

한국막학회

2022년도

춘계 총회 및 학술발표회

2022년 4월 28일(목)~4월 29일(금)

April 28(Thu) ~ April 29(Fri), 2022

수원컨벤션센터

주최:  사단
법인 한국막학회

후원:  수원컨벤션센터  경기관광공사
GYEONGGI TOURISM ORGANIZATION



한·국·막·학·회

The Membrane Society of Korea

한국막학회

2022년도



춘계 총회 및 학술발표회

2022년 4월 28일(목)~4월 29일(금)

April 28(Thu) ~ April 29(Fri), 2022

수원컨벤션센터

주최:  사단 한국막학회

후원:  수원컨벤션센터  경기관광공사
Gyeonggi Tourism Organization



한·국·막·학·회

The Membrane Society of Korea

한 국 막 학 회

2022년도 춘계 총회 및 학술발표회 일정표

■ 2022년 4월 28일(목요일)

08:30~09:30		등 록	
		A 강연장	B 강연장
분야 시간	Oral session-1 좌장/심사위원 : 박치훈 교수(경상국립대학교) 심사위원 : 박정태 교수(건국대학교)	Oral session-2 좌장/심사위원 : 지원석 교수(전남대학교) 심사위원 : 조영훈 박사(한국화학연구원)	
09:30~09:45	우수한 에너지 저장 및 탈염 성능을 위한 음이온 교환수지 및 해수전지 기반의 해수 담수화 시스템 / 정성우(UNIST)	PVA hydrogel pervaporation membrane for highly reactive organic solvent recovery / 권용성(KAIST)	
09:45~10:00	소듐 메탈 음극 기반의 레독스 플로우 담수화 전지 시스템 개발 / 김남혁(UNIST)	그래핀 나노리본을 이용한 Zeolitic imidazolate framework 고성능수소 분리막 / 최은지(연세대학교)	
10:00~10:15	Membrane adsorber with metal-organic frameworks for efficient separation of dye mixtures / 유승연(한양대학교)	Effects of dual carriers in Mixed-Matrix membrane on the performance of CO Separation / 강미소(연세대학교)	
10:15~10:30	수질 및 대기 정화를 위한 유연 세라믹 나노섬유 필터 소재의 개발 / 이종만(한국재료연구원)	Synthesis of defect-free improved microstructure of H-SOD zeolite membranes for the separation of H ₂ O/H ₂ mixtures at elevated temperatures / 아래팔리 데비프리안카(충남대학교)	
10:30~10:50		휴 식	
분야 시간	포스터 5분 Speech A 좌장/심사위원 : 강효 교수(동아대학교) 심사위원 : 김효원 교수(한국에너지공과대학교)	포스터 5분 Speech B 좌장/심사위원 : 이창수 교수(금오공과대학교) 심사위원 : 김대우 교수(연세대학교)	
10:50~11:50	포스터 5분 Speech 1	포스터 5분 Speech 2	
11:50~13:30		점 심 식 사	

	A 강연장	B 강연장
분야 시간	수처리분과 (1MA) Organizer / 좌장 : 김인철 박사(한국화학연구원)	혁신기업 (1MB) Organizer / 좌장 : 김진호 박사(주에코너티)
13:30~13:50	Interfacial tailoring of polyamide nanofilms for water treatment / 이정현 교수(고려대학교)	MBR 기술 새로운 패러다임 전환 / 신용철 박사(주하이필엠)
13:50~14:10	Integrated enzyme and membrane process for production and purification of xylooligosaccharides in biorefinery / 명수완 박사(한국화학연구원)	가압형 막여과 고효율 정수처리 기술 / 신동호 차장(효성화학)
14:10~14:30	유사펜톤-촉매 세라믹 분리막을 이용한 수계 내 신종 미량오염물질의 고급산화 기술 개발 / 정영균 박사과정(한국과학기술원)	탄소중립을 위한 이산화탄소 포집 막분리 기술 개발 / 민광준 이사(주에어레인)
14:30~14:50	Continuous Desalination via Flow Electrodes Based Capacitive Deionization Process / 조용현 교수(순천향대학교)	Fabrication and Application of polyketone membranes / 전성일 대표(주멤브레어)
14:50~15:00	휴 식	
15:00~15:40	포스터 세션 A	
분야 시간	에너지분과 (1MC) Organizer / 좌장 : 이창현 교수(단국대학교)	기체분리분과 (1MD) Organizer / 좌장 : 박호범 교수(한양대학교)
15:40~16:00	알칼라인 수전해용 고안전성 과불소계 이오노머 분리막 / 이창현 교수(단국대학교)	MOF-embedded thin-film nanocomposite membranes for C ₃ H ₆ /C ₃ H ₈ separation: From material design to scale-up fabrication / 이태훈 박사(한양대학교)
16:00~16:20	알칼라인 수전해용 기공 정밀 제어 다공성 분리막 / 김태호 박사(한국화학연구원)	Development of Membranes for Efficient CO ₂ Separation Using Organic Polymers and Hybrid Materials / 김태현 교수(인천대학교)
16:20~16:40	차세대 알칼라인 수전해용 박막 복합 분리막 / 이정현 교수(고려대학교)	Aging-resistant carbon molecular sieve membrane for olefin/paraffin separation / 김성중 박사(한국세라믹기술원)
16:40~17:00	알칼라인 수전해용 이오노머의 내화학적 개선을 위한 유무기하이브리드 나노입자 제조 및 성능연구 / 김주영 교수(강원대학교)	미세 다공성 제올라이트를 이용한 분자체 분리막 / 최정규 교수(고려대학교)
17:00~17:10	휴 식	
17:10~18:00	★2022 제4차 이사회 및 2022 춘계 평의원회★	

■ 2022년 4월 29일(금요일)

