는 색상 평가에 대한 연구가 부족하다. 이들이 나타낼 수 있는 색상의 한계 뿐만 아니라 근본적인 문제 해결을 위하여 베이스 수지 자체를 천연물에서 유래한 친환경 플라스틱으로의 전환이 본격화되어 감에 따라 본 연구에서는 친환경 플라스틱과 기존의 안료와의 색상 표현에 대한 연구를 진행하고자 한다. 유무기 안료가 친환경 플라스틱에서의 분산 정도와 함께 색상의 표현 정도를 실험하고자 친환경 플라스틱으로 PLA(Polylactic Acid)를 선정하여 마스터배치를 제조하여 색상 표현 정도를 확인하고, 마스터 배치 제조 방법에 대한 표준을 제시하고자 한다.

참고문헌

1. You Y. S., Oh Y. S., Hong S. H., and Choi S. W., "International Trends in Development, Commercialization and Market of Bio-Plastics", *CLEAN TECHNOLOGY*, **21**(3), 141-152 (2015).
2. Choi E. J., Yoon J. H., Jo J. K., Shim S. E., Yun J. H., and Kim I., "Present and Future of Thermoplastic Elastomers As Environmentally Friendly Organic Materials", *Elastomers and Composites*, **45**(3), 170-187 (2010).
3. Jang H. J., Kwon S. W., Eom Y. J., Yoo S. W., and park S. I., "Effects of PEO Additions on the Mechanical and Thermal Proprieties of PLA/PBAT Blends", *Korean J. Packag. Sci. Tech.*, **26**(2), 93-98 (2020).

무기물 첨가에 따른 코어-셸 구조의 마이크로 소화캡슐의 특성 변화

김영은, 이동훈, 김나연, 장현성, 최동섭, 김지율, 주지봉*

건국대학교

Changes in properties of micro-digestive capsules with core-shell structure according to the addition of inorganic substances

Young Eun Kim, Dong hun Lee, Na Yeon Kim, Hyun Sung Jang, Dong Seop Choi,
Ji Yull Kim, Ji Bong Joo*
Konkuk Univercity

최근 고분자 물질로 불연성 물질을 감싸 화재 진압 성능을 갖는 코어셸 구조의 마이크로캡슐을 합성하는 연구가 보고된 바 있다. 이러한 마이크로캡슐 형태의 불연성 물질은 빠르게 기화하여 전기적 화재 혹은 배터리 화재에 대한 효과적인 진압수단으로 주목받고 있다. 그러나 마이크로캡슐 형태의 소화 장치는 내부의 불연성 물질의 높은 증기압과 낮은 온도의 끓는점 등의 물리화학적 특성으로 인해 안정성이 높지 않다는 문제점을 갖고 있다. 따라서, 본 연구에서는 고분자 외벽에 여러 종류의 무기물을 첨가함으로써 고분자외벽의 강도를 향상시키고, 더 나아가 무기물의 열전도율의 차이에 따른 마이크로캡슐의 작동 온도 범위를 조절하고자 하였다. 또한 이러한 무기물 첨가에 따른 특성 변화를 확인하기 위하여 마이크로캡슐의 각각의 열적 특성 분석과 형태 특성 분석을 진행하였다.

광소결 공정을 적용한 Bow-tie 안테나용 스트레처블 인쇄 전극의 전기 전도성 향상

남현진¹, 홍성제², 박세훈^{1*}

¹한국전자기술연구원 ICT디바이스패키징연구센터, ²한국전자기술연구원 디스플레이연구센터

Enhancement of Electrical Conductivity of Stretchable Printed Electrode for Bow-tie Antenna by Using Photonic Sintering Process

Hyun Jin Nam¹, Sung-Jei Hong², Se-Hoon Park^{1*}

¹ICT device packaging Research Center, Korea Electronics Technology Institute, 25, Saenari-ro, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do 13509, Korea

²Display Research Center, Korea Electronics Technology Institute, 25, Saenari-ro, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do 13509, Korea

본 연구에서는 인쇄 친화적이고 유연 및 연신 특성, 그리고 반복 내구성이 우수한 PDMS 필름을 기재로 사용하여 광소결 공정을 적용, Bow-tie 안테나용 인쇄 전극의 전기 전도성을 향상하였다. 안테나용 전극의 전기 전도성을 향상하기 위해 2종류의 Ag 입자를 전도성 필러로 선정하였고, 전도성에 영향을 줄 수 있는 Ag flake와 유연/연신 그리고 반복 내구성에 영향을 주는 나노 입자를 사용하여 전도성 페이스트를 제조하였다. 특히, PDMS 필름과 전극의 접착력 향상을 위해 동일한 성질을 가진 PDMS resin을 전도성 페이스트에 적용하였다. 이와 같이 제조한 페이스트를 고효율 공정인 인쇄 공정에 적용하여 전극을 제작하였다. 이후 인쇄한 전극을 열 오븐에서 curing을 진행하였고, 전기 전도성을 향상하기 위해 후처리 공정으로 광소결 공정을 진행하였다. 그 결과 1.1117×10^6 (S/m)로 매우 우수한 전기 전도성을 실현하였고, 인장률 30%로 100회의 반복 인장 후에도 안정된 전기 전도성을 타내어 내구성이 우수함을 알 수 있었다. 따라서, 이러한 PDMS 기반의 광소결 인쇄 전극을 적용하여 bow-tie 안테나를 제작하였고, 이후 네트워크 어닐라이저를 적용하여 공진 주파수와 반사 손실을 측정하였다. 그 결과, 35%까지 연신하여도 공진 주파수의 변화와 반사 손실 값 모두 성능 변화가 거의 없었고, 향후 5G 안테나의 서브 주파수 영역에 적용할 수 있는 우수한 인쇄 전극을 구현하였다.

사사

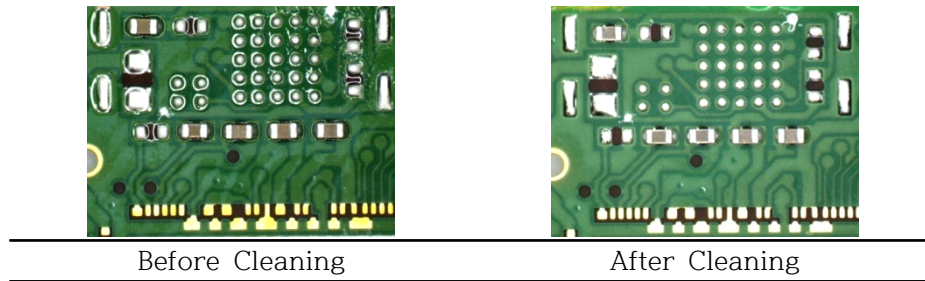
이 논문은 산업통상자원부의 산업기술혁신산업의 차세대하이브리드PCB 기술개발사업“인쇄전자공법이 적용된 30um급 선풍의 고속신호 전송용 초고다층 PCB 기판 개발”의 지원을 받아 연구되었음.(과제번호 20010022)

Development of Environmentally Friendly Flux Cleaner for PCBs and Camera modules

SooJeong Bae¹, HoYeoul Lee¹, MinJae Lee², JaeHeum Bae²

E-Chemical¹, NexCore Inc.²

The Flux cleaner for PCBs and Camera modules was developed in alternative to the conventional chlorinated solvents to provide more environmentally friendly cleaning agents. The developed flux cleaner was an aqueous solution and excluded any kinds of halogenated solvents. The flux cleaner showed high cleaning performance and high penetrating ability with low surface tension and suitable for all kinds of flux. The flux cleaner had good compatibility with metal substrates hence any kinds of discoloration was not observed on metals such as nickel, copper or gold in PCBs or camera modules.



References

1. Bae, J. H. et al., "Industrial Cleaning Technology", 2015
2. Monika Marciniak et al., "Failure analysis of discolored ENIG pads in the manufacturing environment", International Symposium on Microelectronics, January 2014

음이온계 Photoacid generator 합성 및 정제

이철우*, 우승한

한밭대학교 화학생명공학과/RIC

Synthesis and Purification of Anionic Photoacid Generator

Chul Woo Lee* and Seung Han Woo

Dept. of Chem.&Biological Eng./RIC, Hanbat National University

우리나라의 반도체 산업은 세계 최고의 기술력을 가지고 있으며 이를 바탕으로 수출을 선도하고 있으나 반도체 제조에 사용되는 소재는 대부분 미국과 일본 등으로부터 수입하고 있는 실정이다. 광산발생제(photoacid generator)는 광에 감응하여 산을 발생시키는 물질로서 ArF급 반도체를 제조하기 위해서는 광산발생제의 사용이 필수적이다. 지금까지 개발된 광산발생제에는 음이온 변환 광산발생제와 양이온 변환 광산발생제가 있는데 이 중에서 음이온 변환 광산발생제가 좋은 효과를 보여 주고 있다. DFSA는 음이온변환 광산발생제를 합성하는 핵심적인 중간체인데 합성이 매우 어려워 가격이 매우 고가이다. 또한 최종 생성물에는 NaCl 등 무기염이 포함되어 있어 반도체 공정에 사용되는 광산발생제를 제조하기 위해서는 DFSA의 정제가 매우 중요하다.

본 연구에서는 광산 발생제의 핵심 중간체인 DFSA를 합성하는데 있어서 반응물의 몰 비 및 반응물 투입 방법 등 여러 가지 반응조건이 생성물의 수율에 미치는 영향을 살펴보았다. 반응의 진행은 ^1H NMR을 사용하여 확인하였다. 또한 DFSA와 NaCl의 혼합물로부터 DFSA를 선택적으로 추출하기 위한 실험을 수행하였다. 용제로는 물, 메탄올, 에탄올, 아세톤, 이소프로필알코올을 사용하였고 생성물의 순도는 에탄올을 내부표준물질로 사용하여 ^1H NMR로 측정하였고 무기 불순물은 ICP-OES 및 Ion Chromatography로 분석하였다.

아미노산염 기반 흡수제를 이용한 CO₂ 제거 막 접촉기 공정 연구

임현지^{1,2}, 김광휘^{1,2}, 강조흥¹, 박현식¹, 박진원², 송호준^{1,*}

¹한국생산기술연구원, ²연세대학교

CO₂ removal using amino acid salt solution in a membrane contactor

Hyunji Lim^{1,2}, Kwanghwi Kim^{1,2}, Jo Hong Kang¹, Hyun Sic Park¹, Jinwon Park²,
Hojun Song^{1,*}

¹Korea Institute of Industrial Technology, ²Yonsei University

석탄화력발전소에서 발생하는 연소 후 가스의 CO₂를 분리하는 방법으로 흡수법, 흡착법 그리고 막분리법이 있다. 그 중에서 흡수법은 고순도 CO₂ 포집이 가능하며 가스 공급농도에 따른 제약이 적기 때문에 상용화에 가장 근접해 있는 기술이다. 그러나 흡수법의 아민 스크러버 공정은 넓은 부지면적을 차지하는 단점이 있으며 기-액 접촉면적을 예측하기 어려워 추후 Scale-up에 어려움이 있다. 최근 흡수제를 사용하는 막 접촉기 공정은 아민 스크러버 공정보다 소요부지 면적이 적으며 기체와 액체 흐름을 독립적으로 제어할 수 있어 아민 스크러버 공정의 대안책으로 주목받고 있다. 막 접촉기의 공정 운전 효율을 향상시키기 위해서는 운전 최적 조건을 찾는 것이 중요하다. 따라서 본 연구는 아미노산염 기반 흡수제를 사용하여 막 접촉기 공정의 운전변수에 변화를 주어 최적 조건을 확인하였고, 상용화된 흡수제 MEA와의 비교를 통해 흡수성능을 평가하였다. 또한, 막 접촉기 공정 운전 시 시간에 따른 흡수제의 pH에 따른 제거효율 변화를 관찰하였다.

Microfluidic fabrication of uniform Polycaprolactone microparticles for toluene treatment in wastewater

Nguyen Pham Thanh Phuong, Seunghui An, Heon-Ho Jeong*

Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Chonnam National University, 50 Daehak-ro, Yeosu, Jeollanam-do 59626, Republic of Korea

Microparticles have been recently considered as efficient absorbents for the removal of organic chemical in wastewater. Herein, we have demonstrated a facile method to fabricate biodegradable polycaprolactone diacrylate (PCLDA) microparticles by using PDMS microfluidic device. The photocurable polycaprolactone diacrylate (PCLDA) was firstly synthesized by the acrylation reaction. Using photocurable PCLDA, various microfluidic conditions, including flow rates of the dispersed and continuous phases, as well as concentration of PCLDA, are optimized to form highly monodisperse microparticles using a flow-focusing droplet generator. The swelling behavior of PCLDA network was then studied in various organic solvents to confirm the capability of PCLDA microparticles as oil separation in wastewater. Finally, the absorption capacity of this uniform microparticles in aqueous water containing toluene oil is subsequently examined in various effect factors, which find the high separation efficiency of over 70% after 30 min and almost unchanged treatment capacity after 10 times of recycle test.

References

1. Wusha Miao, Weike Zou, Yingwu Luo, Ning Zheng, Qiao Zhao and Tao Xie, "Structural tuning of polycaprolactone based thermadap shape memory polymer", *Polym. Chem.*,11, 1369-1374, (2020).
2. Jenni Pessi, Hélder A. Santos, Inna Miroshnyk, Jouko Yliruusi, David A. Weitz, Sabiruddin Mirza, "Microfluidics-assisted engineering of polymeric microcapsules with high encapsulation efficiency for protein drug delivery", *International Journal of Pharmaceutics*, 472, 82-87, (2014).

3D프린팅용 TiO₂ 페이스트 제조 시 폴리비닐알코올 분자량이 압출거동에 미치는 영향

천동환^{1,2}, 김예은^{1,3}, 백재호¹, 이만식^{1,4,*}

¹ 한국생산기술연구원 울산본부

² 울산대학교 화학공학부

³ 고려대학교 화공생명공학과

⁴ 과학기술연합대학원대학교 청정공정 및 시스템공학

기존 세라믹 3D 프린팅 방법은 크게 광중합방식(PP), 재료압출방식(ME), 접착제 분사 방식(ME), 재료분사방식(MJ), 고에너지 직접조사방식(DED), 분말적층용융방식(PBF), 시트적층방식(SL)으로 크게 7가지로 분류할 수 있다. 재료압출방식 중 하나인 Direct Ink Writing (DIW) 방법은 압력을 가하여 밀도가 높고 견고한 구조체를 제조할 수 있다는 장점이 있다. 본 논문은 DIW 방법에 사용되는 TiO₂ 페이스트를 제조하였으며 바인더로써 폴리비닐알코올(PVA)의 분자량이 점도와 압출 거동에 미치는 영향을 확인하였다. TiO₂ 페이스트는 분자량이 2,000~98,000 g/mol인 PVA를 녹인 용액과 소량의 분산제를 혼합하여 제조 후 점도를 측정하였다. 제조된 TiO₂ 페이스트는 탈포 후 디스펜서를 이용해 적층하였고, 바인더 제거를 위해 700 °C에서 소성과정을 거쳤다. 소성된 구조체 표면은 FE-SEM 분석을 통해 확인하였으며 잔류된 바인더 함량은 TGA 분석을 통해 확인하였다. 분자량이 높은 PVA일수록 강도가 증가하는 반면 긴 작용기의 사슬로 인해 고르게 분산되지 못하여 입자가 응집되었고 노즐을 막아 압출되지 않았다. 반면, 분자량이 낮을 경우 비교적 균질하게 분산되어 페이스트의 압출이 가능하였다. 따라서, PVA 분자량이 TiO₂ 페이스트의 압출거동에 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

영구자석 스크랩 부산물의 용액 농도에 따른 산화철 나노입자의 물성 연구

조아진, 홍상혁, 홍성제*, 김병준¹, 김용성¹, 양수원², 이재용²

한국전자기술연구원, ¹서울과학기술대학교, ²(주)한청알에프

A Study on Physical Properties of Iron Oxide Nanoparticles according to Solution Concentration of Permanent Magnet Scrap By-product

Ajin Jo, Sang Hyeok Hong, Sung-Jei Hong*, ¹Byeong Jun Kim, ¹Young-Sung Kim, ²Suwon Yang, ²Jae Yong Lee

Korea Electronics Technology Institute, ¹Seoul National University of Science & Technology, ²Hanchung RF Co. Ltd.

본 연구에서는 NdFeB 영구자석 스크랩으로부터 회수한 철(Fe) 부산물의 용액 농도를 달리하여 산화철(FeO_x) 나노입자를 합성, 용액 농도에 따른 FeO_x 나노입자의 물성을 연구하였다. 이를 위해 부산물 용액을 원액 그대로 사용하거나, 또는 D.I. water에 부산물 용액을 50 wt% 농도로 투입, 희석하였다. 이후 2 wt% PVP를 첨가한 0.5 M 암모니아(NH₄OH) 용액을 각각 투여하여 용액 농도별 FeO_x 전구체를 석출하였고, 여기에 소량의 과산화수소수(H₂O₂)를 투입하였다. 이후 분리, 세 및 건조된 샘플들을 300 °C, 400 °C, 500 °C 및 600 °C로 각각 열처리하였다. XRD 분석 결과 열처리 온도가 증가할수록 <104> 회절 피크가 성장하여 400 °C 이상에서 두 샘플 모두 α-Fe₂O₃ 피크가 검출되었다. HRTEM 관찰 결과 모두 구형의 나노입자가 관찰되었고, 농도에 따라 입자 크기의 차이가 있음을 관찰하였다.

사사

본 연구는 2020년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제로 이에 감사드립니다 (No. 20205210100070).

참고문헌

1. Liu, Z., Lv, B., Wu, D., Sun, Y., and Xu, Y., "Magnetic and electrochemical behavior of rhombohedral α-Fe₂O₃ nanoparticles with (104) dominant facets," *Particuology*, **11**(3), 327-333 (2013).

탄화규소 및 흑연 혼합물의 물성 연구

홍상혁, 조아진, 한철종, 홍성제*

한국전자기술연구원

A Study on Physical Properties of Silicon Carbide and Graphite Mixture

Sang Hyeok Hong, Ajin Jo, Chul Jong Han, Sung-Jei Hong*
Korea Electronics Technology Institute

실리콘 카바이드(SiC)는 다양한 동소체를 가지는 공유 화합물로서, 내열성, 내식성, 내크리프성, 고온 전도성 및 조사 저항성 등 우수한 특성을 가지고 있어, 원자력 산업, 항공 우주 기술 및 의료 응용 분야에서 높은 조사 수준, 고온 및 화학적 활성 환경에서 사용되는 장비 또는 전자 장치에 응용할 수 있다[1]. 또한, 흑연(Graphite)은 높은 열전도율을 가져 원자로의 감속재, 로켓 노즐 및 음극 블록과 같은 분야에 응용이 가능하다[2]. 그러나 Graphite의 열분해 온도 및 내열성이 약하여 응용 분야의 한계가 있고, 이를 해결하기 위해선 보다 높은 융점을 가진 물질과의 상호 보안을 통한 물성 개선이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 SiC와 Graphite를 혼합하여 TG-DTA 등 열적 거동 및 물성 등을 관찰하였고, 이를 통해 물성의 개선 방안을 모색하였다.

사사

본 연구는 2022년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구[과제번호 S3208460]로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Huang, X., Guo, J., and Yue, Y., "Graphene coated 3C-SiC with improved irradiation resistance and enhanced heat conduction property after collision cascade," *Int. J. Heat. Mass. Transf.*, **194**(15) 122988 (2022).
2. Hernandez, M.A., Bakoglidis, K.D., Withers, P.J., and Xiao, P., "Improved thermal conductivity of graphite through infiltration with SiC and Si₃N₄ inclusions," *J. Eur. Ceram. Soc.*, **42**(5) 1877-1883 (2022).

질소-도핑 전도성 탄소 이중층이 코팅된 전이금속 셀렌화물 복합 다공성 마이크로스피어 합성 및 소듐 이차전지 음극소재 특성 평가

이재섭^{1,2}, 조중상^{1*}

¹충북대학교 공업화학과, ²고려대학교 신소재공학부

최근 전기자동차 및 대용량 ESS 등 장수명, 고출력 특성을 요구하는 에너지 저장 장치의 수요가 증가하고 있지만 리튬의 자원 고갈과 높은 비용 등의 문제점이 대두되고 있다. 한편, 소듐은 자원이 풍부하여 비용이 저렴하며, 리튬과의 물리 화학적 성질의 유사성으로 인해 리튬의 대체재로 각광받고 있다. 하지만 리튬에 비해 큰 소듐의 이온반경은 소듐 이온의 느린 확산속도로 인한 출력 특성 저하와 구조체적 안정성 결여로 인한 급격한 용량 감소를 초래하기 때문에 시급히 해결해야 할 문제이다. 본 연구에서는 분무 열분해 및 후열처리 공정을 통해 질소-도핑 전도성 탄소 이중층이 코팅된 전이금속 셀렌화물 복합 다공성 마이크로스피어를 설계 및 합성하여 소듐 이차전지의 음극소재 특성을 보고한다. 질소-도핑 전도성 탄소 이중층이 코팅된 전이금속 셀렌화물 복합 다공성 마이크로스피어를 소듐 이차전지 음극 소재로 적용했을 때, 2 A g^{-1} 의 높은 전류밀도에서 5000 번의 충방전에도 불구하고 142 mA h g^{-1} 의 방전 용량을 지속적으로 유지하였다. 전이금속 셀렌화물에 코팅된 1차 전도성 탄소층은 활물질 간 전자의 1차 이동경로를 제공하였으며, 다공성 구조체 표면에 코팅된 2차 전도성 탄소층은 전자의 2차 경로로써 빠른 전자의 이동을 가능케하여 출력 특성 향상에 기여하였다. 게다가, 탄소 이중층은 충방전 중 활물질의 부피 변화를 효과적으로 억제하여 수명 특성을 더욱 향상시킬 수 있었다. 구조체 전체에 정밀하게 제어된 기공의 도입 또한 전극 내 전해질 침투를 용이하게 하여 소듐 이온의 확산 속도를 더욱 향상시켰으며, 탄소 이중층과 더불어 구조체적 안정성을 향상시킴으로써 매우 긴 수명 특성을 달성할 수 있었다.