09:00~09:30	등 록	
A 강연장		
분야 시간	신진 연구자 (2MA) Organizer / 좌장 : 조철희 교수(충남대학교)	
09:30~09:50	Surface treatment of porous membrane via vapor phase deposition process / 유명민 박사(한국화학연구원)	
09:50~10:10	Carbon Molecular Sieve Membranes Derived from UV-crosslinkable Polymers for Gas Separations / 박재성 박사(한국화학연구원)	
10:10~10:30	기능성 고분자의 합성과 이의 분리막으로의 응용 / 이재훈 박사(한국에너지기술연구원)	
10:30~10:50	Multi-functional Copolymers with Metal-organic Frameworks for Ultrathin, High-permeance CO ₂ Separation Composite Membrane / 이창수 교수(금오공과대학교)	
10:50~11:00	휴 식	
분야 시간	초청강연 Organizer : 조철희 교수(충남대학교)	
11:00~11:30	★초청강연★ 대규모 하수처리장 MBR 분리막의 방향-친환경, 소재국산화, 표준화 / 장재영 대표(㈜퓨어엔비텍) 좌장 : 조철희 교수(충남대학교)	
11:30~12:00	2022 춘계 총회 및 우수 논문 시상	
12:00~13:30	점 심 식 사	
13:30~14:10	포스터 세션 B	
A 강연장		
분야 시간	분리막 공정분과 (2MB) Organizer : 김유창 박사 (한국기계연구원) 좌장 : 임성일 박사(한국기계연구원)	B 강연장 헬스케어바이오분과 (2MC) Organizer : 남상용 교수(경상대학교) 좌장 : 강상현 교수(서경대학교)
14:10~14:30	Surface functionalization of thin-film composite membranes to mitigate scaling in reverse osmosis / 부찬희 박사(KIST)	생분해성 소재 기반 분리막 제조기술 개발 / 김정 교수(인천대학교)
14:30~14:50	국내 MBR 하수고도처리 개발 현황 / 신정훈 박사(태영건설)	폐섬유의 화학적 재활용을 위한 분리막 기술과 역할 / 이호익 박사(한국생산기술연구원)
14:50~15:10	소수성/친수성 분리막 뜰채 기반 미세플라스틱 농축 기술 개발 / 정성필 박사(KIST)	친환경 지속 가능한 박막복합분리막 / 박상희 교수(창원대학교)
15:10~15:30	MCDI (Membrane Capacitive Deionization)용 전극 개발 및 적용 / 박남수 사업부장(시온텍)	노후 분리막을 활용한 콘크리트 첨가물의 강도발현 연구 / 이용수 교수(한양대학교)
15:30~15:40	휴 식	

	A 강연장	B 강연장
분야 시간	정밀화학 (2MD) Organizer/좌장 : 박유인 박사 (한국화학연구원)	무기분리막 (2ME) Organizer : 조철희 교수(충남대학교) 좌장 : 정재철 소장(주파인텍)
15:40~16:00	정밀화학 산업분야에서의 분리막 기술 / 박호식 박사(한국화학연구원)	Development of Acid-resistant CHA Zeolite Membranes and Pervaporative Behavior for Water/Acetic-Acid Solvent Dehydration / 김민지 박사(충남대학교)
16:00~16:20	Membrane process integrated with bioenergy production systems / 상병인 교수(한양대학교)	Engineered Nanochannel Membranes with Diode-like Behavior / 강일석 박사(나노종합기술원)
16:20~16:40	Recovery of natural products using hybrid process between supercritical fluid extraction and membrane / 김재훈 교수(성균관대학교)	수처리용 알루미늄 분리막 제조 기술 개발 / 김성중 박사(한국세라믹기술원)
16:40~17:00	★연구 윤리 교육★ 연구윤리와 멤브레인(Membrane Journal) / 연구윤리위원장 박정훈 교수(동국대학교)	

■ 초청강연 : 2022년 4월 29일(금요일)

11:00~11:30	<p>장재영 (㈜퓨어엔비텍)</p> <p>대규모 하수처리장 MBR 분리막의 방향: 친환경, 소재 국산화, 표준화 (Development direction of MBR membrane for large scale SWTP: Eco-friendly, Localization of raw materials, Standardization)</p>
-------------	--

■ 2022년 4월 28일(목요일)

A 강연장

수처리(1MA)		Organizer · 좌장 : 김인철 박사(한국화학연구원)
1MA-1 (13:30~13:50)	수처리용 폴리아마이드 나노박막의 계면 제어	(고려대)이정현
1MA-2 (13:50~14:10)	자일로올리고당 생산 및 정제를 위한 효소-분리막 통합 바이오피파이너리 연구	(화학연)김다희, 명수완*
1MA-3 (14:10~14:30)	유사펜톤-촉매 세라믹 분리막을 이용한 수계 내 신종 미량오염물질의 고급산화 기술 개발	(KAIST)정영균, 강석태*
1MA-4 (14:30~14:50)	흐름전극기반의 이온흡착법을 이용한 연속공정 탈염기술 개발	(순천향대) Nguyen Anh Thu Tran1, Tran Minh Khoi, Ngo Minh Phuo, 정혜빈, 조용현*
에너지(1MC)		Organizer · 좌장 : 이창현 교수(단국대학교)
1MC-1 (15:40~16:00)	알칼라인 수전해용 고안전성 과불소계 이오노머 분리막	(단국대) 임준현, 윤재한, 안주희, 황진표, 황경환, 이시찬, 박인기, 이창현*
1MC-2 (16:00~16:20)	알칼라인 수전해용 기공 정밀 제어 다공성 분리막	(화학연)송유호, 김송미, 김소희, 이성민, 김태호*
1MC-3 (16:20~16:40)	차세대 알칼라인 수전해용 박막 복합 분리막	(고려대)최주연, 김한수, 전성권, 이정현*
1MC-4 (16:40~17:00)	알칼리 수전해용 이오노머의 내화학성 개선을 위한 유무기 하이브리드 나노입자 제조 및 성능 연구	(강원대)김주영

B 강연장

혁신기업(1MB)

Organizer · 좌장 : 김진호 박사(㈜에코니티)

1MB-1 (13:30~13:50)	MBR 기술 새로운 패러다임 전환	(주하이필엠)문희완, 장철웅, 정호찬, 천윤필, <u>신용철*</u>
1MB-2 (13:50~14:10)	가압형 막여과 고효율 정수처리 기술	(효성화학) <u>신동호</u> , 이정재, 임성한*
1MB-3 (14:10~14:30)	탄소중립을 위한 이산화탄소 포집 막분리 기술 개발	(주에어레인) <u>민광준</u> , 한상훈, 김세중, 임진혁, 이충섭, 하성용* (난방공사)장원석
1MB-4 (14:30~14:50)	폴리케톤 분리막의 제조와 응용	(주멤브레어)우윤하, 박예지, <u>전성일*</u> (계명대)후건, 변홍식

기체분리(1MD)

Organizer · 좌장 : 박호범 교수(한양대학교)

1MD-1 (15:40~16:00)	MOF-embedded thin-film nanocomposite membranes for C3H6/C3H8 separation: From material design to scale-up fabrication	(한양대) <u>이태훈</u> , 박호범*
1MD-2 (16:00~16:20)	유기 고분자와 유.무기 복합소재를 활용한 고성능 이산화탄소 분리막의 개발	(인천대)김태현
1MD-3 (16:20~16:40)	올레핀/파라핀 분리용 탄소분자체 분리막의 물리적 에이징 향상 연구	(세기원) <u>김성중</u> (화학연)김대훈, 권용성, <u>박유인*</u>
1MD-4 (16:40~17:00)	미세 다공성 제올라이트를 이용한 분자체 분리막	(고려대)김세진, <u>최정규</u>

■ 2022년 4월 29일(금요일)

A 강연장

신진연구자(2MA)

Organizer · 좌장 : 조철희 교수(충남대학교)

2MA-1 (09:30~09:50)	Surface treatment of porous membrane via vapor phase deposition process	(화학연)유영민
2MA-2 (09:50~10:10)	Carbon Molecular Sieve Membranes Derived from UV-crosslinkable Polymers for Gas Separations	(화학연)박재성
2MA-3 (10:10~10:30)	기능성 고분자의 합성과 이의 분리막으로의 응용	(에기연)이재훈
2MA-4 (10:30~10:50)	다기능성 공중합체 및 금속-유기 골격체 기반 초박막 고투과성 이산화탄소 기체 분리 복합막	(금오공대)이창수

A 강연장

분리막 공정(2MB)

Organizer : 김유창 박사(한국기계연구원)

좌장 : 임성일 박사(한국기계연구원)

2MB-1 (14:10~14:30)	역삼투막 스케일 현상 저감을 위한 표면 개질	(KIST)부찬희
2MB-2 (14:30~14:50)	국내 MBR 하수고도처리 개발 현황	(태영건설)김명찬, <u>신정훈*</u>
2MB-3 (14:50~15:10)	소수성/친수성 분리막 플렉스 기반 미세플라스틱 농축 기술 개발	(KIST)마정혁, <u>정성필*</u> (서울과기대)마정혁
2MB-4 (15:10~15:30)	MCD(Membrane Capacitive Deionization)용 전극 개발 및 적용	(시온텍)강경석, 유현우, <u>박남수*</u>

정밀화학(2MD)

Organizer · 좌장 : 박유인 박사(한국화학연구원)

2MD-1 (15:40~16:00)	정밀화학 산업분야에서의 분리막 기술	(화학연)유영민, 조영훈, 원가연, 신성주, 박유인*, <u>박호식*</u> (고려대)원가연
2MD-2 (16:00~16:20)	막공정과 연계된 바이오에너지 생산 공정	(한양대)상병인
2MD-3 (16:20~16:40)	초임계 추출과 막분리 하이브리드 공정을 이용한 천연물 회수공정	(성균관대)김재훈

B 강연장

헬스케어바이오(2MC)

Organizer : 남상용 교수(경상국립대학교)

좌장 : 강상현 교수(서경대학교)

2MC-1 (14:10~14:30)	생분해성 소재 기반 분리막 제조기술 개발	(인천대)김정
2MC-2 (14:30~14:50)	폐섬유의 화학적 재활용을 위한 분리막 기술과 역할	(생기연)이호익
2MC-3 (14:50~15:10)	친환경 지속 가능한 박막복합분리막	(창원대)박상희* (생기연)이승민
2MC-4 (15:10~15:30)	노후 분리막을 활용한 콘크리트 첨가물의 강도발현 연구	(한양대)이용수* (용기연)김준경

무기분리막(2ME)

Organizer : 조철희 교수(충남대학교)

좌장 : 정재철 소장(쥬파인텍)

2ME-1 (15:40~16:00)	내산성 CHA 제올라이트 분리막 개발 및 아세트산 탈수 거동 연구	(충남대)김민지, Arepalli Devipriyanka, 김용빈, Muhammad Junaid Ammar, 조철희*
2ME-2 (16:00~16:20)	Engineered Nanochannel Membranes with Diode-like Behavior	(나중원)강일석
2ME-3 (16:20~16:40)	수처리용 알루미늄 분리막 제조 기술 개발	(세기원)김성중 (화학연)권용성, 김대훈, 조영훈, 박호식, 남승은*, 박유인*

■ 2022년 4월 28일(목요일)

구두(09:30-10:30)

A 강연장		좌장 : 박지훈 교수(경상국립대학교)
MO-1	우수한 에너지 저장 및 탈염 성능을 위한 음이온 교환수지 및 해수전지 기반의 해수 담수화 시스템	(UNIST)정성우, 김영식*
MO-2	소듐 메탈 음극 기반의 레독스 플로우 담수화 전지 시스템 개발	(UNIST)김남현, 김영식*
MO-3	효율적인 염료 혼합물 분리를 위한 금속-유기 골격체 기반 흡착 분리막	(한양대)유승연, 김유진, 이태훈, 박호범*
MO-4	수질 및 대기 정화를 위한 유연 세라믹 나노섬유 필터 소재의 개발	(재료연)하장훈, 송인혁, 이종만*
B 강연장		좌장 : 지원석 교수(전남대학교)
MO-5	고반응성 유기 용매 회수를 위한 PVA 하이드로젤 투과증발 분리막	(KAIST)권용성, 김대훈, 박아름이, 박호식, 박유인, 남승은* (화학연)권용성, 고동연
MO-6	그래핀 나노리본을 이용한 Zeolitic imidazolate framework 고성능 수소 분리막	(연세대)최은지, 김대우*
MO-7	Effects of dual carriers in Mixed-Matrix membrane on the performance of CO Separation	(연세대)강미소, 김정훈, 김종학*
MO-8	Synthesis of defect-free improved microstructure of H-SOD zeolite membranes for the separation of H ₂ O/H ₂ mixtures at elevated temperatures	(충남대)Arepalli Devipriyanka, 조철희*

■ 2022년 4월 28일(목요일)

포스터 세션 A(15:00-15:40)

좌장 : 강효 교수(동아대학교)

환경/에너지		
MP-1	수전해 시스템 적용을 위해 브롬화된 고분자와 키토산을 가교한 음이온교환고분자 막의 제조 및 특성평가	(경상국립대)정하늘, 손태양, 임광섭, 남상용*
MP-2	핫프레스를 이용한 압축을 통해 지지체의 두께가 감소된 다공성 격리막 제조 및 특성평가	(경상국립대)한성민, 임광섭, 정하늘, 남상용
MP-3	전기방사를 이용한 천연 실크 분말 함유 다공성 고분자 막 제조	(경상국립대)서영진, 장해남, 박지훈* (비이제이실크)최강민
MP-4	α -Al ₂ O ₃ 중공사막을 지지체로 사용한 광촉매 필터 성능평가	(동국대)황재연, 신민창, 최유진, 김소은, 박정훈*

환경/에너지

MP-5	양자역학 전산모사를 이용한 작용기에 따른 모노머 화학적 안정성 평가	(경상국립대)고지은, 강호성, 박치훈* (인천대)김태현 (단국대)이창현
MP-6	분자동역학 전산모사를 이용한 고분자 기계적 특성 연구	(경상국립대)강호성, 박치훈*
MP-7	Preparation and Alcohol Dehydration using Silicalite-1 Zeolite Nanoparticles Coated PDMS Hollow Fiber Membrane	(충남대)무하마드 주나이드 아마르, 조철희*