전이금속 칼코겐화물/탄소 복합 다공성 질소 도핑 탄소층이 코팅된 마이크로스피어의 합성 및 소듐 이온 배터리 음극소재로의 적용

백건우, 조중상*

충북대학교 공업화학과

리튬 이온 배터리는 널리 보급되어 사용하고 있으나 리튬의 한정된 자원 및 높은 비용 등의 단점을 갖는다. 이러한 단점을 해결할 수 있는 배터리로는 소듐 이온 배터리가 있다. 소듐은 리튬과 물리적, 화학적 성질이 유사하고 매장량이 풍부하여 저렴하다는 장점으로 인해 리튬을 대체한 소듐 이온 배터리가 활발히 연구되고 있다. 하지만 리튬 이온에 비해 소듐 이온의 큰 이온 반경은 활물질의 더 큰 부피 팽창과 느린 이온 확산 속도의 원인이 되며 결국 빠른 용량 감소와 낮은 율속 특성을 초래한다. 따라서, 본 연구는 분무 열분해 공정 및 후 열처리 공정, 용액 기반 코팅 공정을 통해 안정적인 수명 특성과 뛰어난 율속 특성을 갖는 전이금속 칼코겐화물/탄소 복합 다공성 질소 도핑 탄소층이 코팅된 마이크로스피어를 합성했다. 합성된 나노 구조체를 소듐 이온 배터리의 음극 소재로 적용한 결과, 0.5, 2.0 A g⁻¹의 전류밀도에서 200 사이클 후 각각 479, 278 mA h g⁻¹의 안정적인 방전 용량을 나타냈고, 25 A g⁻¹의 높은 전류밀도에서도 85 mA h g⁻¹의 방전 용량을 나타냈다. 분무 열분해 공정 중 생성된 메조 기공과 질소 도핑된 탄소층에서 기인한 마이크로 기공은 전해질과 큰 접촉 면적 및 소듐 이온의 추가적인 활성 부위를 제공하여 율속 특성 향상에 기여하였다. 또한, 다공성 구조는 충방전 과정 동안 발생하는 금속 칼코겐화물의 부피 응력을 효과적으로 수용하여 향상된 수명 특성을 나타냈다. 게다가, 전기전도성이 높은 질소 도핑 탄소층은 전자의 이동 경로를 제공하여 높은 전류밀도에서도 높은 방전 용량 유지를 가능하게 하였다.

탄소 복합 다공성 SnO₂ 마이크로스피어의 합성 및 리튬-황 전지의 인터레이어로의 적용

오건희, 조중상*

충북대학교 공업화학과

리튬-황 전지는 높은 이론 에너지 밀도(2600 Wh kg⁻¹)와 부피당 에너지 밀도(2800 Wh L⁻¹)를 가지고 있어 기존 리튬 이차전지 대체를 위해 광범위하게 연구되고 있다. 특히, 활물질인 황은 자원의 풍부함과 더불어 낮은 가격으로 인해 차세대 에너지 저장 시스템의 유망한 후보로 주목받고 있다. 그러나 리튬-황 전지의 황은 낮은 전기전도도(5×10^{-30} S cm⁻¹), 리튬 폴리설파이드(Li₂S_x, $4 \leq x \leq 8$)의 셔틀링 효과, 충/방전 과정에서 큰 부피 팽창에 의한 구조적인 불안정성 등의 문제점이 존재한다. 제시된 문제들을 개선하기 위해 리튬 폴리설파이드를 물리·화학적으로 흡착함으로써 셔틀링 효과를 억제하고, 부피 응력을 수용할 수 있는 물질이 필요하다. 본 연구는 분무 건조 공정과 후 열처리로 합성된 탄소 복합 다공성 SnO₂ 마이크로스피어를 리튬-황 전지 인터레이어로 적용 시, 0.1 C의 전류 밀도에서 200 사이클 후에도 539 mA h g⁻¹의 방전 용량을 나타냈다. 또한 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.0 C의 전류 밀도에서 각각 758, 669, 630, 592, 555, 515, 492, 459, 422, 369, 그리고 324 mA h g⁻¹의 방전 용량을 나타냈다. 극성을 가진 SnO₂ 나노 입자는 리튬 폴리설파이드를 화학적 흡착을 통해 셔틀링을 효과적으로 억제하였고, 후 열처리 공정 중 생성된 메조 기공은 넓은 리튬 폴리설파이드 흡착부를 제공하여 장주기 특성을 가능하게 하였다. 게다가, 메조 기공은 충/방전 과정에 동반되는 황의 큰 부피 팽창으로 인한 내부 응력을 수용하여 더욱 향상된 수명 특성을 나타낼 수 있었다. 또한 황과 SnO₂의 낮은 전기전도성을 개선하기 위해 후 열처리를 통해 결정화된 탄소를 복합하여 전기화학적 특성을 향상시켰다.

TiO₂/N-도핑 결정질 탄소 복합 다공성 마이크로스피어 합성 및 리튬 이온 배터리 음극소재 특성 평가

가혜선, 조중상*
충북대학교 공업화학과

오늘날 환경에 대한 관심이 급증함에 따라 리튬 이온 배터리는 에너지 저장 분야에서 없어서는 안 될 역할을 하고 있으나 리튬 이온 배터리의 낮은 율속성능은 전기 자동차, 스마트 그리드 같은 빠른 충전 및 방전이 필요한 휴대용 장치에서의 사용을 제한하고 있다. 따라서 현재 보편적으로 사용되고 있는 리튬 이온 배터리의 음극소재인 흑연을 대체하는 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 본 연구에서는 분무열분해 공정을 통해 TiO₂/N-도핑 결정질 탄소와 비정질 탄소 복합 다공성 마이크로스피어를 합성한 후 후열처리 공정을 통해 비정질 탄소가 제거된 TiO₂/N-도핑 결정질 탄소 복합 다공성 마이크로스피어를 제시하고 리튬이온 배터리의 음극 소재로 적용한다. TiO₂/N-도핑 결정질 탄소 복합 다공성 마이크로스피어는 리튬 이온 배터리의 음극 소재로 적용했을 때, 2 A g⁻¹, 3 A g⁻¹ 전류밀도에서 각각 2000 cycle, 5000 cycle 후에도 219 mA h g⁻¹, 160 mA h g⁻¹의 방전 용량을 유지하고, 10 A g⁻¹의 전류밀도에서도 105 mA h g⁻¹의 방전 용량을 나타낸다. 전극 내 액체 전해질의 침투를 용이하게 하여 리튬이온의 수송을 원활하게 하고 충방전 과정에서 발생하는 부피 변화를 수용할 수 있는 다공성 구조를 적용하여 구조체의 수명특성과 출력 특성을 향상시켰다. 또한 충방전 과정에서 리튬이온이 삽입할 때 발생하는 부피 변화가 적은 TiO₂의 사용은 수명 특성을 더욱 향상시켰으며, N-도핑 결정질 탄소는 구조체의 전기전도성을 향상시켜 출력특성을 높였다.

오염 저감

(포스터 발표)

9월 22일(목) 09:30 - 11:30

제주 메종 글래드 2층 복도 홀

Modelling of the effect of current density and contact time in electro-coagulation on membrane fouling

In-Soung Chang^{*}, Kyung-Rae Kim

Department of Environmental Engineering, Hoseo University, Asan, Korea

Electro-coagulation process has been gained an attention recently because it could overcome the membrane fouling problems in MBR (membrane bio-reactor) [1, 2]. Effect of the key operational parameters in electro-coagulation, current density (ρ_i) and contact time (t) on membrane fouling reduction was investigated in this study. A kinetic model for ρ_i and t required to reduce the membrane fouling was suggested under different MLSS concentration. Total 48 batch type experiments of electro-coagulations under different sets of current densities (2.5, 6, 12 and 24 A/m²), contact times (0, 2, 6 and 12 hr) and MLSS (mixed liquor suspended solids) concentration (4500, 6500 and 8500mg/L) were carried out respectively. After each electro-coagulation under different conditions, a series of membrane filtration was performed to get information on how much of membrane fouling was reduced. The membrane fouling decreased as the ρ_i and t increased but as MLSS decreased. Total fouling resistances, $R_t (=R_c+R_f)$ were calculated and compared to those of the controls (R_o), which were obtained from the experiments without electro-coagulation. A kinetic approach for the fouling reduction (R_f/R_o) rate was carried out and three equations under different MLSS concentration were suggested: $\rho_i^n \cdot t = \text{constant}$. Those equations state that the product of ρ_i and t needed to reduce the fouling in certain amounts (in this study, 10% of fouling reduction) is always constant.

References

1. Tchamango, S.R., Ngayo, K.W., Belibi, P.D.B., Nikouam, F., Ngassoum, M.B., "Treatment of a dairy effluent by classical electrocoagulation and indirect electrocoagulation with aluminum electrodes," *Sep. Sci. Technol.*, 55(6), 1128-1139 (2020).
2. Shahedi, A., Darban, A.K., Taghipour, A. and Jamshidi-Zanjani, "A review on industrial wastewater treatment via electrocoagulation processes," *Curr. Opin. Electrochem.*, 22, 154-169(2020).

Fabrication of spherical beads using microporous clay natural minerals for adsorption of radionuclides

Chan Woo Park*, Hee-Man Yang, Hyung-Ju Kim

Korea Atomic Energy Research Institute

Porous materials provide a large specific surface area and ion exchange capacity, and thus such materials are advantageous for removing large amounts of gaseous and ionic contaminants. Unlike synthetic microporous materials such as zeolite and MOF, clay minerals are natural minerals at an affordable price. It is advantageous in reducing the cost of separation of gaseous and metallic contaminants. In general, porous materials are packed into columns for dynamic separation, However, small particle size induces pressure drop through the columns and it reduces the efficiency of the column operation. Therefore, it is necessary to prepare beads or pellets in which fine porous materials are well-bonded. In this study, we investigated a fabrication method of spherical beads using natural clay minerals, and the adsorption characteristics of radioactive substances and gases were analyzed.

References

1. Park et al., " Active and selective removal of Cs from contaminated water by self-propelled magnetic illite microspheres," *J. Hazard. Mater.*, **416**, 126226 (2021).

VOCs 저감을 위한 Pt/SiO₂-Al₂O₃(x) 연소촉매의 합성

고은희¹, 박노국^{1*}, 강도형^{1*}, 윤대식²

¹영남대학교 화학공학부, 38541 경북 경산시 대학로 280

²창성엔지니어링(주), 61003 광주시 북구 첨단벤처소로 15번길 15

Synthesis of Pt/SiO₂-Al₂O₃(x) combustion catalysts for VOCs reduction

Eun Hee Ko¹, No-Kuk Park^{1*}, Dohyung Kang^{1*}, Daesik Yun²

¹School of Chemical Engineering, Yeungnam University, 280 Daehak-ro, Gyeongsan, Gyeongbuk, 38541, Korea

²Changsung Engineering Co. Ltd., 15 Cheomdan venture so-ro, 15 beon-gil, Buk-gu, Gwangju, 61003, KOREA

VOCs(Volatile Organic Compounds, 휘발성유기화합물)는 유기화합물이 용매 또는 반응성 화학물질로 사용되는 광범위한 산업공정에서 생성되며 초미세먼지를 발생시키는 전구물질일 뿐만 아니라 인체에도 유해하여 산업현장의 작업환경에 악영향을 미치고 있다. 급속한 산업화와 도시화로 인해 VOCs의 배출원이 점점 더 복잡해지고 배출 유형이 다양해지면서, 제거방법 또한 다양해지고 있다.

본 연구에서는 상용연소촉매의 문제점 및 개선점을 확인하고, 촉매의 비활성화 원인을 분석하였다. 분석을 바탕으로 촉매의 내구성 향상을 위해 산점 조절에 의한 촉매 조성 설계연구가 필요하다고 판단하였다. 이를 위해 활성금속으로 백금을, 지지체로 실리카와 알루미늄의 비를 조절하여 5종의 연소촉매를 합성하였다. 이를 XRD, TEM, SEM, BET, TPD, 광학현미경 등을 통해 분석하였으며, 성능평가를 실시하였다. 또한 표면적을 최대화하고 산화 환원 특성을 향상시키기 위해 ZrO₂, CeO₂, Pd를 첨가제로 추가하여 honeycomb 구조체에 다양한 농도의 슬러리로 코팅하고 이를 광학현미경으로 관찰하며 최적의 슬러리 농도를 판단하였다. 상기 연구결과를 바탕으로 촉매의 조성 설계 및 슬러리 코팅 연구가 진행될 수 있을 것으로 전망된다.

참고문헌

1. 김효식 et al.[8], “공정가스내 VOCs의 제거 및 활용기술 동향”, 에너지기후변화학회지, 12-2, 165-177 (2017).
2. 고은희 et al.[4], “VOCs 산화촉매의 카본침적 거동 조사: 점화온도의 영향”, 에너지기후변화학회지, 15-2, 154-166 (2020)

Ethyl acrylate removal performance of Plasma coupled with wet Scrubber

M.R Kim^{1,2}, J. Choi¹ and S. Kim^{1*}

¹Korea Institute of Industrial Technology, ²Yonsei University

The emission control of odorous gases has become a crucial issue owing to the adverse effect on humans and the environment. Conventional wet scrubber processes for odorous gases removal are one of the commonly used technologies because of their relatively low cost and ease of handling. However, water-soluble odorous gases can be removed, but most odorous VOCs are difficult to remove due to their low solubility in water. Plasma chemical process was applied to enhance removal efficiency of odorous VOCs in wet Scrubber. Plasma chemical process can not only destroy the structure of odorous VOCs but also increase solubility of odorous VOCs by partial oxidation. From the plasma outlet, wet scrubber can trap other gaseous intermediate organic products, thereby reducing or avoiding secondary air pollution. In this work, removal of ethyl acrylate (EA) from air is carried out by Plasma coupled with wet Scrubber system. The removal performance of EA in Plasma coupled with wet Scrubber was measured at 400 ppm of ethyl acrylate in the continuous flow system.

References

1. C. Jiang, C. Qin, M. Guo, J. Huang, D. Yan, X. Dang, "Removal of gaseous toluene by nonthermal plasma coupled with wet scrubber containing Fe²⁺," J. Ind. Eng. Chem. (2022).
2. I.L. Chien, K. Chen, C.L. Kuo, "Overall control strategy of a coupled reactor/columns process for the production of ethyl acrylate," J. Process Control. 18 215-231 (2008).
3. Y. Sun, Q. Zhang, J. Hu, J. Chen, W. Wang, "Theoretical study for OH radical-initiated atmospheric oxidation of ethyl acrylate," Chemosphere. 119 626-633 (2015).

다중 과불화화합물의 열화학 전환을 통한 온실가스 저감 기술개발

박중현, 최수현, 권현민, 고윤지, 엄현진, 이은도, 김희동*

한국생산기술연구원 탄소중립산업기술연구부문

The study of thermochemical conversion of perfluorinated compounds for reduction of greenhouse gas emissions.

Jung Hyeng Park¹, Su Hyeon Choi¹, Hyun Min Kwon¹, Yun Ji Go¹, Hyeonjin Eom¹,
Uendo LEE¹, Whi Dong Kim^{1*}

¹Carbon Neutral Technology R&D Department, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), Korea

반도체·디스플레이 설비에서 주로 사용되는 과불화화합물(PFCs)은 CO₂에 비해 지구온난화지수가 6,630에서 11,100배 높은 대표적인 온실가스로 반도체 디스플레이 산업의 발전으로 인해 배출량이 매년 꾸준히 증가하고 있다. PFCs 제거를 위한 다양한 공정(직접 열분해, 플라즈마 분해, 촉매 반응 등)이 산업현장에 적용되고 있으나 높은 에너지 소모량과 부산물 HF로 인한 설비 부식 등의 문제점이 여전히 해결되지 않고 있다. 이번 연구는 액체금속 반응기를 사용하여 다중 PFCs를 고부가가치 물질로 전환하는 열화학 전환 공정개발에 관한 연구이며, 기존 공정과 비교하여 유해부산물 생성 없이 낮은 온도에서 PFCs를 제거할 수 있다는 것이 특징이다. 용융주석 반응기에 SF₆, NF₃, CF₄ 가스를 주입하여 열화학 전환 실험을 진행한 결과, SF₆는 660℃에서 90%, NF₃는 350℃에서 99% 이상 제거되어 SnF₂ 또는 SnS와 같은 고부가가치 물질이 형성되는 것을 확인하였다. 반면, CF₄는 저온에서는 주석과 전혀 반응하지 않았고, 800℃ 이상에서도 10%의 낮은 전환효율을 나타내었다. PFCs 종류에 따른 전환효율의 차이는 아레니우스 반응식을 통해 계산된 활성화에너지와 결합 해리 에너지 (bond-dissociation energy)로 설명된다. 공정조건 최적화 연구 결과, 주입가스의 유량, 기포 크기, 반응기 내 체류시간 등이 전환효율 향상에 중요한 인자임을 확인할 수 있었다.

Fabrication and Characterization of Antimicrobial Nanowebs by Electrospinning Containing Cu-based Nanoparticles with Various Morphologies

Jeongyeon Park^{1,2}, Siwoo Lee¹, Youngbok Ryu¹ *, Yangdo Kim²

¹Green Materials and Process R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²School of Materials Science and Engineering, Pusan National University

Previous studies have shown that nanofiber technologies employing antimicrobial inorganic nanoparticles are effective in controlling bacteria, microbial, etc. Cu-based nanoparticles (NPs) have been widely recognized as inorganic antimicrobial materials. In this work, the electrospun composite nanowebs has fabricated using polyvinylidene fluoride (PVDF) solution containing Cu-based NPs for 0.05 to 0.5 % (w/v) and examined their antimicrobial activity. The Cu-based NPs were synthesized by chemical reduction method. The morphology of spherical, octahedral, and cubic Cu-based NPs could be obtained by adjusting the molar ratio of OH⁻ to Cu²⁺ and reducing agent. Electrospinning process was performed at a high voltage, 15kV and the spinning distance was 15cm. The morphology and distribution of NPs on electrospun nanowebs were confirmed by Scanning Electron Microscopy (SEM) images. A crystal structure of NPs was characterized by X-ray Diffraction (XRD). Antimicrobial activities of NPs and electrospun nanowebs were evaluated by the Dry Rehydratable Film Media method.

구리 이온을 침착한 활성탄의 암모니아 흡탈착 성능 평가

조원희, 강정호, 이현재*

¹(주) 엔바이온 환경연구소

NH₃ adsorption and regeneration performance of Cu impregnated bead-shaped activated carbon

Won Hee Jo, Kang Jung Ho, Hyun Jae Lee
enbion inc. Environmental R&D Team

암모니아는 분뇨처리장, 비료 공장, 사료 제조 공장 등에서 발생하는 악취 오염원으로써 50 ppm의 암모니아에 노출시 인체의 눈과 목에 자극이 될 수 있다 [1]. 암모니아를 처리하는 다양한 방법 중 흡착법에 사용되는 소재는 주로 활성탄이 활용되고 있다. 활성탄의 암모니아의 흡착 성능을 향상시키기 위해 표면에 산 처리를 통해 강한 화학 흡착 특성을 활용하는 방법이 사용되고 있지만, 산-염기 반응의 강한 흡착 특성으로 인해 탈착이 원활하지 않아 반복 사용이 어렵다 [2].

본 연구에서는 활성탄에 구리 화합물을 함침법으로 침착하여 흡착 및 재생성을 개선하고자 하였다. 구리 화합물을 함량별로 나누어 흡착 테스트를 수행하였고, 산 침착 소재보다 흡착량이 1.3배 증가하는 최적 비율을 선정하였다. 재생성을 확인하기 위해 dry air를 이용하여 160°C에서 탈착 성능을 평가하였고, 실험 결과 5회 cycle 평가시 약 95% 이상의 우수한 재생 효율을 보였다. 구리 화합물을 침착한 활성탄을 사용하면 암모니아 흡착 뿐만 아니라 재생성도 뛰어나 다양한 산업에 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

사사

본 연구는 환경부(한국환경산업기술원) 녹색혁신기업 성장지원 프로그램(연구개발)사업의 지원을 받아 수행하였습니다 (과제번호 : 2020003160004).