기체 분리막

MP-8	다양한 첨가제에 의하여 제조된 폴리에테리이미드계 고분자 중공사막 제조 및 수소분리 특성평가	(경상국립대)권현운, 임광섭, 김지현, 남상용*
MP-9	Gas Transport Properties of Fluorinated Polyimide Membranes Prepared by Different Synthetic Methods	(에너지공대)임남균, 김효원*
MP-10	chitosan-Ag(I) facilitated transport membranes for CO ₂ /N ₂ separation by reversible π -complexation	(화학연)민수빈, 서채희, 안이삭, 임시우, 최기환, 박보령, 김정훈* (연세대)민수빈, 김종학

수처리 시스템 기술

MP-11	내열성과 내화학성이 우수한 폴리벤지이미다졸(PBI)을 이용해 유기용제나노여과막(OSN) 제조	(경상국립대)김성현, 김지현, 임광섭, 남상용*
MP-12	Ionic Liquids Based on Styrenesulfonate as Draw Solute for Forward Osmosis Process – Effect of Cation Structure	(동아대)문지현, 서규태, 강효*
MP-13	Effect of anion structure of benzenesulfonate-based draw solute in forward osmosis process	(동아대)양다운, 조연수, 강효*
MP-14	해수전지 활용 살균-중화 일체형 수처리 시스템	(UNIST)김서해, 김영식*
MP-15	Preparation of scalable CNT/GNR hybrid membrane and its performance of organic solvent nanofiltration	(연세대)김주연, 김대우*
MP-16	Virus removal performance of PVDF NF membrane with UV-Vis. modification	(경희대)조나현, 김성우, 고은주, 이용택*
MP-17	나노사이즈 알루미늄 입자 첨가에 따른 알루미늄 중공사막의 기계적 강도 향상	(충남대)김용빈, 느고 민 푸억, 조철희*
MP-18	알코올/dye 제거를 위한 폴리케톤 나노여과막의 제조 및 특성평가	(경희대)홍승희, 박희민, 이용택*
MP-19	산처리를 통한 단백질 분리용 재생 셀룰로오스 한외여과막의 제조	(한양대)강준현, 이태훈, 박호범*
MP-20	Hydrophilic Surface-modified PTFE Membrane Using Poly (vinyl alcohol)	(한양대)장준규, 윤채원, 이태훈, 박호범*

분리막 제조

MP-21	Enhanced monovalent ion separation by controlling the interlayer spacing and pore size of nano-porous graphene oxide membrane	(연세대)김정필, 김대우*
MP-22	친수성 EVOH 고분자를 이용한 수처리용 분리막의 제조 및 특성평가	(경상국립대)박준호, 임광섭, 우승문, 남상용*
MP-23	Hydrophilic Modification of Polytetrafluoroethylene Membrane with Highly Acid-resistant Crosslinked Poly(ethylene glycol) Layer	(한양대)윤채원, 장준규, 이태훈, 박호범*
MP-24	리그닌의 정제 및 염분 제거 기술 개발	(동국대)장학룡, 신민창, 이정인, 황재연, 박정훈*
MP-25	Diatomite incorporated hydrogel laminated nanofiber membranes for tunable removal of methylene blue	(고려대)Abouelanwar Ali Mahmoud Mohamed, 오종민, 김준영, 김영진*
MP-26	수처리용 분리막의 성능 향상을 위한 첨가제로서 구조토의 활용 가능성 평가	(고려대)오종민, Abouelanwar Ali Mahmoud Mohamed, 김준영, 김영진*
MP-27	Nanoporous graphene with microwave treatment and its organic solvent nanofiltration membrane	(연세대)강준현, 김대우*
MP-28	프로톤 블로킹을 위해 개질된 고분자 층을 포함한 복합 음이온 교환막	(상명대)이지현, 강문성*
MP-29	이온전도 바인더를 이용한 불균질 이온교환막의 제조 및 특성평가	(상명대)이지민, 강문성*
MP-30	Nanoporous graphene membrane using scalable fabrication with ultrafast organic solvent nanofiltration	(연세대)김지원, 강준혁, 김대우*
MP-31	High performance TFN NF membrane fabricated on highly porous micro-structured supports with porous polymer fillers	(KAIST)이지현, 배태현*
MP-32	Instructions for Preparing Papers Presented at 2022 Spring Meeting	(KAIST)양현민, 이재원, 배태현*
MP-33	Elucidating the Water and Ion Transport Properties in Metal-Organic Framework (MOF)-enhanced Polymer Nanocomposite Membranes	(한양대)김유진, 이태훈, 장준규, 박호범*
MP-34	중기유도상분리법을 통한 고투수 Acetylated methyl cellulose 정밀여과막 제조	(화학연)김은비, 이명준, 김다희, 명수완*
MP-35	중금속 흡착용 중공사형 한외여과막 제조 및 특성 연구	(화학연)임다슬, 김다희, 명수완*

포스터 세션 A(15:00-15:40)

좌장 : 강효 교수(동아대학교)

분리막 제조

MP-36	Enhanced Gas Barrier and Mechanical Properties of Thermoplastic Polyurethane Tailored by Graphene Nanocomposite	(한양대)정재구, 이병관, 도시현, 박호범*
MP-37	Nanocomposite omniphobic membrane for the removal of oily organic materials in membrane distillation process	(경희대)고은주, 이용택*

환경/에너지

MP-38	연료전지용 수소이온 교환막 전산모사 연구	(경상국립대)강호성, 박치훈*
MP-39	고분자 전해질 이오노머가 도입된 제로갭 수전해 시스템 단위전지 해석	(경상국립대)박치훈

2022년 4월 29일(금요일)

포스터 세션 B (13:30-14:10)

좌장 : 이창수 교수(금오공과대학교)

환경/에너지

MP-40	SEBS를 이용하여 개질한 고분자 분리막의 투습도 평가	(경상국립대)김도형, 임광섭, 손태양, 남상용*
MP-41	A study on pore filled ion exchange membrane according to the characteristics of the substrate for anion exchange membrane fuel cell	(경상국립대)김도형, 남상용*
MP-42	기계적 물성이 향상된 고성능 폴리벤즈이미다졸 나노복합체 제조 및 특성평가	(경상국립대)권현웅, 김지현, 임광섭, 남상용*
MP-43	단량체 단계에서 이미다졸류 그룹이 도입된 PEEK를 이용한 음이온 교환막 제조 및 특성평가	(경상국립대)한성민, 임광섭, 손태양, 남상용*
MP-44	PBI를 활용한 전기방사 방식의 나노 섬유 지지체 개발 및 특성평가	(경상국립대)장학수, 김지현, 임광섭, 정지혜, 남상용*
MP-45	내 알칼리성이 우수한 알칼리 수전해용 다공성 격막 개발	(경상국립대)임광섭, 정하늘, 한성민, 남상용*
MP-46	Screening of Porous Adsorbents for High-Performance Hydrogen Storage	(KAIST)최혜린, 박용주, 배태현*
MP-47	A dip-coating method-induced Thermally stable and High Performance Lithium ion battery Separators derived from Novel Fluorine-based Polymers	(부경대)박재원, 조계용*
MP-48	High performance, flexible solid-state supercapacitors with amphiphilic comb polymer electrolyte and 1D hierarchical carbon nanotube electrode	(금오공대)권지민, 이창수* (연세대)김종학

환경/에너지

MP-49	고농도 암모니아 폐수를 활용한 CO2 포집을 위한 비료유도형정삼투공정 및 접촉분리막 융합공정 평가	(고려대)장인정, 전동건, 김영진*
MP-50	혐기소화슬러지탈리액 내 암모니아 포집을 위한 MD공정 장기운영 평가	(고려대)이대훈, 김지은, 김현철, 김성표, 김영진*
MP-51	Graphene oxide membranes with high water vapor permeability for dehumidification	(한양대)유승연, 박호범*
MP-52	Recovery of nickel from low-grade wastewater using commercial nanofiltration membranes : challenges and opportunities	(서강대)이호준, 유철훈, 신정환, 이종석* (인천대)김정*
MP-53	The significance of anion conductivity measurement in polymer electrolyte membranes for alkaline water electrolysis application	(단국대)임준현, 안주희, 정진우, 이창현*

수처리 시스템 기술

MP-54	그레이워터 처리를 위한 혐기성 유동상 분리막 생물반응기의 운전 효율 및 계면활성제에 대한 영향	(인하대)김민석, 김정환*
MP-55	상향된 이온교환능력을 가진 입자를 이용한 SEBS계 이온교환 하이브리드막의 제조 및 특성평가	(경상국립대)김성현, 임광섭, 손태양, 남상용*
MP-56	Multi bore 형 PVDF 중공사막의 화학용액을 동반한 역세척 효율	(경상국립대)임광섭, 권현웅, 김성현, 남상용* (㈜퓨어엔비텍)이정우, 장재영
MP-57	자외선 차단제의 미세플라스틱 흡착특성과 세라믹 분리막 여과 성능 평가	(이화여대)국희진, 차민주, 박찬혁*
MP-58	산업폐수 처리용 분리막 생물반응기에서 정족수 감지 억제제를 통한 생물막 오염 저감	(서울과학기술대)김현, 압둘바헤드 누리, 웅원탕 타우, 오현석* (삼성디스플레이)김명희, 황병국
MP-59	An active layer coating based on polyelectrolyte multilayer for water filtration membrane.	(충남대)이은경, 박경덕, 양성운*
MP-60	Evaluation of structural / performance variation between α -Al ₂ O ₃ and PVDF membrane under long term clean in place (CIP) analysis	(한양대)송이현, 이용수, Imtiaz Afzal Khan, 김종오* (가톨릭대)이강훈
MP-61	제올라이트 흡착 결합형 중력구동식 막여과 시스템에서 수중 칼슘 제거 성능 연구	(연세대)채도원, 손광표, 임주완, 강승모, 박병규* (㈜아모그린텍)이진
MP-62	Comparison of Filtration Performance in a Gravity-Driven Membrane Filtration System with Electrospun Nanofibrous Membranes According to Coagulants	(연세대)손광표, 임주완, 채도원, 강승모, 박병규* (㈜아모그린텍)이진

수처리 시스템 기술

MP-63	해수담수화에서 자외선 조사에 의한 바이오 파울링 영향분석	(포스코건설)허해민, 장용수, 이승용, 김윤중, 이은수*
MP-64	비흡착성 고분자 유동상이 적용된 혐기성 유동상 세라믹 생물막반응기에서 메틸파라벤 제거 및 메탄 발생 관찰	(인하대)허준선, 권대은, 김정환*

기체 분리막

MP-65	POSS와 PEBAX에 블렌딩화를 적용한 다층복합막의 제조 및 이산화탄소 기체 분리 특성평가	(경상국립대)정희늘, 김성현, 임광섭, 남상용*
MP-66	수소분리용 금속막의 VEC와 수소투과도의 상관관계	(동국대)신민창, 이정인, 장학룡, 황재연, 박정훈*
MP-67	α -Al ₂ O ₃ 증공사를 지지체로 하는 Pd, Pd-Ag 분리막의 제조 및 수소 투과 성능	(동국대)이정인, 신민창, 윤성순, 광승현, 박정훈*
MP-68	고순도 메탄 가스 정제를 위한 air gap 조건별 고강도 증공사 분리막 제조	(건기연)심정후, 이종훈, 노호정, 박광덕, 우윤철* (연세대)류위잉
MP-69	Interconnected structure in high-molecular-weight poly(ethylene oxide) membranes for CO ₂ separation	(연세대)김보미, 김종학*
MP-70	실험실 규모의 막 접촉기 성능평가 시스템 구축	(인천대)김도윤, 김정*
MP-71	Halloysite Clay Nanotubes(HNTs)를 혼입한 고분자 막에서의 CO ₂ /N ₂ 기체 투과 특성	(상명대)김예성, 이현경, 홍세령*
MP-72	Water vapor transport properties of modified nanocellulose membranes	(한국에너지공대)권현진, 김효원*
MP-73	Highly CO ₂ permeable asymmetric thin-film MMMs with the dual-functional PVI-POEM comb copolymer and ZIF-8 filler	(금오공대)손혜정, 이창수* (연세대)김종학 (건국대)김기출
MP-74	Fabrication of PEBAX Membrane with modified Graphene oxide for CO ₂ /N ₂ Separation	(상명대)이은선, 이현경, 홍세령*
MP-75	Tuning Interfacial Interaction of 6FDA-Polyimide/UIO-66 Mixed Matrix Membranes for Efficient Gas Separation	(한양대)이병관, 이태훈, 박호범*
MP-76	철강 부생가스내 수소회수를 위한 부분지환족 폴리이미드 블렌드막과 비대칭막의 제조 및 수소 분리특성 연구	(화학연)서채희, 박보령, 임시우, 안익사, 민수빈, 최기환, 김정훈*
MP-77	Highly processable CO ₂ -selective zeolitic imidazolate frameworks via triple ligand modification and mixed matrix membranes thereof	(서강대)남기진, 안희성, 이종석*

5분 스피치 발표시간 안내

■ 2022년 4월 28일(목요일)