참고문헌

1. Choi et al., "Efficient Removal of Ammonia by Hierarchically Porous Carbons from a CO₂ Capture Process", Chem. Eng. Technol., 43 (10), 1-11 (2020).
2. Cho et al. "A Study on the Adsorption and Desorption Characteristics of Metal-Impregnated Activated Carbons with Metal Precursors for the Regeneration and Concentration of Ammonia", Clean Technol. 26 (2), 137-144 (2020)

석탄화력발전소의 배기가스 중 Hg^0 의 흡착제거를 위한 황 기능화 Biochar의 개발

박중호, 홍용석*, 김문현¹

고려대학교 과학기술대학 환경시스템공학과, ¹대구대학교 공과대학 환경공학과

Development of S-functionalized Biochar for Adsorption and Removal of Hg^0 in Flue gas of Coal-fired Power Plants

Joung-Ho Park, Yong-Seok Hong*, Moon Hyeon Kim¹

Department of Environmental Engineering, Korea University, ¹Department of Environmental Engineering, Daegu University

석탄화력발전소에서 석탄의 연소로 인해 배출되는 원소수은(Hg^0)은 물에 대한 용해도가 낮고 휘발성이 높기 때문에 대기오염방지시설에서 제거되지 못하고 대기로 배출되어 환경과 생태계에 악영향을 미친다. Hg^0 을 제거하는 대표적인 방법으로는 배기가스에 흡착제를 분사하여 Hg^0 을 흡착제거하는 방법이 있다. 본 연구에서는 생산단가가 비싼 활성탄을 사용하는 대신 원료공급이 쉽고 경제성이 뛰어난 biochar를 흡착제로 선정하여 황 기능화를 통해 Hg^0 을 흡착제거하기 위한 연구를 진행하였다. 왕겨를 400-500 °C에서 탄화하여 만든 biochar(유기바이오차, 유기산업)를 흡착제로 사용하였으며 Hg^0 에 대한 화학 흡착력을 증대시키기 위하여 황으로 기능화를 하였다. 기능화를 하는 중에는 황함량, 열분해 온도, 열분해 유지시간 및 산소 함량을 달리하여 biochar의 합성 조건이 Hg^0 의 흡착에 미치는 영향을 파악하고자 한다. 황 기능화시 산소 함량이 증가하는 경우, biochar에는 sulfite, sulfate, sulfoxide, sulfone 및 thiophene과 같은 산소를 포함하는 다양한 sulfur-functional groups을 생성되므로 각 기능기들이 Hg^0 흡착에 기여하는 정도를 파악할 수 있다. 반응기는 batch type을 사용하였으며 황이 H_2S 나 SO_2 의 가스형태로 배출된다 하더라도 biochar에 재흡착되어 황 기능기를 형성하도록 하였다. 제작한 각각의 biochar는 물성과 기능기를 확인하기 위하여 XPS, S_{BET} , elemental analysis, FT-IR 분석을 하였다.

NO_x 저감 및 경제성 향상을 위한 펄프 제지 산업의 바이오매스 연소 시스템 운전조건 최적화

박지예^{1,2}, 김유림^{1,2}, 임종훈^{1,2}, 조형태¹, 김정환^{1,*}

¹한국생산기술연구원 친환경재료공정연구그룹, ²연세대학교 화공생명공학과

Optimization of biomass combustion system operations in pulp and paper industry for NO_x reduction with economic improvement

Jiye Park^{1,2}, Yurim Kim^{1,2}, Jonghun Lim^{1,2}, Hyung Tae Cho¹, Jung Hwan Kim^{1,*}

¹Korea Institute of Industrial Technology, ²Yonsei University

펄프 제지 산업은 펄프를 생산하는 공정에서 배출되는 바이오매스인 흑액을 연소하여 고압 증기와 펄프를 분해하는 백액을 회수한다. 회수보일러로 주입되는 흑액 농도가 증가하고 2차 연소 공기 유량이 증가할수록, 생산할 수 있는 고압 증기와 백액이 증가하지만, 동시에 NO_x 배출량이 증가하는 문제점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 바이오매스 연소 시스템의 NO_x 배출량을 저감하면서 생산량을 증가시키기 위해 최적화를 통해 흑액 농도와 연소 공기 유량을 도출하였다. 최적의 흑액 농도와 연소 공기 유량을 도출하기 위해 증발기와 회수보일러, SNCR 공정을 통합한 공정을 모사하였다. 증발기에서 소비되는 에너지와 회수보일러에서 회수하는 고압 증기와 백액, SNCR 공정의 운전비를 도출하여 바이오매스 연소 시스템의 순 이익을 극대화하기 위해 새로운 수학적 모델을 제시하였다. 그 결과, 최적의 흑액 농도와 연소 공기 유량으로 인해 바이오매스 연소 시스템의 NO_x 배출량이 저감되고 연간 순 이익의 증가가 가능하였고, 이를 통해 바이오매스 연소 시스템의 환경적, 경제적 개선이 가능할 것으로 기대된다.

대기 정화용 흡착제의 압출 성형 특성 연구

배민아^{1,2}, 김경호¹, *백재호¹

¹한국생산기술연구원, ²부산대학교 재료공학과

Study on extrusion properties of adsorbents for air purification

Min A Bae^{1,2}, Kyeong Ho Kim¹, *Jae Ho Baek¹

¹Korea Institute of Industrial Technology,

²Materials of Science and Engineering Pusan National University

전 세계적으로 환경오염이 심화되면서 환경오염 방지 및 이를 저감할 수 있는 대체 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 무엇보다 지구온난화를 유발하는 이산화탄소(CO₂)를 제어할 수 있는 기술인 CO₂ 분리회수 흡착법은 고농도의 CO₂를 흡착하는데 있어서 효과적으로 알려져 있다. 흡착제의 원재료로 각광받는 알루미늄 실리케이트(Aluminium silicate)는 비표면적이 넓은 다공성 고체 분말(Powder)로 이를 이용하여 대기오염 물질을 흡착하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 알루미늄 실리케이트는 분말 상태 그대로 활용하기엔 분진이 많이 발생하고 사용과정에서 흡착제가 소실될 가능성이 크기에 첨가제를 이용하여 바인딩 후 압출하여 성형체로 제작하여 사용하고 있다. 그러나 압출성형의 경우 각 세부 공정의 변수(첨가물의 투입량, 스크류의 속도, 온도 등)들은 서로 영향을 미치기 때문에 원료의 함량, 함수율 등의 개별 변수를 항상 독립적으로 변화시킬 수는 없다[1-2]. 이에 본 연구에서는 알루미늄 실리케이트에 유·무기점결제를 첨가하여 압축 펠렛을 제조할 시, 성형 공정 변수에 따른 펠렛의 물성변화를 관찰하여 펠렛타이징시 공정 변수들이 알루미늄 실리케이트 성형체의 물성에 미치는 영향을 알아보았다.

참고문헌

1. M. A Bae, K. H. Kim and J. H. Baek, "Effect of inorganic additives and sintering temperature on adsorbents", *Korean J. Mett. Mater.*, 60(3) 244-250 (2022).
2. J. H. Kim and G. H. Ryu, "Effect of extrusion process parameters on puffing of extruded pellets", *Korean J. Food Sci. Technol.*, 33(1) 55-59 (2001)

Mineral carbonation to produce Calcium carbonate from industrial waste, gypsum

Donghyeon Yoon, Youngbok Ryu and Siwoo Lee

Green Materials and Process R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

To reduce green gas like carbon dioxide, many studies had been researched about CCUS(Carbon dioxide Capture, Utilization & Storage). Mineral carbonation is one of the technologies which could deal with huge amount of CO₂. This research had been performed to produce high purity of Calcium Carbonate (CaCO₃) by using gypsum which is industrial waste. Various eluent were used such as hydrochloric acid, acetic acid, ammonium chloride etc. to find efficient one for extracting Ca²⁺ ion from the gypsum. By adjusting pH of Ca²⁺-rich leachate from CaSO₄, some impurities could be removed. When CO₂ gas was injected into the Ca²⁺-rich leachate (adjusting pH 10~11), CaCO₃ was precipitated. After the carbonation process using Ca²⁺-rich leachate and CO₂, CaCO₃ was obtained as a product. Samples were characterized by X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence (XRF), inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-OES) etc.

References

1. Kim et al., "A Study on Cation Extraction and Impurity Separation in Slag", Clean Technol., 25(4), 311-315 (2019).
2. Song et al., "Factors affecting the precipitation of pure calcium carbonate during the direct aqueous carbonation of flue gas desulfurization gypsum", ELSEVIER., Energy 65, 527-532(2014)

Extraction and Carbonation Behavior of Precipitated Calcium Carbonate using Oyster shell powders

Yu Jeong Yun^{1,2}, Young Bok Ryu^{1*} and Yangdo Kim^{2*}

¹Green Materials and Process R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²School of Materials Science and Engineering, Pusan National University

Mineral carbonation using industrial by-products is a technology that not only could be stored stably and utilized CO₂, but also secure economic feasibility by value-addition of by-products. The purpose of this study is to obtain basis of high-quality precipitated calcium carbonate (PCC) synthesis using various Ca source. To examine high-quality PCC synthesis conditions through mineral carbonation using oyster shell, extraction experiment was conducted using oyster shell powders, and carbonation experiment was conducted with artificial Ca-rich solution using calcium chloride (CaCl₂) for rapid experiment. Ca ions from oyster shell powders were extracted with hydrochloric acid (HCl), acetic acid (CH₃COOH) and ammonium chloride (NH₄Cl) as solvent. After that, pH of the leachate was adjusted using sodium hydroxide (NaOH) for removing impurity and carbonation condition. The carbonation using Ca-rich solution and CO₂ was examined in various conditions. Formation behavior of PCC was observed according to the various conditions such as CO₂ flow rate, NaOH concentration and Ca concentration. Ca ion dissolution efficiency was calculated using the analyzed data from X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence (XRF) and inductively coupled plasma (ICP), and characteristics of CaCO₃ were confirmed through scanning electron microscopy (SEM), particle size analyzer (PSA) and XRD.

의료폐기물 처리기술 및 동향

윤주형, 김건우, 김종수, 정수화*

한국생산기술연구원 탄소중립산업기술연구부

The Processing Technology and Trends of Medical Wastes : Review

JooHyeong Yoon, GeonWoo Kim, JongSu Kim, SooHwa Jeong*

Carbon Neutral Technology R&D Department, Korea Institute of Industrial Technology

최근 세계적으로 의료폐기물에 대한 처리 중요성이 크게 상승하고 있다. 코로나-19 감염 확산으로 인해 더욱 증가된 실정이나, 그에 맞는 처리할 수 있는 수요시설은 부족하다. RFID (Radio-Frequency Identification)를 의무화하여 의료폐기물 관리시스템을 국내에서 구축하였으나, 추적이 되지 않는 의료폐기물이 약 30%로 관리가 되지 않고 있는 상황이다 [1]. 또한 국내 의료폐기물 중 일반 의료폐기물이 가장 많이 발생하며 매일 5톤 미만이 발생한다. 이 중의 23%는 일반 쓰레기에 의료폐기물이 버려지고 있으며, 55%는 의료폐기물 전용용기를 통해 버려지고 있다 [2]. 의료폐기물은 일반폐기물과 다르게 질병의 감염 위험이 있어 각별한 관리 및 처리방법이 필요하다. 처리방법 중에는 소각, 열분해, 재활용, 매립 등의 방법이 있으나, 이 방법 중에 국내에서는 제약이 적은 소각으로 처리되고 있는 실정이다. 반면 국외에서는 소각뿐만 아니라 다양한 방법으로 의료폐기물이 처리되고 있다. 따라서 국내와 국외에서의 최근 의료폐기물 처리 기술과 트렌드에 대해 고찰해보고 국내에도 적용할 수 있는 친환경적인 의료폐기물 처리기술을 제안해보고자 한다.

사 사

본 연구는 환경부(Ministry of Environment)와 한국환경산업기술원(keiti)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다(No.2021003350010).

참고문헌

1. Dongwon Ki. "The increase in the generation of medical waste brought by COVID-19 and The urgent solution of Seoul Metropolitan Government". Seoul Institute of Technology Report June 2020 issue Vol.3 (2020).
2. Se-Eun Oh et al. " A survey on the Current State of Medical Waste treatment and the Opinion of Medical waste managers about On-site Treatment of the General Hospitals in Korea". Korean Public Health Research Vol. 42, No. 3, pp. 13~22 (2016).

Complete Oxidation of Ethylene Dichloride over Al-Ti Supported Cu Composite Oxide Catalyst

Seungjun Lee¹, Wongeun Yoon¹ and Won Bae Kim^{1*}

¹Department of Chemical Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH)

Volatile organic compounds (VOCs) are regarded as critical atmospheric pollutants. Catalytic combustion was developed long time ago, but still the most widely used and effective. However, some of VOCs contain Cl element and it makes catalysis even more difficult because they cause deactivation by Cl-poisoning or diversity of poly-chlorinated toxic byproducts. Thus, in order to properly remove these kinds of chlorinated VOCs (CVOCs), the catalyst should not only be active, but also be chemically stable under Cl-containing atmosphere and have high selectivity toward non-toxic products. In this study, catalytic complete oxidation of ethylene dichloride (EDC) was investigated over Al-Ti mixed oxide supported CuO_x catalysts. The catalytic performances of the Cu/Al-Ti composite oxide catalyst were highly active, minimizing the production of toxic undesired byproducts. It could be led by the synergistic effect associated with abundant textural and acidic properties of support material and oxidizing ability of active material.

References

1. W. Yoon, S. Lee, Y. Noh, S. Park, Y. Kim, H.J. Chae and W.B. Kim, "Highly selective catalytic dechlorination of dichloromethane to chloromethane over Al-Ti mixed oxide catalysts," *ChemCatChem*, **12**, 5098-5108 (2020).
2. S. Lee, H. Han, W. Yoon and W.B. Kim, "Catalytic complete oxidation of 1,2-dichloroethane over Al-Ti mixed oxide supported VO_x catalyst," *Appl. Catal. A: Gen.*, **611**, 117970 (2021).
3. S. Lee, W. Yoon, J. Ji, H. Ahn and W.B. Kim, "Complete oxidation of 1,2-dichloroethane over highly efficient Cu/Al-Ti composite metal oxide catalyst," *J. Environ. Chem. Eng.*, **10**, 108325 (2021).

SO_x 및 CO₂ 포집 및 활용을 위한 시멘트 가마 먼지 회수 공정 개발

이혜정^{1,2}, 임종훈^{1,2}, 조형태², 김정환^{2*}

¹연세대학교, ²한국생산기술연구원

Novel cement kiln dust recovery process for SO_x and CO₂ utilization

Hye Jeong Lee^{1,2}, Jong Hun Lim^{1,2}, Hyung Tae Cho² and Jung Hwan Kim^{2*}

¹Yonsei University, ²Korea Institute of Industrial Technology

시멘트 산업은 원료인 석회석 소성 과정에서 지구온난화 및 산성비의 원인이 되는 많은 양의 대기오염 물질이 배출된다. 시멘트 산업에서 발생하는 시멘트 가마 먼지는 CaO, SiO₂, SO₃와 같은 유용한 화합물을 포함하고 있어 SO_x 및 CO₂ 저감을 위해 활용할 수 있다. 본 연구에서는 SO_x 및 CO₂ 흡수 및 활용을 위한 시멘트 가마 먼지 회수 공정을 제안하였다. 제안 공정은 세 단계로 구성된다. 첫째, 시멘트 가마 먼지를 물과 반응시켜 SO_x 포집 및 CO₂ 탄산화에 사용되는 Ca(OH)₂를 생산하였다. 둘째, 생성된 Ca(OH)₂를 물과 반응시켜 알칼리 슬러리 형태로 만든 후 SO₂와 기-액 접촉 반응시켜 통해 SO₂를 포집한다. 셋째, 모노에탄올아민을 이용하여 이산화탄소를 포집하고, 흡수된 이산화탄소는 Ca(OH)₂와 반응하여 탄산화 반응을 통해 CaCO₃로 전환된다. 제안 공정을 통해 SO_x 및 CO₂를 효과적으로 포집하였고, CaSO₄, SiO₂, CaCO₃를 생산하여 활용하였다.

반도체&디스플레이 공정에서 배출되는 온실가스 및 미세먼지 저감을 위한 차세대 스크러버 개발

김정수, 김인규, 정재훈, 최호준, 정훈, 이근수, 홍진기, 정의순*

유니셈(주) 부설연구소
경기 화성시 장지남길 10-7

전 세계적으로 대기 환경의 오염이 심각해지는 요즘 온실가스 및 미세먼지 저감에 대한 관심은 증가하고 있다. 우리나라는 세계 11위의 온실가스 다배출 국가로서 감축의무 상향과 실효적 이행을 위한 국제사회의 요구가 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 제 21차 유엔기후변화협약 당사국총회 결과 국내의 온실가스 감축 목표를 2030년까지 BAU대비 37%로 제시하였고 이에 따라 국내 많은 산업에서 공정 개선, 감축 기술 개발 등을 통해 이에 대응할 것으로 보인다. 우리나라는 산업 구조상 온실가스 및 미세먼지를 배출하는 산업 분야가 많은데 그 중에서도 반도체&디스플레이 제조공정에서 배출되는 온실가스 및 미세먼지를 저감하기 위해 다양한 방법이 시도되고 있다. 반도체&디스플레이 제조 공정에서는 다양한 온실가스가 다량 사용되고 있는데, 이 중에서 식각제로 사용하는 NF_3 와 산화제로 사용되는 N_2O 를 처리하기 위해 다량의 에너지를 사용하는 고온 열분해 방식을 사용하고 있다. 하지만 열분해 과정에서 NO_x 와 HF 등과 같은 추가 오염물질이 발생되며 NF_3 및 N_2O 와 함께 사용되는 SiH_4 는 수십 nm ~ 수백 μm 의 SiO_2 미세입자를 생성하여 여러가지 문제를 야기한다. 이러한 문제들을 해결하고자 여러 관련 업체에서 스크러버를 개발 및 운영하고 있으나 처리 효율이 낮고 처리용량 또한 낮은 수준이다. 따라서 수요처의 요구 조건에 맞는 대용량의 고효율 온실가스 및 미세먼지 저감을 위한 차세대 스크러버 개발이 필요하고 이를 소개하고자 한다.

Fabrication and Antibacterial Performance Evaluation of Cu₂O Particles Synthesized by Solvothermal Method which was Embedded in Electrospun PVDF Nanowebs

Taejong Jang, Siwoo Lee, Youngbok Ryu*

¹Green Materials and Process R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

Among the inorganic antibacterial agents such as gold, silver and zinc, researchers have focused attention on copper-based materials due to its low cost, non-toxic, and abundance. Among the copper-based particles, Cu₂O has excellent antibacterial activity. It is known that the antibacterial activity varies depending on the size and morphology of the Cu₂O particles. Cu₂O particles could be prepared in various morphologies by adjusting synthetic parameters during the solvothermal synthesis. As the water ratio of the ethanol solvent increased from 0 to 15 vol %, Cu₂O particles were synthesized from a cube to cuboctahedron and octahedron, and subunit of each particles were grown. Various morphologies of Cu₂O particles were added to PVDF solution and then nanowebs were fabricated by an electrospinning process. Nanowebs with different diameters were produced by adjusting the nozzle tip diameter and voltage. The diameter of the nanowebs and the dispersion of Cu₂O particles were confirmed by scanning electron microscope (SEM), and the antibacterial performance of the Cu₂O powder and the nanowebs were compared by dry rehydratable film method.

Development of radical reactive system for industrial odor removal

W.J. Jeon^{1,2}, M. R. Kim¹ and S. Kim^{1*}

¹ Green Materials and Processes R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology, Republic of Korea

² Department of Electrical Engineering, Hanyang University, Republic of Korea

The Korea ministry of environment enacted an anti-odor law that systematically deals with odors as they become an environmental problem directly related to the quality of life of the people. However, the one of the representative odor removal methods is wet scrubber. A wet scrubber system shows high odor removal performance on water soluble odorous materials. However, it has limitations in the removal efficiency of water insoluble odor substances like organic compounds. So, new odor removal methods are needed to treat industrial exhausted gas which contains insoluble odor substances. To remove complex odorous substances of water-soluble and organic odorous substances, we propose a plasma hybrid scrubber system that can overcome limitations of wet scrubber. The organic odor removal efficiency in the scrubber by decomposing odorants and hydrophilizing through plasma-generated radical reactions. The experiment was conducted at the Ethyl acrylate (EA) concentration of 20 ppm and a flow rate of 5 cmm. The wet scrubber had EA removal efficiency of 57.9%, while our system's removal efficiency was achieved over 99%.

References

1. L. Andreozzi, V. Castelvetro, M. Faetti, M. Giordano, F. Zulli, "Rheological and thermal properties of narrow distribution poly(ethyl acrylate)s", *Macromolecules*. 39 1880-1889 (2006).
2. K. Sucker, F. Hoffmeyer, C. Monsé, B. Jettkant, H. Berresheim, N. Rosenkranz, M. Raulf, J. Bünger, T. Brüning, "Ethyl acrylate: influence of sex or atopy on perceptual ratings and eye blink frequency", *Arch. Toxicol.* 93 2913-2926 (2019).
3. P.F. Biard, A. Couvert, C. Renner, J.P. Levasseur, "Assessment and optimisation of VOC mass transfer enhancement by advanced oxidation process in a compact wet scrubber", *Chemosphere*. 77 182-187 (2009).

Extraction and Carbonation Behavior of Precipitated Calcium Carbonate using Oyster shell powders

Yu Jeong Yun^{1,2}, Young Bok Ryu^{1*} and Yangdo Kim^{2*}

¹Green Materials and Process R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), ²School of Materials Science and Engineering, Pusan National University

Mineral carbonation using industrial by-products is a technology that not only could be stored stably and utilized CO₂, but also secure economic feasibility by value-addition of by-products. The purpose of this study is to obtain basis of high-quality precipitated calcium carbonate (PCC) synthesis using various Ca source. To examine high-quality PCC synthesis conditions through mineral carbonation using oyster shell, extraction experiment was conducted using oyster shell powders, and carbonation experiment was conducted with artificial Ca-rich solution using calcium chloride (CaCl₂) for rapid experiment. Ca ions from oyster shell powders were extracted with hydrochloric acid (HCl), acetic acid (CH₃COOH) and ammonium chloride (NH₄Cl) as solvent. After that, pH of the leachate was adjusted using sodium hydroxide (NaOH) for removing impurity and carbonation condition. The carbonation using Ca-rich solution and CO₂ was examined in various conditions. Formation behavior of PCC was observed according to the various conditions such as CO₂ flow rate, NaOH concentration and Ca concentration. Ca ion dissolution efficiency was calculated using the analyzed data from X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence (XRF) and inductively coupled plasma (ICP), and characteristics of CaCO₃ were confirmed through scanning electron microscopy (SEM), particle size analyzer (PSA) and XRD.

Mineral carbonation to produce Calcium carbonate from industrial waste, gypsum

Donghyeon Yoon, Yu Jeong Yun, Siwoo Lee and Young Bok Ryu*

Green Materials and Process R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

To reduce green gas like carbon dioxide, many studies had been researched about CCUS(Carbon dioxide Capture, Utilization & Storage). Mineral carbonation is one of the technologies which could deal with huge amount of CO₂. This research had been performed to produce high purity of Calcium Carbonate (CaCO₃) by using gypsum which is industrial waste. Various eluent were used such as hydrochloric acid, acetic acid, ammonium chloride etc. to find efficient one for extracting Ca²⁺ ion from the gypsum. By adjusting pH of Ca²⁺-rich leachate from CaSO₄, some impurities could be removed. When CO₂ gas was injected into the Ca²⁺-rich leachate (adjusting pH 10~11), CaCO₃ was precipitated. After the carbonation process using Ca²⁺-rich leachate and CO₂, CaCO₃ was obtained as a product. Samples were characterized by X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence (XRF), inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-OES) etc.

References

1. Kim et al., "A Study on Cation Extraction and Impurity Separation in Slag", Clean Technol., 25(4), 311-315 (2019).
2. Song et al., "Factors affecting the precipitation of pure calcium carbonate during the direct aqueous carbonation of flue gas desulfurization gypsum", ELSEVIER., Energy 65, 527-532(2014)

반도체&디스플레이 공정에서 배출되는 온실가스 및 미세먼지 저감을 위한 차세대 스크러버 개발

김정수, 김인규, 정재훈, 최호준, 정훈, 이근수, 홍진기, 정의순*

유니셈(주) 부설연구소
경기 화성시 장지남길 10-7

전 세계적으로 대기 환경의 오염이 심각해지는 요즘 온실가스와 미세먼지 저감에 대한 관심은 증가하고 있다. 우리나라는 세계 11위의 온실가스 다배출 국가로서 감축의무 상향과 실효적 이행을 위한 국제사회의 요구가 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 제 21차 유엔기후변화협약 당사국총회 결과 국내의 온실가스 감축 목표를 2030년까지 BAU대비 37%로 제시하였고 이에 따라 국내 많은 산업에서 공정 개선, 감축 기술 개발 등을 통해 이에 대응할 것으로 보인다. 우리나라는 산업 구조상 온실가스와 미세먼지를 배출하는 산업 분야가 많은데 그 중에서도 반도체&디스플레이 제조공정에서 배출되는 온실가스와 미세먼지를 저감하기 위해 다양한 방법이 시도되고 있다. 반도체&디스플레이 제조 공정에서는 다양한 온실가스가 다량 사용되고 있는데, 이 중에서 식각제로 사용하는 NF_3 와 산화제로 사용되는 N_2O 를 처리하기 위해 다량의 에너지를 사용하는 고온 열분해 방식을 사용하고 있다. 하지만 열분해 과정에서 NO_x 와 HF 등과 같은 추가 오염물질이 발생되며 NF_3 및 N_2O 와 함께 사용되는 SiH_4 는 수십 nm ~ 수백 um의 SiO_2 미세입자를 생성하여 여러가지 문제를 야기한다. 이러한 문제들을 해결하고자 여러 관련 업체에서 스크러버를 개발 및 운용하고 있으나 처리 효율이 낮고 처리용량 또한 낮은 수준이다. 따라서 수요처의 요구 조건에 맞는 대용량의 고효율 온실가스 및 미세먼지 저감을 위한 차세대 스크러버 개발이 필요하고 이를 소개하고자 한다.

청정 용매

(포스터 발표)

9월 22일(목) 09:30 - 11:30

제주 메종 글래드 2층 복도 홀

Production of oligochitosan from shrimp shells by using Subcritical Water Hydrolysis

Md Sadek Ali¹, Truc Cong Ho², Jin-Seok Park¹, and Byung-Soo Chun^{1*}

¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-gu, Busan, 48513, Republic of Korea

²PL MICROMED Co., Ltd., 1F, 15-5, Yangju 3-gil, Yangsan-si, Gyeongsangnam-do, 50620, Republic of Korea

Physical method using subcritical water hydrolysis (SWH) was launched to treat extracted chitosan from shrimp shells (*penaeus monodon*) for preparing oligochitosan. The SWH treatment temperature and time were varied from 140 °C to 170 °C and 15 min to 60 min. SWH treated chitosan was characterized such as viscosity, gel permeation chromatography (GPC) and chemical characteristics by Fourier transform infrared (FTIR) and X-ray diffraction (XRD) spectroscopy. The results found that after treated with SWH system for 140 °C to 170 °C and 15 min to 60 min, the viscosity of chitosan and molecular weight of chitosans were reduced dramatically compared to untreated chitosan. However, at 170 °C in 60 min had no effect on molecular weight and viscosity might be because of occurred decompose for longer treatment. SWH treated chitosan at 170 °C in 15 min was found at 3.06 kDa from GPC. This result revealed that the oligochitosan prepared during SWH treatment system. The stability of the structure of chitosan was confirmed by FTIR. The chitosan solubility, water retention capacity and reducing sugar were also evaluated and the findings revealed that the SWH treated chitosan cold water solubility (CWS), water retention capacity (WRC) and total reducing sugar (TRS) increased with the increasing temperature and time. Moreover, the biological features of SWH treated chitosan also investigated by antioxidant, antimicrobial and anticancer activities respectively. Furthermore, antioxidant and antimicrobial activities showed an increased trend which was dependent on the molecular weight of chitosan. The SWH treated chitosan also showed the activities of anticancer cell line. The results suggested that subcritical water hydrolysis method could be a prospective method to produce oligochitosan which can apply in different food and biomedical science.

Phase behavior of binary system for the (ethyl acetoacetate + CO₂) mixture at high pressure

Min-Soo Park, Chang-Woo Lee, Soon-Do Yoon, Heon-Ho Jeong, Hun-Soo Byun*

Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Chonnam National University, Yeosu, Jeonnam 59626, S. Korea

The phase equilibrium data for the two-component mixture of ethyl acetoacetate in supercritical CO₂ was reported. The solubility determinations were performed by the visible synthetic method at $T = (313.2 \text{ to } 393.2) \text{ K}$ and $p = (3.69 \text{ to } 20.31) \text{ MPa}$. The experimental results indicated that the solubility of CO₂ was found to increase with the augmented of system temperatures and mole fraction of ethyl acetoacetate in binary (solute + solvent) system. The solubility curve of ethyl acetoacetate in the CO₂ + ethyl acetoacetate system increases as the temperature increases at a fixed pressure. The CO₂ + ethyl acetoacetate mixture exhibit type-I phase behavior. Moreover, the experimental results obtained in this research are correlated with Peng-Robinson equation of state and van der Waals one-fluid mixing rule containing two adjustable interaction parameters.

Acknowledgment

This work was financially supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2021R1A2C2006888).

References

1. J. Jennifer, and M. Perrut, Particle design using supercritical fluids: Literature and patent survey, *J. Supercrit. Fluids* 20 (2001) 179-219.
2. Y-S. Jang, H-H. Jeong, and H-S. Byun, Phase equilibria for the binary mixture of n-vinyl pyrrolidone and N, N-dimethylacrylamide in supercritical carbon dioxide, *J. Ind. Eng. Chem.* 18 (2012) 414-419.
3. D. Y. Peng, and D. B. Robinson, A new two-constant equation of state, *Ind. Eng. Chem. Fundamen.* 15 (1976) 59-64.
4. PNP. Ghoderao, D. Dhamodharan, and H-S. Byun. Binary mixture phase equilibria for the vinyl laurate, vinyl methacrylate and vinyl propionate under high pressure carbon dioxide. *The Journal of Chemical Thermodynamics*, 168 (2022) 106746
5. PNP. Ghoderao, D. Dhamodharan, and H-S. Byun. Co-solvent concentration impact on the cloud point behavior of 2-and 3-ingredient systems of the poly(tridecyl methacrylate) in supercritical CO₂. *New J. Chem.*, 46 (2022) 2300-2308.

The Vapor + Liquid Phase Equilibrium of for the 3-Chloro-2-Hydroxypropyl Methacrylate in Supercritical Carbon dioxide

Hun-Soo Byun^{*}, Min-Soo Park, Soon-Do Yoon and Chang-Woo Lee

Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Chonnam National University, Yeosu, Jeonnam 59626, S. Korea (*Corresponding author: hsbyun@jnu.ac.kr)

The thermodynamic phase equilibrium curve for the binary mixture of 3-chloro-2-hydroxypropyl methacrylate in supercritical carbon dioxide was measured. The solubility data determinations were performed by the synthetic method at $T = (313.2 \text{ to } 393.2) \text{ K}$ and $p = (3.36 \text{ to } 33.90) \text{ MPa}$. The experimental results indicated that the solubility of carbon dioxide was found to increase with the augmented of system temperatures and mole fraction of 3-chloro-2-hydroxypropyl methacrylate in binary (solute + solvent) system. The solubility curve of 3-chloro-2-hydroxypropyl methacrylate in the carbon dioxide + 3-chloro-2-hydroxypropyl methacrylate system increases as the temperature increases at a fixed pressure. Three phases were not observed in the five temperatures for the carbon dioxide + 3-chloro-2-hydroxypropyl methacrylate mixture. Moreover, experimental solubility was adequately correlated with the Peng-Robinson equation of state.

Acknowledgment

This work was financially supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2021R1A2C2006888).

References

1. J. Jennifer, and M. Perrut, Particle design using supercritical fluids: Literature and patent survey, J. Supercrit. Fluids 20 (2001) 179-219.
2. L. K. Jonathan, D. A. Canelas, J. L. Young, and J. M. DeSimone, Polymerizations in supercritical carbon dioxide, Chem. Rev. 99 (1999) 543-564.
3. Y-S. Jang, H-H. Jeong, and H-S. Byun, Phase equilibria for the binary mixture of n-vinyl pyrrolidone and N, N-dimethylacrylamide in supercritical carbon dioxide, J. Ind. Eng. Chem. 18 (2012) 414-419.
4. P. Ding-Yu, and D. B. Robinson, A new two-constant equation of state, Ind. Eng. Chem. Fundamen. 15 (1976) 59-64.

Analysis of Physical and Biological Properties of Bio-degradable Films with Hydrolysates of *E. stolonifera* using Subcritical Water Extraction

Ye-Seul Park, Jin-Seok Park, Ji-Min Han, Yu-Na Shin, Ye-Ryeon Shin, Sin-Won Park, Md Sadek Ali and Byung-Soo Chun *

Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-gu, Busan 48513, Korea

In today's packaging industry, packaging films with petroleum-based plastics are predominantly used and constitute a serious threat to the global environment. To resolve this issue, biodegradable films have been studied continuously. *Ecklonia stolonifera*, one of brown algae, has outstanding antioxidant activities because of its abundant phlorotannins. The seaweed has been shown to have other effects on diseases, such as diabetes and arteriosclerosis. In this study, chitosan-gelatin-based films were fabricated by *E. stolonifera* extracts using subcritical water extraction (SWE). SWE is considered as an eco-friendly and harmless method for human body because it only uses water by solvent. *E. stolonifera* subcritical water extracts (ESEs) and films including ESEs were analyzed. First, as a result of the antioxidant activity assays (ABTS+, DPPH, FRAP) and antibacterial property test, ESE at 195°C showed the highest value. Second, assays of SEM, FT-IR, XRD, antioxidant activity of the films were conducted. Moreover, tensile strength, elongation at break, water solubility of the films were measured. Based on this study, the film with ESEs will contribute to future research in functional biodegradable films.

References

1. Hosseini, Seyed Fakhreddin, et al. "Development of bioactive fish gelatin/chitosan nanoparticles composite films with antimicrobial properties." *Food chemistry* 194 : 1266-1274 (2016).

Encapsulation of Phenolic Compound from *Sargassum thunbergii* Subcritical Water Extracts

Ji-min Han, Jin-Seok Park, Yu-Na Shin, Yeo-Lyeon Shin, Ye-Seul Park, Sin-Won Park, Byung-Soo Chun*

Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-gu, Busan 48513, Korea

In this research, phenolic compounds were extracted from *Sargassum thunbergii* using subcritical water, and *S. thunbergii* phenolic compounds-loaded chitosan nanoparticles were prepared to improve the stability of the extract. In order to determine optimum phenolic compound extraction conditions from *S. thunbergii* used RSM. As a result of RSM, the optimal extraction conditions were determined to be 196.37 °C, 31.58 min, 3.42 Mpa. The total phenolic content of optimal *S. thunbergii* extract (OSE) was predicted to be 16.023 PGE/g of dry sample, and the experimental value was 17.08±0.28 PGE/g of dry sample. OSE was analyzed for individual phenolic compounds using HPLC, and antioxidant activity (ABTS, DPPH, FRAP) was confirmed. Then, OSE-loaded chitosan nanoparticles were prepared based on the ionic gelation method. And collection efficiency, efficiency, size, dispersion, crystallinity, thermal characteristics analysis, antioxidant activity, and antibacterial activity analysis were analyzed. Chitosan nanoparticles can not only improve the stability of natural physiologically active compounds that sensitive to the external environment, but also OSE-loaded nanoparticles will be valuable for research on industrial applications such as functional films, functional foods, pharmaceuticals, and cosmetics.

References

1. Wen Fan., Wei Yan., Zushun Xu., and Hong Ni., “Formation mechanism of monodisperse, low molecular weight chitosan nanoparticles by ionic gelation technique”, *Colloids Surf B Biointerfaces.*, 90, 21-27 (2012)

Development of novel material using seaweed culture by-product (*Saccharina japonica* root) for zero-waste based on clean technology

Jin-Seok Park^{1,2}, Young-Je Jo³, Ji-Min Han¹, Ye-Seul Park¹, Yu-Na Shin¹, Ye-Lyeon Shin¹, and Byung-Soo Chun¹

¹Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-gu, Busan, 48513, Republic of Korea

²Industry-University Cooperation Foundation, Pukyong National University, 45 Yongso-ro, Nam-gu, Busan, 48513, Republic of Korea

³BET, 46, Marine city 3-ro, Haeundae-gu, Busan, Republic of Korea

Although kelp (*Saccharina japonica*) is known to have effects such as antioxidant and blood sugar control, most of the research is focused on the edible part of *S. japonica*, so the root part is considered a by-product and discarded. It is known that various functional components contained in *S. japonica* root to inhibit the activity of α -glucosidase. Although these useful components can be extracted using acid-base hydrolysis, organic solvents, enzymes, etc., but environmental and economic problems are caused. In this study, develops a novel material based on a clean process using a *S. japonica* root, and its physicochemical properties (total sugar, reducing sugar, total phenol, etc.) and biological activities (antioxidant, α -glucosidase inhibitory activity) according to temperature to achieve high value-added material of *S. japonica* root. The purpose of this study is to develop the utility of discarded *S. japonica* roots using subcritical water, a clean process, and ultimately achieve zero-waste in the fishery industry.

References

1. Park, J. S., Jeong, Y. R., and Chun, B. S., "Physiological activities and bioactive compound from laver (*Pyropia yezoensis*) hydrolysates by using subcritical water hydrolysis", J. Supercrit. Fluids., 148, 130-136 (2019).
2. Jo, Y. J., "Characterization of α -and β -glucosidase inhibitors from jujube leaf and their applications to foods", Doctoral dissertation, Seoul National University (2019).

진피와 카카오껍질 추출물의 유용성분 농축을 위한 층 분리 방법 연구

이승은¹, 임지선^{1,2}, 이홍식^{1,2*}

¹한국생산기술연구원, ²선문대학교

A Study on the Layer Separation Method for the Concentration of Valuable Components in Mandarin Peel and Cacao Bean Husk Extracts

Seung Eun Lee¹, Ji Sun Lim^{1,2}, and Hong-shik Lee^{1,2*}

¹Korea Institute of Industrial Technology, ²Sunmoon University

최근 들어 건강 및 환경에 대한 소비자들의 관심이 높아지면서 여러 동식물성 원료로부터 나온 천연 추출물을 사용한 제품이 각광받고 있다. 이러한 천연 추출물에는 오메가3, 리놀레산 등의 지용성 물질과 폴리페놀, 플라보노이드 등의 수용성 물질이 혼재되어 함유되어 있고, 이들 성분이 복합적으로 작용하여 항산화, 항염, 보습 등의 효능을 나타내는 것으로 알려져 있다. 그러나 천연 추출물 중 실제 효능에 관여하는 유용성분의 함량은 일반적으로 매우 낮아 사용량 대비 효과가 크지 않은 경우가 많으며, 이를 개선하기 위해 새로운 추출 방법을 도입하거나 고도의 분리정제 공정을 도입하는 등의 노력이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 오일과 항산화 성분으로 구성된 천연 추출물 중 유용성분을 농축하기 위해 물과 에탄올을 이용한 층 분리 방법의 최적화를 진행하였다. 실험에 사용된 샘플은 진피와 카카오껍질에서 soxhlet을 이용해 추출된 오일이였다. 이 샘플을 용매로 희석하여 원심분리기로 층 분리한 뒤 잔사와 상등액의 조지방 함량과 폴리페놀 함량을 비교 분석하였다. 이때 soxhlet과 evaporation 과정을 통해 조지방 함량을 확인하였으며 uv기기를 사용해 폴리페놀 함량을 확인하였다. 그 결과, 조지방 함량에 비해 폴리페놀 함량은 변화가 크지 않았으며 조지방 함량이 잔사와 상등액 중 어느 한 쪽으로 높은 농도로 농축되는 조건을 최적 조건으로 판단하였다. 용매에서는 에탄올에 비해 물로 희석했을 때 잔사 쪽으로 조지방 함량이 높게 나왔다. 시료별 농도 결과는 진피 시료에서 농도 20%, 카카오껍질에서 농도 10%일 때 잔사와 상등액에서 조지방 함량과 폴리페놀 함량이 높았음을 확인하였다.

초임계추출 공정에 따른 디카페인 커피 생두의 전처리 조건 비교 분석

임지선^{1,2}, 이승은^{1,2}, 이흥식^{1*}

¹한국생산기술연구원, ²선문대학교

A Comparative Analysis of Pretreatment Conditions of Decaffeinated Coffee Bean from Supercritical Extraction Process

Ji Sun Lim^{1,2}, Seung Eun Lee^{1,2}, Hong-shik Lee^{1,*}

¹Korea Institute of Industrial Technology, ²Sunmoon University

커피 산업이 지속적으로 성장하면서 커피의 형태와 제품군이 점차 다양해지고 있다. 특히 최근 소비자들의 건강에 대한 관심이 늘어나면서 카페인 섭취를 최소화하며 커피의 맛과 향을 즐길 수 있는 디카페인 제품의 수요가 증가하는 추세이다. 본 연구에서는 커피 향미의 손실을 최소화하기 위해 초임계추출 공정을 이용하여 디카페인 실험을 진행하였다. 생두의 전처리는 열수처리, 마이크로파 처리, 초음파 처리 세 가지 방법을 이용하였고, 전처리 방법 및 생두의 수분 함량에 따른 초임계 추출 효과를 비교 분석하였다. 초임계 추출 후에는 HPLC를 사용하여 생두에 포함된 트리고넨린, 클로로겐산, 카페인의 함량 변화를 분석하였다. 트리고넨린과 클로로겐산은 향미를 결정하는 중요한 성분이므로 보존율을 높여야 하는 반면, 카페인은 국내 기준으로 90% 이상 제거해야하기 때문에 추출률을 높여야 한다. 초임계 추출 공정으로 향미 성분의 보존율을 높이고 카페인의 추출률을 높이는 최적의 조건을 찾기 위한 실험을 진행하였다. 현재까지의 연구 진행 결과, 열수처리한 커피 생두의 수분 함량이 30%일 때 디카페인 추출률 76.6%, 트리고넨린 보존율 91.6%, 클로로겐산 보존율 93.5%로 가장 최적의 조건인 것으로 파악되었다.

청정 수소

(포스터 발표)

9월 22일(목) 13:00 - 15:00

제주 메종 글래드 2층 복도 홀

PD-01

목재 플라스틱 복합체 (WPC)의 촉매 가스화를 통한 분해 특성 비교 및 합성가스 생산

서지현, 박영권*

서울시립대학교 환경공학과

Comparison of decomposition characteristics and production of syngas through catalytic gasification of wood plastic composites

Ji-hyeon Seo, Young-Kwon Park*

School of Environmental Engineering, University of Seoul, Seoul 02504, Republic of Korea

목재 플라스틱 복합체 (WPC)는 일반 목재에 비해 기계적 강도가 뛰어나고 플라스틱보다 친환경적인 특징으로 인해 주로 바닥재나 외벽재 등의 원료로 사용되고 있다. 목재 플라스틱 복합체의 사용량은 해마다 증가하고 있고, 사용된 WPC는 고형 폐기물로 배출된다. 이러한 WPC는 가스화와 같은 열적 분해 공정을 통해 합성가스로 전환 될 수 있으며, 촉매를 사용하여 수소나 메탄, 일산화탄소 등의 유용한 가스의 생산을 증가시키고 가스화 반응시 발생하는 tar의 생성을 억제할 수 있다. 특히, 촉매에 담지하여 사용하는 금속들 중 니켈은 다른 금속들에 비해 가격이 저렴하여 상용화에 유리하며 타르 저감에도 매우 효과적인 것으로 보고되고 있다. 따라서 본 연구에서는 니켈을 담지한 촉매를 WPC의 가스화에 적용하여 분해 특성을 비교해 보았으며, 목재 플라스틱 복합체(WPC)로부터 수소나 메탄, 일산화탄소 등 합성가스를 생산하기 위한 가스화 반응을 실시하였다.