A 강연장					
환경 / 에너지					
순서	시간	포스터 No.	성함	소속	발표 제목
1	10:51~10:55	MP-1	정하늘	경상 국립대학교	수전해 시스템 적용을 위해 브롬화된 고분자와 키토산을 가교한 음이온교환고분자 막의 제조 및 특성평가
2	10:56~11:00	MP-2	한성민	경상 국립대학교	핫프레스를 이용한 압축을 통해 지지체의 두께가 감소된 다공성 격리막 제조 및 특성평가
3	11:01~11:05	MP-3	서영진	경상 국립대학교	전기방사를 이용한 천연 실크 분말 함유 다공성 고분자 막 제조
4	11:06~11:10	MP-4	황재연	동국대학교	α -Al ₂ O ₃ 중공사막을 지지체로 사용한 광촉매 필터 성능평가
5	11:11~11:15	MP-5	고지은	경상 국립대학교	양자역학 전산모사를 이용한 작용기에 따른 모노머 화학적 안정성 평가
6	11:16~11:20	MP-6	강호성	경상 국립대학교	분자동역학 전산모사를 이용한 고분자 기계적 특성 연구
7	11:21~11:25	MP-7	아마르 무함마드 주나이드	충남대학교	Preparation and Alcohol Dehydration using Silicalite-1 Zeolite Nanoparticles Coated PDMS Hollow Fiber Membrane
기체 분리막					
8	11:26~11:30	MP-8	권현웅	경상 국립대학교	다양한 첨가제에 의하여 제조된 폴리에테르이미드계 고분자 중공사막 제조 및 수소분리 특성평가
9	11:31~11:35	MP-9	임남규	한국에너지 공과대학교	다른 합성 경로를 통한 불소계 폴리이미드 막의 기체 투과 거동
10	11:36~11:40	MP-10	민수빈	한국 화학연구원	chitosan-Ag(I) facilitated transport membranes for CO ₂ /N ₂ separation by reversible π -complexation

■ 2022년 4월 28일(목요일)

B 강연장					
수처리 시스템 기술					
순서	시간	포스터 No.	성함	소속	발표 제목
1	10:51~10:55	MP-11	김성현	경상 국립대학교	내열성과 내화확성이 우수한 폴리벤지이미다졸(PBI)을 이용해 유기용제나노여과막(OSN) 제조
2	10:56~11:00	MP-12	문지현	동아대학교	정삼투 공정의 유도용질로서의 스타이렌술포네이트기반의 이온성 액체 - 양이온의 구조에 따른 효과
3	11:01~11:05	MP-13	양다은	동아대학교	정삼투 공정에서 벤젠술포네이트계 유도용질의 음이온 구조의 영향
4	11:06~11:10	MP-14	김서해	UNIST	해수전지 활용 살균-중화 일체형 수처리 시스템
분리막 제조					
5	11:11~11:15	MP-15	김주연	연세대학교	확장 가능한 CNT/GNR 하이브리드 멤브레인의 제조 및 유기용매 나노여과의 성능
6	11:16~11:20	MP-16	조나현	경희대학교	Virus removal performance of PVDF NF membrane with UV-Vis. Modification
7	11:21~11:25	MP-17	김용빈	충남대학교	나노사이즈 알루미늄 입자 첨가에 따른 알루미늄 중공사막의 기계적 강도 향상
8	11:26~11:30	MP-18	홍승희	경희대학교	알코올dye 제거를 위한 폴리케톤 나노여과막의 제조 및 특성평가
9	11:31~11:35	MP-19	강준혁	한양대학교	산처리를 통한 단백질 분리용 재생 셀룰로오스 한외여과막의 제조

초 청 강 연

대규모 하수처리장 MBR 분리막의 방향
: 친환경, 소재 국산화, 표준화

장 재 영

((주)퓨어엔비텍)

대규모 하수처리장 MBR 분리막의 방향 : 친환경, 소재 국산화, 표준화

장재영*
(주)퓨어엔비텍

Development direction of MBR membrane for large scale SWTP : Eco-friendly, Localization of raw materials, Standardization

Jang Jae Young*
Pure Envitech Co., Ltd.

국내 하폐수처리시장은 MBR이 도입 후 20여년간 안정성에 대한 검증과 함께 시설 규모의 확대가 이루어져 최근 64만톤/일 규모의 세계 최대 MBR시설 운영을 앞두고 있다.

이와 같이 MBR 시장이 확대됨에 따라 MBR용 분리막의 친환경성 및 소재 국산화, 표준화에 대한 관심이 필요한 시점이다.

MBR에 가장 폭넓게 적용되는 PVDF 소재의 경우 불화기를 가지고 있어 폐막의 소각 및 재이용이 어려운 문제점을 가지는데 이는 시설 용량이 대형화됨에 따라 더욱 커질 수 있으며, 대부분 해외 수입에 의존하는 PVDF 특성상 수급 안정성이 취약한 문제를 가지고 있어 대용량 시설의 분리막 소재로서 위험성이 존재한다.

또한 국내 MBR용 분리막은 수처리 공정의 종속품으로 받아들여지고 있어 사용자의 분리막 선택과 막성능에 의한 경쟁이 제한되고 있는 실정이다.

이에 친환경 국산화 소재를 기반으로 한 MBR 분리막 기술을 소개하고 막 시설 표준화를 통한 분리막 시장의 열린 경쟁과 이를 통한 경쟁력 확보에 대해 이야기해보고자 한다.

수처리(1MA)

(1MA-1~1MA-4)

수처리용 폴리아마이드 나노박막의 계면 제어

이정현*

고려대학교 화공생명공학과

Interfacial tailoring of polyamide nanofilms for water treatment

Jung-Hyun Lee*

Chemical & Biological Engineering, Korea University

해수담수화 및 수처리용 분리막으로 사용되는 폴리아마이드 나노박막은 오염 (fouling)에 의해 성능이 저하되는 문제점과 함께, 표면 음전하를 가지고 있어 양이온에 대한 제거 선택도가 낮다는 단점을 가지고 있다. 본 발표에서는 폴리아마이드 나노박막에서의 계면현상 및 계면특성을 제어하여, 분리막의 내오염성과 표면전하 특성을 제어하는 기술에 대해 소개하려고 한다. 특히, 나노박막이 형성되는 계면반응 중, 계면활성제를 효과적으로 활용하여, 폴리아마이드 나노박막의 항균성을 향상시키는 기술을 소개하고자 한다. 또한, 형성된 나노박막을 특정 유기용매에 노출시켰을 때 발생하는 swelling 현상과 고분자 전해질의 확산 현상을 조합하여, 분리막의 표면을 양전하로 전환시켜 양이온에 대한 선택도를 향상시키는 전략에 대해서도 소개하고자 한다.