사사

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 녹색 융합기술 인재 양성 특성화대학원의 지원을 받아 연구되었습니다.

폐어망으로부터 유용 가스 합성을 위한 2단 촉매 열분해 연구

김현진, 전수경, 박영권*

서울시립대학교 환경공학과

Useful Gas Synthesis from Waste Fishing Net via Two-stage Catalytic Pyrolysis

Hyunjin Kim, Jeon sugyeong¹, Young-Kwon Park*

School of Environmental Engineering, University of Seoul, Seoul 02504, Republic of Korea

최근 몇 년간 플라스틱 폐기물이 증가함에 따라 폐플라스틱의 환경 친화적인 재활용이 주목된다. 그 중 폐플라스틱을 알파올레핀과 같은 화학 원료로 전환하는 기술에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 현재 알파올레핀은 복잡한 공정 기술을 거쳐 생산되고, 생산 과정에서 이산화탄소를 배출할 수 있을 뿐만 아니라 전량 수입에 의존하고 있다. 본 연구에서는 대표적인 플라스틱 폐기물인 폐어망을 촉매 열분해함으로써 저분자 올레핀 가스를 합성하였다. 촉매는 마이크로 포러스이고 산점이 적은 ZSM-5(280)를 이용하였고, 추가로 전단에 저가 촉매를 사용하여 2단 촉매 열분해를 수행하였다. 본 연구에서는 2단 촉매 열분해를 통해 코크 생성을 감소시킴으로써 비교적 값이 비싼 제올라이트계 촉매의 수명을 연장시키고, 올레핀 가스의 수율을 증가시키고자 하였다.

사사

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 녹색 융합기술 인재 양성 특성화대학원의 지원을 받아 연구되었습니다.

혼합 알케인 탄화수소 수증기 개질 반응으로부터 수소 생산을 위한 반응 조건에 관한 연구

김민주¹, 전경원², 장원준^{1,2,*}

¹경남대학교 사회기반시스템공학과 환경공학전공, ²경남대학교 환경에너지공학과

A Study On the Conditions for Hydrogen Production from Mixed Alkane Hydrocarbon Steam Reforming Reaction

Min-Ju Kim¹, Kyung-Won Jeon², Won-Jun Jang^{1,2,*}

¹Department of Infrastructure System Engineering, Environmental Engineering, Kyungnam University,

²Department of Environmental and Energy Engineering, Kyungnam University

본 연구는 혼합 알케인 탄화수소 수증기 개질 반응으로부터 수소 생산을 위해 Gibbs 자유에너지 최소화 기법을 이용하여 반응 조건을 도출하였다. 혼합 알케인 탄화수소 수증기 개질 반응은 알케인계 탄화수소인 CH₄, C₂H₆, C₃H₈, C₄H₁₀이 동일한 몰비로 혼합된 반응 가스와 수증기를 반응시켜 합성가스(H₂, CO)를 만드는 반응이다. 변수로는 온도(200 ~ 1,000 °C)와 H₂O/C 비(0.5 ~ 3.0)를 선정하였다. 열역학적 평형 계산을 통해 온도와 H₂O/C 비에 따른 평형조성, 전환율, 선택도, 탄소침전, 생성된 물수를 계산하였다. 계산한 결과, CH₄ 전환율은 600 °C 이하에서 크래킹 반응으로 인해 CH₄이 생성되어 음의 값을 나타낼 수 있었으며, 650 °C 이상에서는 CH₄ 개질 반응에 의해 전환되는 양이 더 많아 온도에 따라 전환율이 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한, 탄소침전은 모든 온도 구간에서 H₂O/C 비 2.0 이상일 때 0에 값을 나타내었다. 따라서, 수소 생산을 최대화하며, 탄소침전을 최소화하는 조건은 H₂O/C 비 2.0 이상, 온도 650 °C 이상이다.

참고문헌

1. Lee, Y.-H., Kim, J.-E., Gong, J.-H., Jeon, K.-W., Yoon, C.-H., and Jang, W.-J., "Thermodynamic Analysis of Alkane Steam Reforming for Hydrogen Production," J. Korea Soc. Waste Manag., 38(5), 1-10 (2021).
2. Jang, W.-J., Shim, J.-O., Kim, H.-M., Yoo, S.-Y., and Roh, H.-S., "A review on dry reforming of methane in aspect of catalytic properties," Catal. Today, 324, 15-26 (2019).
3. Kim, J.-E., Jeon, K.-W., Yoon, C.-H., and Jang, W.-J., "A study of thermodynamic equilibrium analysis and optimized reaction conditions for combined steam reforming of biogas," J. Korea Soc. Waste Manag., 37(8), 521-530 (2020).

Reduction of hydrogen gas crossover in PEM water electrolyzer by 2D materials

Chan Woo Park*, In-Ho Yoon, Youngho Sihn, Ilgook Kim

Korea Atomic Energy Research Institute

Proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE) is one of the promising technologies for the production of green hydrogen. Furthermore, PEMWE can provide an efficient route to produce deuterium or tritium-depleted hydrogen gas. However, perfluorinated membranes such as Nafion show a high gas permeability. The high gas permeability can cause hydrogen explosion safety issues in the water electrolysis process. In the case of water electrolysis of tritiated water, it can cause a release of radioactive tritium into the environment. Therefore, the increasing the gas barrier property of the proton exchange membrane is an important subject to investigate. In this study, we investigated the gas permeation property of Nafion/2D material composite membranes, and water electrolysis performances were analyzed.

References

1. Park et al., "Monolayer Hexagonal Boron Nitride Nanosheets as Proton-Conductive Gas Barriers for Polymer Electrolyte Membrane Water Electrolysis," *ACS Applied Nano Mater.*, **4**, 9104-9112 (2021).

니켈계 촉매의 담체 조절을 활용한 해조류 유래 바이오오일의 수증기 개질 청정수소 생산 연구

이성찬¹, 박용범², 최재형¹, 이재경^{3*}, 박대원⁴, 정성욱⁴, 우희철^{3*}

한국생산기술연구원¹, 케미폴리오², 부경대학교³, 부산대학교⁴

Support control of Ni-based catalysts for hydrogen production by steam reforming of biooils derived from hydrothermal liquefaction of seaweed

Seong Chan Lee¹, Yong Beom Park², Jae Hyung Choi¹, Jackyoung Lee^{3*}, Sungwook Chung⁴, Dae-Won Park⁴, Hee Chul Woo^{3*}
Korea Institute of Industrial Technology¹, Chemifolio², Pukyong National University³,
Pusan National University⁴

수소는 지속가능한 에너지원으로 각광받고 있으나, 현재 생산방식인 화석연료의 수증기 개질을 통해서는 온실가스가 생성된다는 문제점이 있다. 해양 바이오매스는 목질계 바이오매스에 비해 생산성이 높고, 탄소 중립 에너지원으로서 가치가 있다. 본 연구에서는 거대조류의 일종인 다시마의 수열액화를 통해 얻은 바이오오일의 수증기 개질 반응을 통한 청정수소 생산에 관한 연구를 소개한다. 담체를 hydrotalcite 유래 복합 산화물과 metal titanate를 활용해 NiCu계 혹은 Ni계 촉매 [1] 활용해 수증기 개질 반응을 수행했으며, 각 촉매의 수소흡착법, CO 승온환원법, O₂ 승온탈착법 등 특성분석을 통해 수증기 개질 반응의 선택적인 청정수소 생산에 있어 중요한 특성을 확인 및 비교하였다. 이를 통해 거대조류 유래 바이오오일의 수증기개질을 통한 청정수소 생산의 가능성에 대해 소개하고자 한다.

참고문헌

1. Lee, S. C., Choi, J. H., Lee, C. W., Woo, S. H., Lee, J., and Woo, H. C., "H₂ Production by Steam Reforming of Saccharina Japonica-derived liquefied oils on Ni_xCu_y Hydrotalcite-derived Catalysts", *Renew. Energy*, 191 (2022) 418-427.
2. Park, Y. B., Choi, J. H., Lee, S. C., Lee, C. W., Woo, S. H., Lee, J., and Woo, H. C., "Boosting Hydrogen Production by Reducible Oxygen Species Over Ni/MTi_xO_y Catalysts for the Steam Reforming of Liquefied Oil from Saccharina Japonica", <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4148604>

액상유기수소저장체로 적용 가능한 고리가 3개인 방향족 화합물의 합성에서 반응조건이 미치는 영향

이지은, 장정희, 장현성, 한기보*, 서영웅¹

고등기술연구원, ¹한양대학교 화학공학과

Effect of Reaction Conditions on Synthesis of 3-Ring Aromatic Compounds Applicable as Liquid Organic Hydrogen Carrier

Ji Eun Lee, Jung hee Jang, Hyun Sung Jang, Gi bo Han*, Young-woong Suh¹

Institute for Advanced Engineering, ¹Department of Chemical Engineering, Hanyang University

1차 수소경제 이행 기본계획에 따르면 국내에서 2050년까지 연간 2,790만톤의 수소를 100% 청정수소로 공급하며, 자급률을 60%이상 확대할 계획에 있다. 청정수소의 수요에 맞는 공급을 위해서는 대용량 저장 및 장거리 수송 기술이 반드시 필요하다. 대용량 수소 저장 기술에서 액상 수소 운반체로 액상유기수소운반체(Liquid Organic Hydrogen Carriers, 이하 LOHC), 암모니아, 액화수소가 대표적으로 연구되고 있다. 이 중에서 LOHC 소재를 적용한 수소저장기술은 장기보관이 용이하고 기존 석유화학 인프라 활용이 가능하다는 장점을 가지고 있어, 최적의 LOHC 소재에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 수소저장 능이 높다고 알려진 고리가 3개인 방향족 화합물로 이루어진 LOHC 소재의 합성에서 전구체와 반응물의 몰비, 촉매량, 시간 조건을 조절하여 생성물을 확인하였다. 이를 통해 제조과정에서 생성되는 다양한 고리수를 가지는 방향족 화합물을 조사하여 최적의 합성조건을 제시하고자 한다.

참고문헌

1. Modisha, P. M. et al., "The Prospect of Hydrogen Storage Using Liquid Organic Hydrogen Carriers," Energy and Fuels, 33, 2778-2796 (2019)

액상유기소수저장 소재용 방향족 화합물 합성에서 불균일계 촉매 상 Friedel-Crafts 알킬화 반응 특성

장현성, 장정희, 이지은, 한기보*, 서영웅¹

고등기술연구원, ¹한양대학교 화학공학과

Reaction Characteristics of Friedel-Crafts Alkylation over Heterogeneous Catalyst over in Synthesis of Aromatic Compounds for Liquid Organic Hydrogen Carriers

Hyun Sung Jang, Jung Hee Jang, Ji Eun Lee, Gi Bo Han*, Young-Woong Suh¹
Institute for Advanced Engineering, ¹Hanyang University

화석연료의 고갈로 인한 에너지 위기와 심각해지고 있는 환경오염을 줄이기 위하여, 신재생 에너지원의 필요성이 높아지고 있다. 다양한 신재생에너지원 중, 기존 화석연료를 대체할 에너지원으로 수소가 많은 관심을 받고 있으며, 수소에너지의 생산 및 저장, 운반에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 수소를 저장 및 운반하는 다양한 방법 중 하나인 액상유기소수저장체(Liquid Organic Hydrogen Carrier, 이하 LOHC)의 활용은 석유화학 인프라에 적용할 수 있는 장점이 있다. 현재 LOHC로 Toluene, benzene, 단일 벤젠고리 화합물, 이중 벤젠고리 화합물과 같은 물질이 주로 사용될 수 있다. 그 중, 벤젠 고리가 2~3개인 방향족 화합물은 수소 저장성, 경제성 등 다양한 면에서 가장 유력한 후보로 여겨진다. 이러한 소재를 합성하는 방법으로는 Friedel-Crafts alkylation(이하 FCA) 제법이 대표적으로 사용되고 있다. 본 연구에서는 FCA 제법을 사용하여 LOHC 소재를 합성한 후, GC-MS, GC-FID 등의 분석기기를 적용한 결과를 바탕으로 반응 후 얻어진 생성물의 전환율, 수율, 이성질체 분율 등의 실험결과를 활용하여 방향족 화합물을 합성하는 반응특성을 조사하였다.

바이오차 촉매를 이용한 폐플라스틱 열분해

전수경, 박영권*

서울시립대학교 환경공학과

Pyrolysis of Cup Polymer Waste Using Biochar Catalyst

Sugyeong Jeon, Young-Kwon Park*

School of Environmental Engineering, University of Seoul, Seoul 02504, Republic of Korea

1인 가구의 확대로 인스턴트, 레토르트 식품 등의 섭취량이 증가하고 있으며, 간편식 섭취가 증가함에 따라 오염된 플라스틱 폐기물이 늘어나는 추세이다. 우리나라는 세계 1위 컵라면 소비 국가로 오염된 컵라면 용기(Polystyrene, PS) 폐기물이 많은 상황이며 오염된 플라스틱 용기는 폐기물 수거 업체에서 선호하지 않기 때문에 대책이 필요하다. PS 열분해 연구들이 많이 진행되어왔고, PS 열분해 산물은 연료 및 다양한 화학물질 제조에서 사용될 수 있으므로 가치가 있다. 또한, 세계적으로 탄소중립이 대두되고 있으며, 탄소중립에서 관심을 받고있는 biomass는 열분해 부산물로 biochar를 발생시킨다. Biochar는 탄소가 주성분이고, 촉매를 활용할 수 있는 가능성을 가지고 있다. Polystyrene 열분해 연구는 무촉매 및 여러 촉매 조건에서 진행되어 왔지만 biochar 촉매 조건에서 연구는 이루어지지 않았다. 이 연구에서는 PS 재질의 컵라면 용기 폐기물을 다양한 biochar 촉매 조건에서 열분해하여 유의미한 화학물질을 회수하기 위한 최적 biochar를 찾는 것을 목적으로 한다.

사사

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 녹색 융합기술 인재 양성 특성화대학원의 지원을 받아 연구되었습니다.

Selective hydrogen combustion over Rh-Sn/Al₂O₃ catalysts during propane dehydrogenation

Jae-Won Jung, Yi-Sun Choi¹, Young-In Yoo¹, Kwang-Deog Jung², Hyoung Lim Koh*

Department of Chemical Engineering, RCCT, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea

¹Chemical and Environmental Technology Department, Inha Technical College, Inha-ro 100, Michuhol-gu, Incheon 22212

²Clean Energy Research Center, Korean Institute of Science and Technology, P. O. Box 131, Cheongryang, Seoul 02792, Korea

A series of Rh-Sn/Al₂O₃ catalysts were prepared by 0.5 wt% of Rh and varied amounts of Sn from 0 to 3.0 wt%. Rh-Sn catalysts were evaluated to determine if selective hydrogen combustion (SHC) can be effectively applicable to propane dehydrogenation (PDH). PDH is an endothermic reaction and SHC can generate partial heat energy[1-3]. In this study, two separate SHC reactions were examined. One was to look into the quantification of competitive combustion states over Rh-Sn catalysts in the presence of hydrogen, propylene, oxygen, and nitrogen. The other was to evaluate SHC with Rh-Sn catalysts in the presence of hydrogen, propane, oxygen, and nitrogen. The factor that we entitled A factor, was employed to analyze the effect of Sn amount. The result showed that the best performance was achieved by 0.5Rh-1.5Sn/Al₂O₃ catalyst for both SHC reactions. Characteristics of catalysts were analyzed by CO chemisorption, XPS, TEM-EDX and TPR.

References

1. H. H. Kung, in edited by D. D. Eley, H. Pines and W. O. B. T.-A. in C. Haag. Adv. Catal., 40, 1 (1994).
2. M. M. Bhasin, J. H. McCain, B. V. Vora, T. Imai and P. R. Pujadó, Appl. Catal. A Gen., 221, 397 (2001).
3. L. M. Madeira and M. F. Portela, Catal. Rev., 44, 247 (2002)

Enhancement strategies for the sulfur-resistance of CeO₂-supported Pt catalyst through various catalyst synthesis methods for waste-upgrading

Ga-Ram Hong, Kyoung-Jin Kim, Hyun-Seog Roh*

Yonsei University

The various synthesis methods (i.e., incipient wetness impregnation, sol-gel, hydrothermal, and co-precipitation methods) were applied to CeO₂-supported Pt catalysts to improve its sulfur-tolerance for the water gas shift (WGS) reaction in a waste-to-hydrogen process. The prepared samples were evaluated in the WGS reaction with harsh reaction conditions of exposure to 500 ppm hydrogen sulfide, a high CO concentration in the feed gas (ca. 38%), and a high gas hourly space velocity of 46,000 h⁻¹. The effects of the synthesis method on the physicochemical characteristics related to the sulfur-tolerance of the catalyst were then investigated. As a result, the Pt-based catalyst prepared by incipient wetness impregnation (PtCe-I) showed the highest catalytic activity and sulfur-tolerance. The PtCe-I catalyst also exhibited the highest dispersion and excellent oxygen storage capacity (OSC) among the prepared sample. The dispersion of the catalysts showed the same trend as the intrinsic catalytic activity, and the OSC was correlated with the sulfur-resistance of the catalyst as well as the intrinsic catalytic activity. In conclusion, the PtCe-I catalyst showed the highest catalytic activity and sulfur-tolerance due to the key factors such as active metal dispersion and high OSC.

References

1. Lee et al., "Highly sulfur tolerant and regenerable Pt/CeO₂ catalyst for waste to energy", *Renew. Energy*, 178, 334-343 (2021).
2. Lee et al., "Sulfur-tolerant Pt/CeO₂ catalyst with enhanced oxygen storage capacity by controlling the Pt content for the waste-to-hydrogen processes", *ACS Sustain. Chem. Eng.*, 9, 15287-15293 (2021).

Green hydrogen production from renewable energy – A case study of Oman

Malik Sajawal Akhtar^a, Muhammad Islam^b, Noman Raza Sial^b, Muhammad Abdul Qyyum^c, Moonyong Lee^b, J. Jay Liu^{a*}

^aDepartment of Chemical Engineering, Pukyong National University, Busan, 48513, Republic of Korea

^bSchool of Chemical Engineering, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Republic of Korea

^cDepartment of Petroleum and Chemical Engineering, College of Engineering, Sultan Qaboos University, Muscat, Oman

A considerable amount of renewable energy can be generated in GCC countries, based on their geographical location. Stringent emission regulations and a rapid increase in energy consumption make a shift towards renewable economies imperative particularly for these countries. Hydrogen has emerged as a candidate for energy storage due to the intermittent nature of renewable energy sources. Saudi Arabia and Oman are located in excellent geographic locations with abundant renewable energy sources and are one of the best countries in GCC region for producing green hydrogen. This work has performed a techno-economic analysis of green hydrogen production using solar and wind energy in Sur region of Oman for three cases: 100% solar (Case 1), 100% wind (Case 2), and 50/50 hybrid (Case 3). The results show that green hydrogen can be produced in Oman at an LCOH of 2.30-5.07 \$/kg, 3.60-5.58 \$/kg, and 2.95-5.33 \$/kg for Case 1, Case 2, and Case 3, respectively. Based on the sensitivity analysis, investment cost of solar PV, wind turbine, and water electrolyzer are the most sensitive parameters. A future cost forecast is also presented, considering technological advancements and large-scale deployments. For 2030, the LCOH was found to be 1.74-4.03 \$/kg, 2.76-4.93 \$/kg, and 2.25-4.48 \$/kg for Case 1, Case 2, and Case 3, respectively. Whereas for 2050, the LCOH was calculated as 0.87-2.68 \$/kg, 1.45-3.78 \$/kg, and 1.45-3.23 \$/kg for Case 1, Case 2, and Case 3, respectively.

Keywords: Green hydrogen, LCOH, Techno-economic analysis, Renewable energy, Oman, Hybrid power system.

Techno-economic analysis of onsite green hydrogen production by ammonia cracking.

Sijan Devkota¹, Beom-Ju Shin¹, Ji-Hun Mun¹, Jin-Young Cha¹,
Tae-Ha Kang¹, Shaukat Ali Mazari^{1,2} and Jong-Ho Moon^{1,*}

¹Department of Chemical Engineering, Chungbuk National University, Korea

² Department of Chemical Engineering, Dawood University of Engineering and Technology, Pakistan

In this study, the ammonia cracking process is simulated using Aspen plus to produce 514 kg/hr of hydrogen. The multiple catalytic packed bed reactor is simulated with the intermediate heating system. The required heat energy for the cracking is generated from the combustion of ammonia with air. In the ammonia combustion furnace thermal efficiency, fuel-saving, and product yield are analyzed and optimum values are found to be 59%, 22% and 77%, respectively. To monitor the NO_x emissions, the parameters such as equivalence ratio, temperature and pressure are analyzed to witness the optimum operating conditions. To achieve 99.99% pure hydrogen from unreacted ammonia and nitrogen, TSA and PSA processes are developed using aspen adsorption. Economic analysis is carried out by using itemized cost estimation, sensitivity analysis, and uncertainty analysis. A unit hydrogen production cost is estimated and found to be 6.43 \$/kgH₂ based on CAPEX and OPEX. The price of ammonia was found to be highly sensitive followed by utility cost. Monte-Carlo simulation method is applied to present levelized cost of hydrogen. In addition, selling price, ROI, payback period, CDCE, NPV, and IRR are also analyzed for 25 years of plant life with a 10% discounted rate.

Effect of Uniformity and Surface Morphology of Pt Nanoparticles to Enhance Oxygen Reduction Reaction in Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells

Su-yeong Lim^{1,2}, Taehyo Kim^{1,*}

¹ Green Materials and Processes R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology, Ulsan, Republic of Korea

² Department of Materials Science & Engineering, Pusan National University, Busan, Republic of Korea

* Corresponding e-mail : thkim0215@kitech.re.kr

Platinum (Pt)-based electrocatalysts supported by reduced graphene oxide (rGO) is fabricated under microwave-assisted polyol method with various nucleation and growth conditions. The surface morphologies of the Pt nanoparticles (NPs) under various reaction conditions owing to different Pt NP sizes and inter-particle spacings are investigated by scanning electron microscopy, transmission electron microscopy, X-ray diffraction, thermogravimetric analysis, cyclic and linear sweep voltammetry, and electrochemical impedance spectroscopy. The synthesized Pt/rGO catalyst under nucleation and growth times of 10 s and 50 s, respectively, exhibits excellent catalytic activity with increased electrochemical surface area, high density, good uniformity and surface morphology with a particle size and inter-particle spacing of 2.16 nm and 17.2 nm, respectively. These results elucidate the relationship between the Pt NP morphology distribution and oxygen reduction reaction of catalysts in polymer electrolyte membrane fuel cell systems. We also highlight the important role of size and inter-particle spacing on the Pt electrochemical catalytic performance.

재생 가능 연료 및 소재

(포스터 발표)

9월 22일(목) 13:00 - 15:00

제주 메종 글래드 2층 복도 홀

Risk Analysis of Hydrogen Production, Storage, and Transmission Projects Using Fuzzy Evaluation Approach

Azam Ghezelbash, Vahid Khaligh, and Jay Liu*

Pukyong National University

In recent years, due to the increasing energy demand and global warming issues, hydrogen is receiving attention as a clean fuel with potential applications. However, for further development of hydrogen technology and meeting the increased public acceptance, operational safety is of great importance. It is needed to predict the potential hazards, develop relevant standards to determine the limitations of operational range, and provide risk-free equipment and guidelines to achieve a safe operation. In this study, twenty risk factors in hydrogen production, storage and transmission projects are collected through literature review and classified into four groups: economic risk, technical risk, environment risk, and safety risk. The associated weights of these risk factors are determined by the Analytic Hierarchy Process and an improved fuzzy synthetic evaluation approach is proposed to calculate the overall risk level of hydrogen projects. Moreover, some policy implications are proposed to alleviate or eliminate the high-risk factors. Results show that green hydrogen projects are mainly categorized between relatively low risk to medium risk.

References

1. Wu, Y., Chu, H., and Xu, Ch. C., " Risk assessment of wind-photovoltaic-hydrogen storage projects using an improved fuzzy synthetic evaluation approach based on cloud model: A case study in China," *Journal of Energy Storage.*, **38**(10), 102580-102591, (2021).

Process Design and Economic Assessment of Lignocellulosic Biomass to Bio-jet Fuel

Eprillia Intan Fitriasaki and J. Jay Liu*

Pukyong National University

The rising demand of energy has made the depletion of petroleum resources raising a global concern. Furthermore, atmospheric carbon dioxide concentration is steadily increasing in conjunction with the increasing global use of fossil fuels. One of the main products from the refinery of petroleum is jet fuel. Environmental and energy security concerns have stimulated interest in the development of conversion technologies for renewable jet fuel. In this study, lignocellulosic biomass is converted into bio-oil via in-situ upgrading of fast pyrolysis vapors. The process is then followed by separation, hydrogen production, and hydroprocessing to produce bio-jet fuel. Gasoline range hydrocarbon is obtained as a side product. The process of bio-jet fuel production is modeled using Aspen Plus software. The result of process modeling is used as input data of economic calculation. Minimum fuel selling price is determined to evaluate the economic feasibility of bio-jet fuel production.

Syngas production through oil-plasma reaction at room temperature and atmospheric pressure

Daecheon Lim¹ and Suhan Kim^{1*}

¹Korea Institute of Industrial Technology

Recently, as one of the ways to solve energy problems, technologies for obtaining recyclable resources from waste are being studied [1]. Among them, syngas, a substance composed of H₂ and CO, is attracting attention by making chemical products or being used for electric power generation. This paper proposes a process for producing syngas by decomposing oil into plasma. Previously, a process of producing syngas through plasma existed, but since it is a process carried out in a high-temperature and high-pressure environment, the cost is expensive and it is difficult to operate a continuous process. However, a process to be proposed in this paper uses an electrode capable of generating plasma at atmospheric pressure and room temperature, so that costs are efficient and continuous processes are possible compared to the existing technology [2]. This technology is also expected to be able to adjust the ratio of H₂ and CO generated by controlling the oxygen concentration of gas used in the process. To test this process, about 1700 mg of oil was reacted with plasma for 4 hours. As a result, about 410 mg of oil was decomposed, and it was confirmed that 1 mg of H₂ and 243 mg of CO were generated.

Polycyclic aromatic hydrocarbons로부터 BTXE와 C₁₀-C₁₃ aromatics 제조에 이용된 Mesoporous 촉매의 재생

박영서, 홍수연, 한기보¹, 정병훈², 전종기*

공주대학교, ¹고등기술연구원, ²국방과학연구소

Regeneration of Mesoporous Catalyst Used for Preparation of BTXE and C₁₀-C₁₃ aromatics from Polycyclic aromatic hydrocarbons

Yeongseo Park, Sooyeon Hong, Gi Bo Han¹, Byung Hun Jeong², Jong-Ki Jeon*

Kongju National University, ¹Institute for Advanced Engineering, ²Agency of Defense Development

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)는 2-ring aromatic hydrocarbons 및 3-ring aromatic hydrocarbons로 구성되어있어 점도 조정제나 공정 연료로 쓰이고 있다. 그러나 최근 PAHs를 benzene, toluene, xylene, ethylbenzene(BTXE) 혹은 디젤 연료 같은 고부가가치 화합물로 전환하는 기술에 관심이 모아지고 있다. 본 연구는 hydrocracking을 통해 PAHs로부터 BTXE와 열안정성 연료의 핵심 성분인 C₁₀-C₁₃ 의 mono-aromatic rings 그리고 di-aromatic rings를 얻기 위한 메조 기공 촉매에 관한 것이다. Co 와 Mo을 각각 3, 5 wt% 담지한 mesoporous zeolite 촉매를 이용하여 trickle bed reactor에서 반응 실험을 수행하였다. 반응 후 재생한 촉매의 특성을 H₂-temperature programmed reduction, N₂-adsorption and desorption 그리고 NH₃-temperature programmed desorption을 이용해 분석하고 fresh촉매와 비교하였다. 촉매의 반복적인 재생이 반응 성능에 미치는 영향을 고찰하였다.

참고문헌

1. Upare, D. P., Park, S., Kim, M. S., Jeon, Y.-P., Kim, J., Lee, D., Lee, J., Chang, H., Choi, W., Park, Y.-K. and Lee, C. W., "Selective hydrocracking of pyrolysis fuel oil into benzene, toluene and xylene over CoMo/beta zeolite catalyst," J. Ind. Eng. Chem, 46, 356-363 (2017).
2. Jung, M.-J., Jung, J.-Y., Lee, D. and Lee, Y.-S., "A new pitch reforming from pyrolysis fuel oil by UV irradiation," J. Ind. Eng. Chem, 22, 70-74 (2015).
3. Lee, J. and Park, S.-K., "Research Papers : Synthesis of Carbon Materials from PFO, Byproducts of Naphtha Cracking Process," Appl. Chem Eng., 22(5), 495-500 (2011).
4. Shin, J., Oh, Y., Choi, Y., Lee, J. and Lee, J. K., "Design of selective hydrocracking catalysts for BTX production from diesel-boiling-range polycyclic aromatic hydrocarbons," Applied Catalysis A: General, 547, 12-21 (2017). Nov. 16, Houston, TX, (2004).
5. T. Jia, S. Gong, L. Pan, C. Deng, J.-J. Zou, X. Zhang, *Fuel*, 2020, 264, 116843

Effect of solvents on oil removal from spent coffee grounds in extraction process

Hye Jin Song^{1,2}, Ye Eun Kim^{1,3}, Junggho Jae², Man Sig Lee^{1,4*}

¹ Ulsan Division, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

² School of Chemical Engineering, Pusan National University

³ Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University

⁴ Department of Green Process and System Engineering, University of Science and Technology (UST)

As coffee is the most consumed beverage worldwide, the generation of spent coffee grounds (SCGs) gradually increased. Since 6 million tons of SCGs are generated every year, many studies have been reported to recycle them. SCGs consist of 45.3 % polysaccharides, 20 % oil, 13.6% proteins, 1.5 % phenolic compounds, and etc. It can be converted to carbon through the process of carbonization and removal of the remaining contents except for polysaccharide. Herein, we studied the oil extraction from SCGs by the soxhlet extractor using different solvents (hexane, ethyl acetate, ethanol, acetonitrile, and distilled water) to investigate the oil removal. SCGs were collected from Starbucks Korea in Ulsan. The oil removal efficiency and oil composition in the extracted solution were analyzed by GC-FID. The oil extracted SCGs were carbonized under N₂ atmosphere to produce the porous structures. Then, the samples were characterized by N₂-physisorption, SEM, XRD, EA, FT-IR and TGA analysis. We also conducted the comparison of the carbonized SCGs and the commercial activated carbon. It was confirmed that the oil removal efficiency differ from solvent to solvent and the oil extracted SCGs showed similar properties to activated carbon.

네팔산 *Jatropha oil*의 esterification 반응용 불균일계 촉매 재생 연구

심민석¹, 이승희¹, 김예희¹, 이재서¹, Rajendra Joshi², 전종기^{1*}

¹공주대학교 화학공학부,

²Dept. of Chemical Science and Engineering, School of Engineering, Kathmandu University,

A study on regeneration of heterogeneous catalyst for esterification of Nepalese *Jatropha oil*

Minseok Sim¹, Seunghee Lee¹, Yehee Kim¹, JAESOO LEE¹, Rajendra Joshi², Jong-Ki Jeon^{1*}

¹Dept. of Chemical Engineering, Kongju National University,

²Dept. of Chemical Science and Engineering, School of Engineering, Kathmandu University,

2세대 바이오디젤의 원료에는 유리지방산(free fatty acid, FFA)의 함량이 높아 염기 촉매를 사용하는 전이에스테르화 반응을 할 경우 염기 촉매와 유리지방산이 반응함과 동시에 염을 생성하여 촉매의 활성을 감소시킨다. 바이오오일에 포함된 유리지방산의 esterification 반응을 통해서 FFA를 낮출 수 있다. 본 연구는 네팔산 *Jatropha oil*의 에스테르화 반응을 통해서 FFA를 낮추기 위한 반응용 촉매로서 고체 산 촉매인 Amberlyst-15을 사용하였으며, 촉매의 재사용 가능 횟수를 확인하고자 하였다. 산 촉매의 반복적 재사용으로 산가를 낮춘 *Jatropha oil*과 염기 촉매인 dolomite bead 촉매를 사용하여 전이에스테르화 반응을 진행하였다. 반응 실험은 모두 batch reactor를 사용하여 진행하였고, 전이에스테르화 반응 후 생성물인 바이오디젤은 Gas Chromatography (GC)를 통해 전환율을 분석하여, 산가의 변화가 전이에스테르화 반응에 미치는 영향을 고찰하였다. 에스테르화 반응을 한 Amberlyst-15 산 촉매는 Thermogravimetric Analysis (TGA), Scanning Electron Microscope (SEM)를 통해 특성분석을 하였다.

Electrochemical properties depending on heteroatom and surface property of various carbon sources/NiO composites as supercapacitor electrode

Kwang Se Lee

Department of Advanced Materials & Chemical Engineering, Kyungnam College of Information & Technology, 45 Jurye-ro, Sasang-gu, Busan, South Korea

This study describes the creation and use of composites of nickel oxide and activated carbon as supercapacitor electrodes. A one-pot reaction is used to synthesize composite materials of nickel oxide and activated carbon (microalgae, asphaltene, and wood). A precursor solution of $\text{Ni}(\text{OH})_2$ is blended with activated carbon through a precipitating method at a controlled weight ratio of nickel oxide and activated carbon, then the obtained powder is calcinated at $300\text{ }^\circ\text{C}$ for 3 hours. The composites are analyzed by XRD, SEM, and EDX. It is confirmed that nickel oxide sprouted on activated carbon surface. The maximum specific capacitance at $1\text{ A}\cdot\text{g}^{-1}$ current density is $624.2\text{ F}\cdot\text{g}^{-1}$, $487.1\text{ F}\cdot\text{g}^{-1}$, and $403\text{ F}\cdot\text{g}^{-1}$ respectively when nickel oxide: activated carbon is at a weight ratio of 1:20.

References

1. V.A. Boicea, Energy storage technologies: The past and the present, *Proc. IEEE*. 102, 1777-1794 (2014).
2. T.F. Yi, T.T. Wei, J. Mei, W. Zhang, Y. Zhu, Y.G. Liu, S. Luo, H. Liu, Y., and Lu, Z. Guo, Approaching High-Performance Supercapacitors via Enhancing Pseudocapacitive Nickel Oxide-Based Materials“, *Adv. Sustain. Syst.* 4, 1-22 (2020).
3. J. Phiri, J. Dou, T. Vuorinen, P.A.C. Gane, and T.C. Maloney, Highly Porous Willow Wood-Derived Activated Carbon for High-Performance Supercapacitor Electrodes, *ACS Omega*. 4, 18108-18117 (2019).

비식용 바이오오일의 전이에스테르화 반응용 Dolomite 촉매의 재생

이승희¹, 심민석¹, 김예희¹, 이재서¹, Rajendra Joshi², 전종기^{1*}
¹공주대학교, ²Kathmandu University

Regeneration of Dolomite catalyst for transesterification of non-edible bio-oil

Seunghee Lee¹, Minseok Sim¹, Yehee Kim¹, Jae Seo Lee¹, Rajendra Joshi² and Jong-Ki Jeon^{1*}
¹Kongju National University, ²Kathmandu University

본 연구에서는 비식용 작물인 *jatropha*로부터 바이오오일을 제조하고, 이로부터 바이오디젤을 제조하는 것을 목적으로 하였다. *Jatropha* 오일은 유리지방산으로 인해 산가가 높기 때문에 바이오디젤 제조를 위한 전이에스테르화 반응에 직접 적용하기 어렵다. 고체산 촉매인 Amberlyst-15 촉매를 사용하여 *jatropha* 오일의 산가를 대폭 낮춘 오일을 전이에스테르화 반응용 원료로 사용하였다. 전이 에스테르화 반응에는 dolomite를 bead 형태로 성형한 불균일계 염기 촉매를 사용하였다. Dolomite bead 촉매를 전이에스테르화 반응에 반복적으로 사용하면 비활성화가 일어나서 재생을 필요로 한다. 본 연구에서는 질소 분위기에서 dolomite를 bead 촉매를 재생하였다. 신규 촉매 및 재생 촉매의 특성은 Bruanuer Emmett Teller (BET), Temperature-programmed desorption (CO₂-TPD), Scanning electron microscope (SEM), X-ray diffraction (XRD)로 분석하여, 재생 과정에서의 촉매 특성 변화를 확인하였다.

촉매열분해를 통한 폐플라스틱 열분해 왁스 제거 및 BTEXs 회수

임현지, 박영권*

서울시립대학교 환경공학과

Recovery of BTEXs and cracking of pyrolysis wax from waste plastic through catalytic pyrolysis

Hyunji Yim, Young-Kown Park*

School of Environmental Engineering, University of Seoul, Seoul 02504, Republic of Korea

세계적으로 연간 78억 톤의 다양한 종류의 플라스틱이 생산되고 있으며, 재활용되는 비율은 20% 정도이다. 폐플라스틱의 재활용 기술로 물리적, 화학적, 열화학적 기술이 활용되고 있으며, 최근 열적전환 기술 중 열분해 기술이 주목 받고 있다. 열분해 기술은 모든 종류의 폐플라스틱 처리가 가능하나 다량의 왁스가 발생하는 문제를 가지고 있기 때문에 왁스 제거는 폐플라스틱 재활용율을 높이는데 중요하다. 왁스를 제거하기 위해 열분해 공정에 촉매를 첨가하여 오일 품질을 향상시키고, 활성화에너지를 감소시킬 수 있다. 따라서 본 연구에서는 Lab-scale의 고정층 반응기를 이용한 촉매 열분해를 통해 폐플라스틱의 열분해 과정에서 발생하는 왁스를 제올라이트 촉매를 이용하여 BTEXs를 회수하는 연구를 진행하였다. 촉매층의 온도 조건 및 촉매의 특성에 따른 영향을 확인하기 위한 연구를 진행하였다.

사사

본 연구는 환경부의 폐자원에너지화 재활용 전문인력 양성사업으로부터 지원을 받았습니다. (YL-WE-22-001). This work was supported by the Technology Innovation Program (20015401) funded by the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE, Korea).

축매 열분해를 통한 돼지 분뇨 유래 바이오 오일 개질

장호연, 박영권*

서울시립대학교 환경공학과

Swine manure bio-oil upgrading through catalytic pyrolysis

Hoyeon Jang, Young-Kwon Park*

School of Environmental Engineering, University of Seoul

소득의 증가에 따라 육류 소비량이 증가하며 가축 분뇨 발생량 또한 증가하고 있다. 많은 영양 성분을 함유하고 있는 가축 분뇨는 현재 퇴비화 되어 처리되고 있다. 하지만 화학 비료가 발달한 현대에는 많은 양의 퇴비가 요구되지 않는다. 이와 더불어 연료에 대한 수요가 증가하면서 바이오 오일에 대한 관심이 높아졌다. 따라서 돈분 열분해를 통해 퇴비화 이외에 적용 가능한 가축 분뇨 처리 방안을 제시하고자 하였다. 또한 축매 열분해를 통해 바이오 오일 성분의 변화를 확인하기 위한 연구를 진행하였다. 다량의 산화물과 질소 화합물을 함유한 바이오 오일은 강한 부식성을 가지기 때문에 바로 사용이 불가능하기 때문에 촉매를 적용하여 열분해를 하였을 때 오일 업그레이딩이 가능한 지 확인하였다. Py-GC/MSMS 및 Lab scale 장치를 이용하였으며, Lab scale 장치를 이용하여 얻어진 오일은 GC/MS를 이용하여 분석하였다.

사사

본 연구는 환경부의 폐자원에너지화 재활용 전문인력 양성사업으로부터 지원을 받았습니다.(YL-WE-22-001)

리그닌을 이용한 BTX 생산 촉매 개발

전이정, 이루리, 김창현, 심재오*

원광대학교

Development of a catalyst for BTX production from lignin

I-Jeong Jeon, Ru-Ri Lee, Chang-Hyeon Kim, Jae-Oh Shim*

Wonkwang University

리그닌은 목재의 25-30 %를 차지하는 물질이며, 지용성 페놀 고분자로서 페닐 프로판 구조 단량체들이 라디칼 축합반응을 통해 결합된 삼차원 무정형 고분자이다. Methoxyl group, Hydroxyl group, Carbonyl group과 같은 여러 기능기를 가지는 리그닌의 특징을 화학적 개질을 통해 화학소재 원료 제조에 이용하고자 하였다. 본 연구에서는 리그닌을 이용해 BTX(Benzene, Toluene, Xylene)로 전환하는 촉매 반응을 진행하였다. Ceria에 다양한 귀금속을 담지한 촉매를 함침법으로 제조하여 반응에 적용하였으며, 촉매 반응 후 생성물의 다양한 특성 분석을 진행하여 이에 대해 자세히 규명하였다.

Keywords: 리그닌, BTX(Benzene, Toluene, Xylene), Ceria Catalyst

가죽 폐기물 추출 단백질을 적용한 고분자중합 신탄 제조 및 특성 평가

김은지^{1,2*}, 백인규¹

¹한국신발피혁연구원, ²부산대학교 응용화학공학과

Manufacture and characterization of polymerized syntan applied with leather waste-derived protein

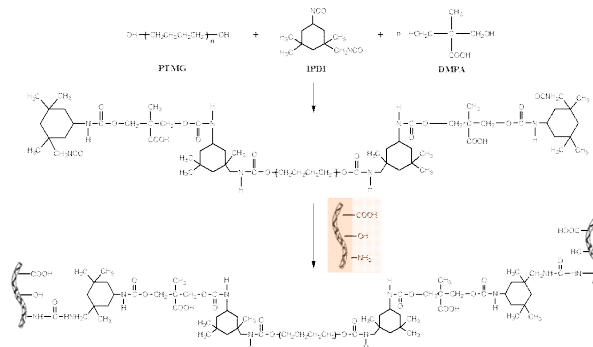
Eun Ji Kim^{1,2*}, In Kyu Paik¹

¹Korea Institute of Footwear & Leather Technology, ²School of Chemical Engineering, Pusan National University

전 세계에서 발생 되는 가죽 공정 폐기물은 400만(ton/년)으로 추정되며, 사회적으로 폐기물의 재자원화에 대한 관심도가 높아지면서 이를 해결하기 위한 연구가 요구되고 있다. 가죽 생산 공정에서 발생 되는 폐기물은 원료 피 중량대비 50% 수준이며, 구체적으로 4개의 공정에서 프래싱 스크랩(Fleshing Scrap), 펠트 스크랩(Pelt Scrap), 쉐이빙 스크랩(Shaving scrap), 트리밍 스크랩(Trimming Scrap)의 형태로 발생 된다. 이 중 중금속 크롬이 함유된 shaving scrap의 발생량은 8~10만(ton/년)으로 대부분 단순 매립 방식으로 처리되어 심각한 환경 문제를 유발한다. 또한, 폐기물 처리 비용이 약 13~15만(원/ton)으로 가죽 생산원가에 높은 비중을 차지하고 있어 이를 해결하기 위한 폐기물의 재자원화 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 가죽 생산 공정에서 발생하는 폐기물로부터 유용한 단백질 자원을 추출하고 이를 고분자중합 신탄(Syntan)으로 제조하여 그 특성을 평가하였다.