자일로올리고당 생산 및 정제를 위한 효소-분리막 통합 바이오파이너리 연구

명수완*, 김다희
한국화학연구원, 바이오화학연구센터

Integrated enzyme and membrane process for production and purification of xylooligosaccharides in biorefinery

Suwan Myung* and Dahee Kim
Research Center for Bio-based Chemistry, Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT), Ulsan 44429, Republic of Korea

Xylooligosaccharides (XOS) are functional oligosaccharides with degrees of polymerization (DPs) ranging from 2 to 10, among which short-chain polymers with DP from 2 to 6 are attracting attention due to their high prebiotic potential. In this study, XOS was produced from oil palm empty fruit bunch via pilot-scale continuous steam explosion, membrane concentration, and enzymatic hydrolysis, and an eco-friendly purification process with integrated enzymatic polymerization and membrane separation was developed. In addition, the enzyme and membrane integration process could be considered as a potential strategy to replace the use of activated carbon in XOS purification, which is commonly used for phenolic compound removal. Conversely, the integrated process has the advantage of not generating solid waste compared to the activated carbon-based purification method. Consequently, this study provides an ecofriendly biomass refinery process for low-molecular-weight XOS production and purification that produces few toxic substances and little waste.

유사펜톤-촉매 세라믹 분리막을 이용한 수계 내 신종 미량오염물질의 고급산화 기술 개발

정영균, 강석태*

한국과학기술원(KAIST) 건설및환경공학과

Catalytic ceramic membrane hybrid system combined with Fenton-like reaction for removal of micropollutants in advanced water treatment processes

Youngkun Chung and Seoktae Kang*

Department of Civil and Environmental Engineering, Korea Advanced Institute
of Science and Technology(KAIST)

신종 미량오염물질 제거가 가능한 H_2O_2 및 불균일촉매 기반의 유사펜톤 고급 산화공정의 효율은 수산화(OH)라디칼 생성량과 제거대상물질과의 접촉빈도에 비례하나, 정수처리공정의 특성상 고정상 촉매가 요구되고 이는 촉매 표면에서 생성되어 매우 짧은 시간동안 존재하는 OH라디칼과 제거대상 오염물질과의 낮은 접촉빈도 및 물질이동속도가 에너지효율을 저감시키는 주요 원인이다. 따라서, 본 연구에서는 물리/화학적으로 안정적인 세라믹 한외분리막 공극 내 고효율의 H_2O_2 촉매를 담지하여 여과, 세정, 고도정수처리, 소독공정의 역할을 동시에 수행할 수 있는 유사펜톤-촉매 세라믹막 융합공정을 개발하였다. 그 결과, 수~수십 nm 공간의 공극 내에서 생성된 OH라디칼과 제거대상물질이 직접반응하여 산화효율을 극대화할 수 있었다.

흐름전극기반의 이온흡착법을 이용한 연속공정 탈염기술 개발

조용현*, Nguyen Anh Thu Tran, Tran Minh Khoi, Ngo Minh Phuo, 정혜빈
순천향대학교 에너지시스템학과

Continuous Desalination via Flow Electrodes Based Capacitive Deionization Process

Younghyun Cho*, Nguyen Anh Thu Tran, Tran Minh Khoi, Ngo Minh Phuo,
and Hye Bin Jung
Department of Energy Systems, Soonchunhyang University, Asan 31538,
Republic of Korea

Capacitive deionization (CDI) technique has been of great interests in desalination process due to its high-energy efficiency and eco-friendly, and simple cell configuration. So far, most CDI systems are fabricated from fixed carbon-based electrodes. However, the limited surface area of such electrodes and the need of flushing step for the desorption of ions from the electrode surface lower the desalination performance. In order to overcome such limitation of current CDI system, we designed flow-electrode capacitive deionization (FCDI) system utilizing flow-electrode instead of fixed electrode. Our result demonstrates that the flow-electrodes have infinite ion adsorption capacity allowing continuous seawater desalination without the need of flushing process. Various approaches for enhancing salt removal performance have been discussed.

혁신기업(1MB)
(1MB-1~1MB-4)

MBR 기술 새로운 패러다임 전환

신용철*, 문희완, 장철웅, 정호찬, 천윤필
(주)하이필엠

New Paradigm Shift for MBR (Membrane Bio-reactor) Technology

Yong-Cheol Shin*, Hee-Wan Moon, Chul-Woong Jang, Ho-Chan Jung,
and Yun-Pil Cheon
HifilM Inc.

MBR 기술은 처리수질의 우수성, 소요부지의 절감 등 다양한 장점에도 불구하고, 전력비, 약품비 및 분리막 교체비 등 비싼 운영비와 분리막 세정의 어려움으로 초기 예상보다 보급에 한계가 있다. 특히, 분리막 세정을 위해 연속적 또는 간헐적 공기 폭기의 전력소모량은 일반 활성슬러지 공정에 비해 2배 정도 더 소요되고 있고, 통상 연간 2회 수준으로 화학세정을 해야 하는 번거로운 문제는 여전히 가지고 있다. 본 발표에서는 폭기 세정방식 대신에 분리막을 수평 왕복으로 움직이는 방식에 근원적인 막오염 제거가 가능한 정족수 감지 억제 기술을 융합하는 융·복합 개념의 MBR 공정과 고내구성 분리막 제품 개발을 소개하고자 한다. 획기적인 에너지 절감과 막오염 저감 기술로 새로운 패러다임 전환에 도전한다.

가압형 막여과 고효율 정수처리 기술

신동호, 이정재, 임성한*
효성화학 M-project TFT

Pressurized membrane filtration for high-efficiency drinking water treatment technology

Dong Ho Shin, Jeong Jae Lee, Seong Han Lim*
Hyosung Chemical M-project TFT

상수원의 수질 악화와 처리 수준의 고도화 요구로 막 여과가 도입되고 있지만, 기존 모래 여과 공정 대비 경제성 확보가 필요하고, 장기 운전에 대한 신뢰성 확보를 위해 안정적인 TMP(Trans-Membrane Pressure) 유지 기술 개발이 필요하다. 이를 위해 고유량 운전, 회수율 향상을 위한 공정 개발이 요구되지만, 운전 유량과 회수율을 높이면 TMP 증가 속도가 빨라지는 등의 기술적인 제약이 있다. 이에 본 연구에서는 이러한 제약을 극복하는 막 모듈 운전 기술 개발을 진행하였다. 안정적인 고유량 운전을 위해 응집플록 상태를 실시간 측정 후 응집 플록 상태 지수(FSV, Floc Size Value)를 적용하여 분리막의 기공 크기에 최적화된 응집제 양을 자동 제어하는 기술과 Hydro-cyclone을 적용한 배출수의 순환플러싱 운전 기술을 이용하여 운전 유량 80LMH, 회수율 97%의 고유량 고효율 가압형 막여과 공정 기술을 개발하였다.