실험

가죽 폐기물로부터 추출한 단백질을 쇠 연장제(Chain extender)로 적용하여 폴리우레탄계 고분자중합 신탄을 제조하였다.



< 추출 단백질을 적용한 고분자중합 신탄 제조 mechanism >

사사

본 연구는 산업통상자원부 청정생산기반 산업공생 기술개발사업(과제번호: 20015263)의 연구비 지원으로 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

Post COVID-19 and Hydrogen Economy Roadmap of South Korea

Hafsa Khan^a, Malik Sajawal Akhtar^a, Muhammad Abdul Qyum^b, Ala'a H. Al-Muhtaseb^b, Ahmed I Osman^c, J Jay Liu^{a,d*}

^a Department of Chemical Engineering, Pukyong National University, Busan, 48513, Republic of Korea

^b Department of Petroleum and Chemical Engineering, College of Engineering, Sultan Qaboos University, Muscat, Oman

^c School of Chemistry and Chemical Engineering, Queen's University Belfast, Belfast, BT9 5AG, Northern Ireland, UK

^d Institute of Cleaner Production Technology, Pukyong National University, Busan, 48547, Republic of Korea

Climate change has been largely attributed to the use of fossil fuels, leading to a fragile planet. Climate change issues have brought the governments around the world to commit to reducing greenhouse gas emissions in order to achieve net zero emissions by 2050. When the world faced two challenges, rising energy demands and strict global warming regulations, COVID-19 spread around the globe, affecting almost every country in the world. A far-reaching fallout from COVID-19 continues to test the country's transition towards a hydrogen economy, as stakeholders face challenging decisions amid more crucial fiscal conditions to deliver its ambitious targets, including carbon neutrality by 2050. This study reviews the impacts of the pandemic on the national hydrogen economy roadmap of Korea. The goal of this study is to highlight the challenges Korea faces in moving towards a green hydrogen economy and the way forward to achieve its pre-defined national strategic targets.

Keywords: COVID-19, Hydrogen economy roadmap, South Korea, Green hydrogen, Paris agreement.

메조기공 실리카에 담지된 전이금속 촉매를 이용한 다환식 방향족 탄화수소 수소화 반응

황서연¹, 오서현¹, 오승교¹, 한기보², 정병훈³, 전종기^{1*}

공주대학교¹
고등기술연구원²
국방과학연구소³

Hydrogenation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons over Transition Metal Catalysts supported on Mesoporous Catalysts

Seo Yeon Hwang¹, Seo Hyeon Oh¹, Seung Kyo Oh¹, Gi Bo Han², Byunghun Jeong³,
Jong-Ki Jeon^{1*}

Kongju National University¹
Institute for Advanced Engineering²
Agency for Defense Development³

석유화학 공정에서 부생되는 다환식 방향족 탄화수소(Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, PAHs)는 2개 이상의 벤젠 고리를 포함하는 유기화합물 계열이며 naphthalene, anthracene과 phenanthrene 등이 그 대표적인 물질이다. PAHs는 인체 내에서 미량으로도 암을 유발시킬 수 있는 발암성과 돌연변이성 물질로 알려진 환경호르몬성 물질로 간주되고 있다. 광분해, 화학적 산화, 열처리 등과 같은 방법들이 PAHs의 제거를 위해 제안되었지만, 이러한 공정은 시간이 걸리고 에너지 소비량이 큰 기술이다. 촉매를 사용한 수소화 반응을 통해서 PAHs의 함량을 줄이려는 연구가 관심을 끌고 있다. 본 연구에서는 메조기공 실리카인 MCM-41를 지지체로 사용하여 전이금속을 담지해서 촉매를 제조하고, BET, TPD, TPR 등의 분석법을 이용하여 촉매의 특성을 분석하였다. Trickle-bed reactor 반응기를 통해 촉매의 PAHs의 수소화 반응 성능을 평가하였다.

청정 융합

(포스터 발표)

9월 22일(목) 13:00 - 15:00

제주 메종 글래드 2층 복도 홀

Comprehensive study on the phytoremediation of *Iris pseudacorus* on Bisphenol-S and its metabolic fate

Nikita Yadav, Hyun-Jo Ahn, Niraj R. Rane, Mayur, B. Kurade, Byong-Hun Jeon*

Department of Earth Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, 04763 Seoul, Republic of Korea

The scientific community has taken notice of the widespread usage of bisphenols (BPs) in a variety of industries, including plastic production, food packaging, pharmaceuticals, and personal care items due to their endocrine-disrupting effects on human health [1]. Bisphenol-S (BPS) is one of the most widely used plasticizers that is frequently detected in nature and wastewater treatment plants. Phytoremediation is a promising treatment technology for the remediation of emerging contaminants in wastewater effluent. In this study, we assessed the phytoremediation potential of three aquatic macrophytes for BPS removal contained in secondary wastewater effluent. *Iris pseudacorus* showed complete removal of BPS with 0.005 mg/L concentration, whereas *Ipomoea aquatica* and *Typha angustifolia* removed 97 and 97.5% of BPS, respectively. *I. pseudacorus* degraded BPS into 12 types of metabolites with the induction of both phase I (laccase, 310%; peroxidase, 740%, superoxide dismutase, 880%; aminopyrine N demethylase, 60%) and phase II enzymes (glutathione S-transferase, 590%) in the plant root. In a lab-scale phytoreactor, BPS was removed in 14 days along with nutrients and inorganic contaminants from the secondary wastewater effluent. After BPS exposure, the phyla *Bacteroidetes* and *Proteobacteria* had increased relative abundance, according to a study of the microbial diversity in the phytoreactor effluent. This study provides a deeper understanding of the fate of BPS in aquatic environments as well as the removal of BPS from secondary wastewater effluent using aquatic macrophytes.

References

1. C. Beausoleil, B. Le Magueresse-Battistoni, C. Viguie, S. Babajko, M.C. Canivenc-Lavier, N. Chevalier, C. Emond, R. Habert, N. Picard-Hagen, S. Mhaouty-Kodja, Regulatory and academic studies to derive reference values for human health: The case of bisphenol S, Environ. Res., 112233 (2022)

폐플라스틱 기반 다공성 나노구조 활성탄의 CO₂, CH₄, N₂ 흡착 특성

이정문, 고재언, 김진우, 최태승, 심왕근*

순천대학교, (주)에스엔엠

Adsorption characteristics of carbon dioxide, methane and nitrogen on waste plastic based porous activated carbons

Jeong Moon Lee, Jae Eon Ko, Jin Woo Kim, Tae Seung Choi, Wang Geun Shim*
Sunchon National University, S&M Co.

플라스틱 폐기물의 처리는 전세계적으로 문제가 되고 있으며, 이를 해결하기 위해 재활용, 매립, 연소/소각, 열분해 등 많은 방법이 연구되고 있다. 본 연구에서는 폐플라스틱 중 Polyethylene terephthalate(PET)를 사용하여 열분해 후 남는 고체 잔류물을 대표적인 활성화제인 KOH를 이용하여 활성화제 비율을 다르게 하여 다공성 활성탄을 제조하였다. 제조된 활성탄소는 Scanning Electron Microscope(SEM), 질소흡탈착등온선(N₂), X-ray Photoelectron Spectroscopy(XPS) 등을 이용하여 기공구조와 물리화학적 특성을 살펴보았다. 지구온난화에 가장 영향을 많이 미치는 온실가스인 CO₂, CH₄ 및 N₂ 를 이용하여 흡착 특성을 살펴보았으며, 흡착 평형량은 0 ~ 110 kPa 범위의 실온에서 부피식 흡착장치를 사용하여 측정하였다. 제조된 활성탄과 온실가스 사이의 흡착 평형 관계는 Langmuir, Freundlich와 Sips 등온식으로 살펴보았다. 특히 흡착에너지분포함수(Adsorption Energy Distribution Function)를 이용하여 제조된 활성탄의 불균일 흡착 특성을 조사하였다.

사사

본 논문은 2022년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-002)

참고문헌

1. Balathanigaimani, M. S., Shim, W. G., and Kim, S. C., "Biomass-based Carbon Materials for Energy Storage and Environmental Applications," Appl. Chem. Eng., 28, 8-16 (2017)
2. Tien, C., "Adsorption Calculations and Modelling," Butterworth-Heinemann, London, England (1994).
3. Do, D. D., "Adsorption Analysis: Equilibria and Kinetics," Imperial College Press, London, England (1998).
4. Rudzinski, W. and Everett, D. H., "Adsorption of Gases on Heterogeneous Solid Surfaces," Academic Press, London, England (1992).
5. Yuan, X., Lee, J. G., Yun, H., Deng, S., Kim, Y. J., Lee, J. E., Kwak, S. K. and Lee, K. B., "Solving two environmental issues simultaneously: Waste polyethylene terephthalate plastic bottle-derived microporous carbons for capturing CO₂," Chemical Engineering Journal, 397 (2020).

실내공기질 및 바이오에어로졸 측정에 따른 예측기술 연구

이한나^{1,2}, 신우식¹, 김선일³, 조재훈^{1*},

¹한국생산기술연구원, ²강릉원주대, ³한국미세먼지연구소(주)

Study on Predictive Technology by Measurement of Indoor Air Quality and Bio-aerosol

Han-na Lee^{1,2}, Woo-shik Shin¹, Sun-il Kim³, Jaehoon Cho^{1*}

¹Korea Institute of Industrial Technology (KITECH),

²Gangneung-Wonju National University,

³Korea Fine Dust Lab Co.

미세입자에 세균이나 바이러스 등이 부착된 바이오에어로졸(bioaerosol)은 0.02~100 μ m 정도의 크기로서, 전염성 질환을 확산시킬 수 있는 매개체가 될 수 있다. 특히 전염성 질환이 공기와 직접적인 접촉을 하는 피부나 공기를 호흡하는 호흡기와 관련되어 있다면 현재 코로나19 사태를 경험하고 있듯이 그 폭발력은 대단하다. 실내공기중 부유미생물은 대부분 미세입자나 수증기에 부착된 상태로 존재하며, 따라서 미생물의 농도도 대개 먼지의 농도와 관계가 깊다. 공기의 혼합이 비교적 활발한 외부와 달리 실내환경에서는 오염물질로서 미생물에 대한 우려가 상대적으로 더 큰 것이 현실이며, 특히 최근 들어 실내에서 생활하는 시간비중이 늘어남에 따라 밀폐된 실내공간에서의 미생물 오염도 측정은 주된 관심사가 되고 있다. 그러나 실내공기 중 중요한 인자로 인식되고 있는 부유미생물에 대한 측정은 실시간으로 매우 어려운 현실이다. 따라서, 본 연구에서는 이를 보완하기 위해 실내 부유미생물 측정데이터를 별도로 산출하여 기존 실내공기 측정데이터와 비교분석하여 미생물 농도와외의 상관성 확인을 통해 상관계수를 도출함과 동시에 현장에서 별도의 부유미생물 측정 없이 실시간 실내공기질 데이터만으로 이들을 탐지 및 예측할 수 있는 기술을 개발하고자 하였다.

유산균 발효액으로부터 프로판디올 회수를 위한 전기투석 공정 개선

조재훈*, 신우식

한국생산기술연구원

Improvement of Electrodialysis Process for Recovery of Propanediol from Fermentation Broth of Lactobacillus sp.

Jaehoon Cho*, Woo-shik Shin

Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

석유화학 공정을 탈피하여 생물학적으로 생산되는 C3 화합물인 1,3-프로판디올(PDO)은 PTT(폴리트리메틸테레프탈레이트) 생산을 위한 원료로 개발 및 상용화되었다. 이후 화장품, 식품 등으로 그 용도가 확대되어 시장의 수요가 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 현재 락토바실러스에 의한 PDO의 생산원가는 기존 석유화학 공정과 듀폰의 옥수수 기반 공정보다 1.5~2배 높은 현실이다. 그러나 가격이 비싸더라도 피부에 직접 사용하기 때문에 천연원료를 기본으로 한 제품에 대한 소비자의 요구가 높아지고 있는 상황으로, 본 연구에서는 락토바실러스 발효를 이용한 PDO 상업화를 위한 분리 정제 중 전기투석 공정의 효율 저하 및 생산성 저하 문제를 해결하기 위해 최적화 연구를 수행하였다. 화장품 원료인 PDO의 생산을 위한 발효 배지의 최적화 개발과 발효 부산물인 이온성 저해물질을 제거하기 위한 전기투석 효율 개선 공정을 개발하고자 하였다.

환경영향평가 대상 축사사업의 계획입지 현황
-AI 발생가능성을 중심으로-

지민규

한국환경연구원

Status of planned locations for livestock projects subject to environmental
impact assessment

-Focusing on the possibility of AI occurrence-

Min-Kyu Ji

Korea Environment Institute

조류독감은 2000년대에 들어서면서 토착화 경향을 보이는 등 과거부터 현재까지 가축 사육시설의 집단 전염병을 유발하여 왔다. 가축전염병 발생은 입지적 측면, 사육 밀도의 유지·관리, 시설물 설치 및 관리계획 등과 관련한 다양한 요인이 있을 것으로 예상되며, 가장 근본적인 원인은 감염 가능성이 높은 공간역의 입지(예, 축사와 농가의 공존, 축사와 도로 인접, 축사 밀집, 조류 동시센서스 지역)로 보고되고 있다¹. 근래에는 가축질병과 관련하여 사육 시설의 공간적 입지에 대한 이슈가 사회적으로 부각되고 있으며, 이에 대한 다양한 원인조사와 방안들이 거론되고 있다. 한편, 환경영향평가는 사업으로 인해 발생하는 환경적 영향을 사전에 예방하기 위한 목적으로 수행되고 있으며, 대부분이 가축사육시설의 신·증설 및 양성화 계획으로서 주로 소규모 환경영향평가로 진행되고 있다. 그동안 축사시설 사업에서는 일부 악취 및 수환경 측면에서 입지에 대한 사항이 언급된 적은 있으나 가축질병과 관련한 입지 및 평가방안은 고려되지 않고 있다. 따라서 본 연구는 가축전염병의 사전예방을 위한 축사 계획측면에서 1) 입지 관련 법제도의 현황파악, 2) 연구 문헌 자료조사를 통한 입지평가 방법(기법) 강구, 3) EIASS(환경영향평가정보시스템)를 활용한 계획 입지 특성 분석을 수행하였다. 전라남도 및 전라북도를 대상으로 연구한 결과, 축사입지의 안전한 비율이 높은 평가항목은 “주거지, ”도로“로 확인되며, “축사간 거리, ”하천·저수지“에서 안전지대 비율은 다소 낮게(전라북도 하천 기준 제외) 나타났다. 또한, 전라북도보다 전라남도에서 조류 동시센서스 지역 내 입지 계획이 증가하는 것으로 확인되었다. 향후 관련 연구결과 자료는 가축전염병과 관련된 환경영향평가 가이드라인(안)을 마련하는데 있어 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

사사

본 연구는 한국환경정책·평가연구원의 2022년도 일반사업 과제인 「감염성 질병예방을 위한 질병-생태 통합 평가시스템 구축 종합연구(GP2022-14)」의 지원으로 수행되었다.

참고문헌

1. Yang et al., “Location status and improvement of livestock pens”, KRIHS, ISBN: 979-11-58984793 (2019)

전기 촉매 유전체 장벽 방전(DBD) 플라즈마-PMS 공정을 통한 내화성 유기 오염 물질의 효과적 탈염

노하슬리나^{1,2}, 종초은^{1,2}, 황건덕^{1,2}, 장석범^{1,2}, 윤소연^{1,2}, 김민지^{1,2}, 장 민^{1,2*}

¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터

Effective demineralization of refractory organic pollutants via electrocatalytic dielectric barrier discharge (DBD)-PMS

Nurhaslina Abd Rahman^{1,2}, Choe Earn Choong^{1,2}, Kien Tiek Wong^{1,2}, Seok Byum Jang^{1,2}, So Yeon Yoon^{1,2},
Min Ji Kim^{1,2}, Min Jang^{1,2*}

¹Kwangwoon University, 20, Gwangun-ro, Nowon-gu, Seoul, 01897, Republic of Korea

²Plasma Bioscience Research Center, Kwangwoon University

Clofibric acid (CA) is a recalcitrant pharmaceutical compound used as hyperlipidemia-controlling drugs. The plasma or electrocatalysis is widely used for micropollutant removal. However, due to its complex chemical properties, it is challenging to achieve demineralization for CA. In recent years, advanced oxidation processes based on highly reactive sulfate radicals (SR-AOPs) have been attracting increasing attention because of their strong oxidation ability and mineralization efficiency [1]. Based on the above consideration, this study provided a synergistic effect investigation of electrocatalytic DBD plasma enhanced PMS activation that can demineralize CA efficiently. In this study, the electrode was prepared with conventional carbon felt (CF) coated by LaCeO_x (namely CF-LaCeO_x), LaCeO_x-Fe (namely CF-LaCeO_x-Fe), and LaCeO_x-Ni (namely CF-LaCeO_x-Ni) through co-precipitation method followed by calcination. The CA removal kinetic reaction constant, k order is as follows: CF-LaCeO_x-Ni > CF-LaCeO_x-Fe > CF-LaCeO_x > CF. Especially, CF-LaCeO_x-Ni shows the best performance in both electrocatalysis (kinetic rate constant, $k=0.06 \text{ min}^{-1}$) and electro plasma-catalysis ($k=0.47 \text{ min}^{-1}$) compared to CF-LaCeO_x-Fe or CF-LaCeO_x for CA removal. Since electrocatalysis, plasma, and electro plasma alone cannot demineralize the CA, CF-LaCeO_x-Ni was chosen to carry out the PMS additions experiments to demineralize CA. The synergistic of electro plasma PMS is 3.87. The quenching experiment were conducted to investigate the radicals responsible to activate the plasma, the results show $\cdot\text{OH}$ ($k=0.02 \text{ min}^{-1}$) > $^1\text{O}_2$ ($k=0.05 \text{ min}^{-1}$) > $\cdot\text{O}_2^-$ ($k=0.07 \text{ min}^{-1}$) > e^- ($k=0.09 \text{ min}^{-1}$) > H_2O_2 ($k=0.12 \text{ min}^{-1}$) are responsible for the PMS activations. The results showed that the electrocatalytic DBD plasma enhanced PMS activation might work as an effective approach for micropollutants abatement.

Reference

1. Long, L., et al., *A novel strategy for promoting PMS activation: Enhanced utilization of side reactions*. Separation and Purification Technology, 2022. **297**: p. 121432.

플라즈마-전기화학적 질소 고정을 통한 암모니아 생성

황건덕^{1,2}, 윤소연^{1,2}, 장석범^{1,2}, 누하슬리나^{1,2}, 종초은^{1,2}, 장 민^{1,2*}

¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터

Plasma-assisted electrochemical nitrogen fixation for ammonia generation

Kien Tiek Wong^{1,2}, So Yeon Yoon^{1,2}, Seok Byum Jang^{1,2}, Nurhaslina Abd Rahman^{1,2}, Choe Earn Choong^{1,2},
and Min Jang^{1,2*}

¹Kwangwoon University, ²Plasma Bioscience Research Center

The current Haber-Bosch process is a mature technology that has been utilized for over a century; however, the process requires high temperatures (>400 °C) and pressures (>200 atm) as well as pure N₂ and H₂. Due to the use of hydrocarbon reforming to produce the required hydrogen, the Haber-Bosch (H-B) process results in the release of over 450 million metric tons of CO₂ annually (Kyriakou et al.[1]). N₂ fixation is a very challenging reaction as it requires large cleavage energy for N≡N (410 kJ mol⁻¹). Plasma technology has attracted much attention for clean ammonia synthesis. At low temperatures, plasmas are reported as one of the most efficient approaches for rupturing the triple nitrogen bond. In our study, the combination of N₂ plasma with electrochemical reduction was conducted as an alternative nitrogen fixation method. Rupturing of N≡N bond by plasma significantly assists the nitrogen reduction into NH₃ with high selectivity under the reducing process by copper nanowires mesh. Plasma discharging can activate N₂ into the ionized state (*N₂) and eventually oxidize into NO₂ and NO₃ at the gas/liquid interface. Then, the reductions of NO₂ and NO₃ have more positive potentials than N₂, which are considered favorable cathodic reactions for NH₃.

References

1. Kyriakou, V., Garagounis, I., Vourros, A., Vasileiou, E., & Stoukides, M., An electrochemical haber-bosch process. *Joule*, 4(1), 142-158 (2020).

광촉매 및 광열 동시 공정을 이용한 음용수 생산 및 과산화수소 농축

황일광¹, 김정현¹, 정병윤¹, 표희진¹, 문정호¹, 황건덕^{1,2}, 장민^{1,2*}

¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터

Drinking water production and hydrogen peroxide concentration using a simultaneous photocatalytic and photothermal process

Il Gwang Hwang¹, Jung Hyun Kim¹, Byeong Yun Jeong¹, Hee Jin Pyo¹, Jong Ho Moon¹, Kien Tiek Wong^{1,2}, and Min Jang^{1,2*}

¹Kwangwoon University, ²Plasma Bioscience Research Center

With the development of society and the increase in population, the severe freshwater crisis has become increasingly prominent. The conventional method of purifying water by boiling requires using fossil fuels or biomass, but burning produces greenhouse gases. The use of solar energy is lucrative because the annual energy received by the earth from the sun is as high as 3×10^{24} Joules, and harvesting, only 0.1% of the total solar resources are sufficient to meet the worldwide yearly energy demand. With the discovery of novel materials with a high photothermal conversion efficiency, interfacial solar vapor generation is gaining attention owing to its potential applications in desalination, water treatment, and purification. The cost of the materials and the cost of production must be lowered to make this technology available for underdeveloped regions. The toner powder is considered e-waste and cannot be stored in the landfill with municipal solid waste (MSW) due to its composition and properties (Ivan et al. [1]). The dry black toner contains carbon black (with a good broadband wavelength light absorption capacity from 200 to 2500 nm) and different polymer materials (resin, wax, etc.). In this study, the waste dry black toner is coated on paper to make a cost-effective solar thermal evaporation of water. At the same time, a photocatalyst designed for H₂O₂ production was added to the system. Two main objectives, photothermal evaporation for clean water production and concurrently the solar evaporated water reservoir, would increase the concentration of H₂O₂ generated.

References

- Ivan, M. N. A. S., Saleque, A. M., Ahmed, S., Cheng, P. K., Qiao, J., Alam, T. I., & Tsang, Y. H., Waste Egg Tray and Toner-Derived Highly Efficient 3D Solar Evaporator for Freshwater Generation. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 14(6), 7936-7948 (2022).

플라즈마 충격, 토양파쇄, 그리고 진공용출 기술을 이용한 산화제 이송 효율 향상 검증

장석범^{1,2}, 종초은^{1,2}, 황건덕^{1,2}, 윤소연^{1,2}, 누하슬리나^{1,2}, 장 민^{1,2*}

¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터

Verification of enhancement in oxidizing agent transfer efficiency using Plasma blasting, Pneumatic fracturing, and Vacuum extraction technology

Seok Byum Jang^{1,2}, Choe Earn Choong^{1,2}, Kien Tiek Wong^{1,2}, So Yeon Yoon^{1,2}, Nurhaslina Abd Rahman^{1,2} and Min Jang^{1,2*}

¹Kwangwoon University Department of Environmental Engineering, ²Plasma Bioscience Research Center

The most widely applied technology for soil remediation is the oxidizing agent injection. However, this technology has very harsh efficiency in low permeability soil conditions such as silty soil. Pneumatic fracturing and vacuum extraction are frequently used to increase soil permeability, but it is very difficult to generate cracks uniformly in the soil. The plasma blasting using thermal plasma is a suitable technology for generating fine cracks uniformly in soil. In this study, by combining plasma blasting, pneumatic fracturing, and vacuum extraction processes (PPV), macro and micro-cracks were generated in the soil, and the improvement of oxidizing agent mobility and purification efficiency was verified. For the site experiment, the extraction wells were installed at a distance of 5 m in four directions based on the injection well. When the PPV method was applied, 100 mg L⁻¹ of sodium bromide was added to the solution and used as a tracer. After applying the PPV method, soil sampling was performed at a depth of 3 m from a certain (1 m, 3 m, and 7 m) distance from the injection well to determine the trend of cracks. When applying the PPV method, cracks were formed up to a distance of 1 to 3 m based on the injection well, but the liquid diffused further with a relatively high permeability direction. Through the above results, the PPV method is affected by soil properties and geological properties during the formation of cracks in the soil; however, the chemical injection volume and effect area increased significantly compared with the general injection method.

References

1. Christiansen, et al. "Characterization and quantification of pneumatic fracturing effects at a clay till site," Environmental science & technology, 42.2, 570-576 (2008)

Sn/Ni 도핑된 Cu 메쉬 전극을 이용한 전기-촉매 탈질소화

장석범^{1,2}, 강희성¹, 손지은¹, 정지선¹, 배서영¹, 손성호¹, 장 민^{1,2*}

¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터

Enhanced electrocatalytic denitrification using Sn/Ni-doped Cu mesh electrode

Seok Byum Jang^{1,2}, Hee Seong Kang¹, Ji Eun Son¹, Ji Sun Chung¹, Seo Yeong Bae¹, Seong Ho Son¹, and Min Jang^{1,2 *}

¹Kwangwoon University Department of Environmental Engineering, ²Plasma Bioscience Research Center

Nitrate contamination of groundwater can lead to increase health risks and damage to ecosystems associated with nitrates/nitrites. The electrocatalytic denitrification has high catalytic efficiencies and selectivity of nitrate to nitrogen. A composite Cu mesh electrode doped with Ni and Sn was prepared and studied for electrochemical reduction of nitrate in an aqueous solution. The electrode was prepared through the simple electro-deposition method by adding nickel chloride and tin chloride to a sulfuric acid solution at a certain concentration. Several electrodes, such as commercial Ti/IrO₂ and carbon felt, were selected as the cathode, and the denitrification rate was compared under the 10 mA condition. Cyclic voltammetry investigated the electron transfer information between the nitrogen species and Cu mesh electrodes. As a cathode and anode, Sn/Ni (10/1) coated Cu mesh and SnO/NiO(10/1) coated Cu mesh were optimal for denitrification. The optimized electrode showed high efficiency in which 100 mg L⁻¹ of nitrates were removed within 30 mins, and the amount of ammonia and nitrite generated was rapidly reduced, proving that N₂ selectivity was extremely high.

References

1. A.S. Fajardo et al. "Earth-abundant elements a sustainable solution for electrocatalytic reduction of nitrate," Applied Catalysis B: Environmental, 281, 119465 (2021)

Cu/Ce-Al₂O₃를 사용한 광촉매-오존 공정을 이용한 아세트아미노펜 제거

김성지¹, 김승재¹, 이승¹, 주경배¹, 최무신¹, 윤소연^{1,2}, 종초은^{1,2}, 장민^{1,2*}

¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터

Photocatalytic Ozonation using Cu/Ce-Al₂O₃ for acetaminophen removal

Soung Ji Kim¹, Seung Jae Kim¹, Seung Lee¹, Kyoung Bae Ju¹, Musin Choi¹, So Yeon Yoon^{1,2}, Min Ji Kim^{1,2}, Choe Earn Choong^{1,2}, and Min Jang^{1,2*}

¹Kwangwoon University, ²Plasma Bioscience Research Center

Acetaminophen is one of antipyretic analgesic which released into the water system in recent years. Acetaminophen cannot be properly decomposed in conventional technology in wastewater plants; thus, it adversely affects the environment and increases TOC concentration in water resources. In this study, acetaminophen was removed via photocatalytic ozonation in the semi-batch system using copper/cerium doped alumina (Cu/Ce-Al₂O₃) granular catalyst prepared via calcination at 600°C. The batch experiments were performed under visible light (420 nm) by injecting O₃ at a flow rate of 1.2 g/hr. Cu/Ce-Al₂O₃ was synthesized by co-precipitation of Ce and Cu on the alumina balls, with different copper doping ratio (1%, 5%, and 10% (w/w) of Ce mass). The TOC removal percentages of Cu/Ce-Al₂O₃(1%), Cu/Ce-Al₂O₃(5%) and Cu/Ce-Al₂O₃(10%) were 36.5%, 32.8%, and 62.6%, respectively. Among the prepared catalysts, Cu/Ce-Al₂O₃(10%) exhibited the highest TOC removal performance (62.6%), which is higher than ozonation alone (12.1%) and ozone photo system (35.8%). Therefore, Cu/Ce-Al₂O₃(10%) was determined as the optimum catalyst for acetaminophen removal. Further, the lowest production of dissolved O₃ and H₂O₂ reveals that the introduction of catalyst enhanced the decomposition O₃ and H₂O₂ to OH radicals. To examine the stability and applicability, reusability experiments using of Cu/Ce-Al₂O₃(10%) were performed. The physicochemical properties of the prepared catalyst was investigated using FTIR, UV VIS-DRS, photocurrent, electrochemical impedance spectroscopy (EIS), and mott-Schottky analysis.

참고문헌

1. Xi Tang, Yifei Zhang, Weiqi Li, Jimju Geng, Hongqiang Ren & Ke Xu,, "Mechanism and toxicity evaluation of catalytic ozonation over Cu/Ce-Al₂O₃ system aiming at degradation of humic acid in real wastewater", 1-13,(2021)
2. F.A. Silva, D.S. Martinez, J.A.C Ruiz, L.V Mattons, C.E. Hori, F.B. Noronha, Applied Catalysis A: General 335, 145-152, (2008)
3. Mothammad Mehrjouei, Siegfried Muller, and Detlev Moller, Chemical engineering Journal 263, 210-216,(2015)

광-플라즈마 촉매 결합공정을 이용한 수중 중금속 제거

윤소연^{1,2}, 장석범^{1,2}, 누하슬리나^{1,2}, 황건덕^{1,2}, 종초은^{1,2}, 장 민^{1,2*}

¹광운대학교 환경공학과, ²플라즈마바이오연구센터

Enhanced aqueous removal of iron and manganese using photo-plasma catalyst system

So Yeon Yoon^{1,2}, Seok Byum Jang^{1,2}, Nurhaslina Abd Rahman^{1,2}, Kien Tiek Wong^{1,2},
Choe Earn Choong^{1,2}, and Min Jang^{1,2*}

¹Kwangwoon University, ²Plasma Bioscience Research Center

Iron (Fe) and manganese (Mn) are naturally present in soil and groundwater; however, Fe(II) and Mn(II) in water sources cause color in trace amounts. Further, consuming high-level Mn(II) contained water can cause chronic poisoning and neurological damage such as Parkinson's disease. Fe(II) and Mn(II) can be removed via conventional technologies such as ion exchange or chemical oxidation using various oxidants such as chlorine, ozone, or KMnO₄ [1]. However, these technologies require high operation costs and energy consumption; thus, the development of energy-efficient technology for heavy metal removal is needed. In this study, we developed photo-plasma catalysis combined system for enhanced Fe(II) and Mn(II) removal. The sole plasma system exhibited complete Fe(II) removal, while Mn(II) removal only achieved 10%. The introduction of catalysts in the plasma system effectively improved the removal performance of heavy metals. Moreover, LED involved plasma catalyst system showed enhanced Mn(II) removal performance in the long term. Scavenger experiments were conducted to investigate the contribution of reactive oxygen species toward heavy metal removal in the photo-plasma system. The physico-chemical properties of the catalyst were investigated via photocurrent, electrochemical impedance spectroscopy, Mott-Schottky, and ultraviolet-visible diffuse reflectance spectrophotometry analysis.

참고문헌

1. Choo, K. H., Lee, H., and Choi, S. J., "Iron and manganese removal and membrane fouling during UF in conjunction with prechlorination for drinking water treatment," *J. Membr. Sci.*, 267(1-2), 18-26 (2005).

PEM 연료전지의 전기적 특성에 관한 연구

이광세, 김봉수, 김병철, 허광선*

경남정보대학교

A Study on Electrical Characteristics of PEM Fuel Cell

Kwangse Lee, Bongsu Kim, Byungcheol Kim, Kwangsun Huh,
Kyungnam College of Information & Technology

PEM 연료전지에 관련된 현상은 열전달, 형식, 전하 수송, 다상 유동, 전기화학 반응이 관련되어 복잡하다. 연료전지 운전 중에 다중 물리현상과 재료 성질의 내구성을 극복하는 것이 매우 중요하다. 연료전지에 반응 기체를 공급하면서도 전기 회로가 차단되어 있으면 전류가 발생하지 않을 것이며, 주어진 조건(반응물의 온도, 압력, 농도)에서의 전기 전위는 이론 전지 전위와 같거나 이론에 가까울 것으로 예상된다. 그러나 실제로 개회로(open circuit) 전위는 이론 전위보다 아주 낮으며, 대개 1[V] 미만이다. 연료전지에서는 외부전류가 발생하지 않을 경우에도 손실이 생김을 의미한다. 전기회로가 저항(resistor)과 같은 부하(load)로 차단되면, 발생하는 전류에 따라 전위가 더욱 낮아질 것으로 예상되는데, 이는 불가피한 손실 때문이다. 연료전지에서 전압손실 요인에는 전기화학 반응 속도, 내부 전기 저항과 이온저항, 반응물이 반응 부위에 도달하는 용이도, 내부전류, 반응물의 크로스오버 등이 있다. 본 연구에서는 PEM 연료전지의 직렬로 연결되어 있을 때의 전류에 따른 전력과 전압의 특성을 고찰하였다. 전류가 증가할 때 전력은 증가하고 단자전압은 감소하며, 부하에 흐르는 전류가 증가함에 따라 내부저항에서의 전압강하는 증가하기 때문에 단자전압이 감소하였다. 연료전지가 직렬로 연결된 경우와 병렬로 연결된 경우 단자전압은 내부저항과 연료전지에 흐르는 전류에 의하여 동일함을 알 수 있었다.

폐 분말소화약제의 2차 친수화에 관한 연구

전준철, 정종희, 이장호, 천주현, 허광선*

경남정보대학교

A study on the secondary hydrophilization of lung powder extinguishing agents

Juncheol Jeon, Jonghui Jeong, Jangho Lee, Juhyeon Cheon, Kwangsun Huh*,
Kyungnam College of Information & Technology

폐 분말소화약제에 발수처리 된 메틸 하이드로 겐 폴리실록산을 제거하여 친수화 처리 기술은 분말 소화약제 폐기물에 알코올 수용액을 분무하는 알코올 분무 공정과 알코올 분무 공정에 의해 분무된 알코올 수용액과 분말 소화 약제 폐기물을 교반하는 교반 공정을 갖고 교반 공정에 의해 분말 소화 약제 폐기물 표면의 실리콘 코트 제거된다.

친수화된 소화약제는 비료의 3대 요소인 질소, 인, 칼륨 내의 질소, 인을 많이 함유하는 분말 소화 약제 폐기물을 비료로서 사용할 수 있다. 본연구에서는 폐 분말소화약제에 발수처리 된 메틸 하이드로 겐 폴리실록산을 제거하여 친수화 처리 공정을 개발하기 반응시간 60분, 반응온도 20℃, 소화약제 20g에 1차 친수화 공정에는 에탄올과 물을 1:1로, 2차 친수화 공정에는 에탄올과 물을 1:1에 알카리 염을 0.5%를 혼합하여 친수화 시킨 후 용해성과 푸리에 변환 적외선 분광법(FT-IR)로 구조분석을 통하여 코팅제 제거 현상을 확인하였다. 본 연구 결과에서는 친수화 과정을 2회 한 결과 기존 1차 친수화 과정에서 2차 친수화 과정을 실험한 결과 에탄올과 물의 혼합한 것과 유사하게 분말상태가 양호하였다. 또한 친수화 과정을 2회 한 결과 기존 1차 친수화 과정에서 2차 친수화 과정에서 알카리염을 추가 한 경우가 친수화가 우수하였다.

탈질 탈황

(포스터 발표)

9월 22일(목) 13:00 - 15:00

제주 메종 글래드 2층 복도 홀

폐플라스틱 전기열분해 공정에서 레드머드를 이용한 Tar 제거 연구

김진호¹, 김지현¹, 김태훈²

¹고등기술연구원, ²GS Green tech

A study on the removal of tar using red mud in the electro-pyrolysis process of waste plastics

Jin-ho Kim^{1*}, Ji hyeon Kim¹, Tae-Hoon Kim²,

¹Institute for Advanced Engineering (IAE), ²GS Greentech

코로나-19로 인해 비대면 거래 및 음식배달의 증가 때문에 일회용 플라스틱 소비가 급격히 증가되었다. 일회용 플라스틱 중 음식물이 묻어 있는 용기와 복합플라스틱류는 플라스틱의 물질재활용이 어려워 전량 폐기 또는 소각방식으로 처리되고 있다. 이러한 플라스틱을 소각하게 되면 이산화탄소와 미세먼지의 원인이 되는 질소산화물을 발생하고 있어 재활용방안이 시급하다. 물질재활용이 어려운 플라스틱은 열분해 및 가스화 방식인 화학적 재활용 방법이 하나의 대안이 될 수 있다. 화학적 재활용 방법 중 하나인 열분해 방식은 무산소 분위기에서 폐플라스틱에 열을 가하여 분해되는 가스를 응축하여 열분해유를 생산하고 남은 잔재물을 재활용하는데, 열분해 시간과 플라스틱의 종류에 따라 덜 분해된 고분자가 상온에서 점도가 높은 tar를 생성한다. Tar는 열분해 운전을 저해하고 열분해 잔재물의 재활용을 방해하여 저감이 필요하다.

고분자 물질인 tar를 분해할 촉매로 보크사이트 잔사물인 레드머드를 이용하였다. 레드머드에는 금속성분인 Fe와 촉매 산점으로 작용 할 수 있는 Al₂O₃, TiO₂ 등이 포함되어 있어 열분해 반응에서 일회용 촉매로 사용할 수 있다. 레드머드를 촉매로 사용하고자 하는 시도는 많았지만 접촉방법과 열분해 반응온도에 따른 전환율이 달라 적용이 어려웠다.

따라서 본 연구에서는 다층분할 전열식열분해로를 사용하여 반응시간에 따른 열분해로의 온도를 정밀조절하여 촉매의 효과를 높이는 방식을 사용하였다. 촉매 반응을 통해 열분해시 발생하는 Tar를 분해하여 상온에서 점도가 높은 탄화수소의 함량을 낮추었다. Tar 저감율은 TGA 분석을 통해 400°C에서 50% 이상 감소하였다.

키워드: 레드머드, 폐플라스틱, 촉매, 타르

사사

본 연구는 2021년도 중소벤처기업부의 중소기업기술개발지원사업에 의한 연구입니다[S01115]. 지원에 감사드립니다.

텅스텐이 담지된 SCR촉매의 제조 및 탈질성능 평가

부진호¹, 권병찬¹, 박노국^{1*}, 강도형¹, 이장훈², 황상연³, 서명조⁴

¹영남대학교, 38541 경상북도 경산시 대학로 280

²다이텍연구원, 41706 대구시 서구 달서천로 92

³고등기술연구원, 17180 경기도 용인시 처인구 백암면 고안로 51번길 175-28

⁴마이크로원, 31026 충청남도 천안시 서북구 입장면 연곡길 368

Manufacture of tungsten-supported SCR catalyst and its NH₃-SCR performance tests

Jinho Boo¹, Byung Chan Kwon¹, No-Kuk Park^{1*}, Dohyung Kang¹, Jang Hun Lee², Sang Yeon Hwang³, Myung Jo Seo⁴

¹School of Chemical Engineering, Yeungnam University, 280 Daehak-ro, Gyeongsan, Gyeongbuk, 38541, KOREA

²Korea Dyeing & Finishing Technology Institute, 92 Dalseocheon-ro, Seo-gu, Daegu, 41706, KOREA

³Institute for Advanced Engineering, 175-28 Goan-ro, 51 beon-gil, Baegam-myeon, Cheoin-gu, Yongin, Gyeonggi, 17180, KOREA

⁴Micro-one Inc., 368 Yeongok-road, Ibjang-myeon, Seobuk-gu, Cheonan, Chungnam, 31026, KOREA

대기환경보전법 시행규칙 일부 개정령안'에 따라 사업장의 고온 연소공정에서 배출되는 질소산화물의 배출 허용규제가 강화될 것으로 예상되며 초미세먼지를 유발하는 질소산화물을 제거하는 방법으로 SNCR 및 SCR 공정이 있다. SNCR의 단점인 낮은 탈질 효율과 높은 운전온도를 보완하기 위하여 연소로에 직접 적용되는 SNCR과 더불어 후단에 SCR에 의한 2차 처리를 해주는 탈질공정의 개선이 요구되고 있다. 여과백 소재인 PTFE 섬유에 촉매를 담지하는 방법으로 본 연구에서는 PTFE 섬유사 내에 촉매를 분산시키기 위한 연구가 진행되었다.

본 연구에서는 집진에 이용되고 있는 PTFE 여과포 소재의 제조과정에서 먼저 실험을 통하여 도출해낸 최적 조성의 Zeolite 탈질촉매를 분산시켜 여과포 섬유 자체에 탈질 기능을 부가하고자 하였다. 추가로 각각의 촉매들의 NH₃-SCR 전환율을 비교·분석하였고, 탈질촉매에 열적 안정성이 우수하다고 알려진 텅스텐을 TiO₂ 위에 증진제로써 담지하여 성능을 비교·분석하였다. 탈질촉매가 분산된 PTFE 섬유사의 탈질 성능을 조사하기 위하여 고정층 반응기에서 온도에 따른 NH₃-SCR 반응에서 탈질 성능을 비교하였다. 또한, PTFE 섬유사 내에 촉매의 분산상태 및 함유량을 확인하기 위하여 주사전자현미경(SEM)과 EDS Mapping을 이용하여 PTFE 섬유사 표면 형상 및 원소들의 분포도를 관찰하였으며, TG실험으로부터 촉매 담지량을 측정하였다. 표면분석 결과로부터 미세 촉매 입자가 PTFE 섬유사 내에 분산된 것이 확인되었다.

사사

본 연구는 환경부의 미세먼지 사각지대 해소 저감 실증화 사업으로부터 지원을 받아 수행한 연구 결과입니다. (No. RE202001053)



본 사업은 기획재정부의 복권기금 및 과학기술정보통신부의 과학기술진흥기금으로
추진되어 사회적 가치 실현과 국가 과학기술 발전에 기여합니다.



KSCT

한국청정기술학회

The Korean Society of Clean Technology