탄소중립을 위한 이산화탄소 포집 막분리 기술 개발

민광준¹, 한상훈¹, 김세종¹, 임진혁¹, 이충섭¹, 장원석², 하성용^{1,*}

¹주) 에어레인, ²한국지역난방공사 미래개발원

Development of CO₂ Capture Membrane Technology for Carbon Neutral

Kwangjoon Min¹, Sang Hoon Han¹, Sejong Kim¹, Jin-Hyuk Yim¹,

Chung-Seop Lee¹, Won Suk Chang², and Seong Yong Ha^{1,*}

¹Airrane Co. Ltd., ²Korea District Heating Company (KDHC)

Membrane-based gas separation process is one of the next generation gas separation processes for carbon capture, utilization and storage (CCUS). The urgent demand on the environment, social, and governance (ESG) against global warming and the following CO₂ reduction plans, carbon neutralization, up to 2050 require the urgent reaction on carbon dioxide capture from the existing power plants and industries. Membrane CO₂ capture is a practical and feasible option for post-combustion capture technology. In accordance with the development of various materials and processes, the membrane process has been tested in lab-scale and bench-scale. Furthermore, carbon dioxide capture pilot were installed at power plants and industrial sites. Here, we demonstrate commercial scale CCUS project and clean development mechanism (CDM) business.

폴리케톤 분리막의 제조와 응용

전성일^{1,*}, 우윤하¹, 박예지¹, 후건², 변홍식²

¹㈜멤브레어, ²계명대학교

Fabrication and Application of polyketone membranes

Sungil Jeon^{1,*}, Yunha Woo¹, Yeji Park¹, Jian Hou², and Hongsik Byun²

¹MEMBRARE Co., Ltd., ²Keimyung University

Polyketone은 반결정성으로 높은 내화학성과 내마모성, 난연성 등의 특성을 가지고 있어 자동차 연료 시스템, 전자 제품, 섬유, 필름 등 여러 분야에 적용되고 있다. 특히 우수한 내화학성은 organic solvent-resistant membrane이나 oil-water separation membrane에 활용하는 연구가 발표되고 있다. 본 연구는 유기용매에 내화학성이 우수한 polyketone을 가지고 중공사 분리막 및 전기방사를 통한 분리막 제막방법을 제시하고 분리막의 투과 특성에 대해 논하고자 한다.

에너지(1MC)

(1MC-1~1MC-4)

알칼라인 수전해용 고안전성 과불소계 이오노머 분리막

임준현, 윤재한, 안주희, 황진표, 황경환, 이시찬, 박인기, 이창현*
단국대학교 에너지공학과

Highly reliable perfluorinated ionomer membranes for alkaline water electrolysis

Jun Hyun Lim, Jae Han Yun, Juhee Ahn, Jin Pyo Hwang,
Sichan Lee, In Kee Park, and Chang Hyun Lee*
Energy Engineering Department, Dankook University

Alkaline water electrolysis (AWE) is a representative water electrolysis technology to generate hydrogen in mass scale. Conventional AWE membranes including Zirfon have been suffering from safety issues associated with hydrogen mixing in oxygen reservoir, particularly occurring when directly connecting renewable energy. To date, there have been a lot of approaches to solve this problem in the membrane point of view. One plausible solution would be anion exchange membranes (AEMs) to transport hydroxide ions, maintaining excellent barrier properties to both hydrogen and oxygen gases. In this study, perfluorinated ionomer membranes were and designed and prepared, considering OH⁻ conductivity, thermochemical resistance, and hydrogen barrier under strong alkaline conditions (e.g., 5 M KOH@80 oC) as strong alternatives to Zirfon membrane.

알칼라인 수전해용 기공 정밀 제어 다공성 분리막

송유호, 김송미, 김소희, 이성민, 김태호*
한국화학연구원 에너지소재연구센터

Advanced diaphragm with precisely controlled pores for alkaline water electrolysis

Yuho Song, Songmi Kim, Sohee Kim, Sungmin Lee, and Tae-Ho Kim*
Energy Materials Research Center, Korea Research Institute of Chemical
Technology

Zirfon, a diaphragm commercially available for alkaline water electrolysis (AWE), has advantages of good wettability, a low area resistance, and an excellent base resistance. However, when applied to AWE systems powered by renewable energy, it is difficult for Zirfon to act as a safe separator because of the relatively high gas permeability originating from its large porous structure. In this study, an advanced diaphragm made of polysulfone (PSU)-ionic polymer blend and zirconia nanoparticles was developed using a non-solvent induced phase separation (NIPS) method. The resulting diaphragm exhibited higher gas barrier properties and lower membrane resistance than diaphragms based on PSU alone. Finally, the diaphragm with the optimized configuration showed about 50% higher current density than Zirfon at 1.825V.

차세대 알칼라인 수전해용 박막 복합 분리막

최주연, 김한수, 전성권, 이정현*
고려대학교 화공생명공학과

Next generation thin film composite membranes for alkaline water electrolysis

Juyeon Choi, Hansu Kim, Sungkwon Jeon, Jung-Hyun Lee*
Chemical & Biological Engineering, Korea University

최근 재생에너지를 활용하여 수소를 생산할 수 있는 기술에 대한 관심이 증가하고 있다. 특히, 특히, 알칼라인 수전해 기술은 비귀금속 촉매를 사용하여 저가의 수소를 생산할 수 있는 기술로서 주목을 받고 있다. 알칼라인 수전해 공정에서 분리막은 발생하는 수소와 산소의 기체 혼합을 막아주고, 수산화 이온을 전달하는 매개체 역할을 한다. 전통적으로 내알칼리성이 우수한 다공성 구조의 분리막이 사용되어 왔으나, 수소와 산소 기체가 섞여 폭발할 수 있는 위험성이 높고, 생산되는 수소의 기체 순도가 낮다는 단점을 가지고 있다. 본 발표에서는 기체의 혼합을 최소화시키면서도 수소 생산 효율을 높일 수 있는 새로운 개념의 박막 복합 분리막에 대해 소개하고자 한다.

알칼리 수전해용 이오노머의 내화학성 개선을 위한 유무기 하이브리드 나노입자 제조 및 성능 연구

김주영*

강원대학교 신소재공학과

Preparation of Organic-Inorganic Hybrid Nanoparticles for Improving Chemical Stability of Ionomers Used in Alkaline Electrolysis

Juyoung Kim*

Dept. of Advanced Materials Engineering

전 세계적으로 청정한 에너지인 수소중심으로 전환되는 수소경제시대에서 수전해 수소생산에 대한 관심이 크게 고조되고 있다. 거친 수전해 공정조건(강알칼라인 조건, 전자이동, 라디칼 발생 등)으로 인해 분리막의 내구성이 전체 수전해 공정 효율에 상당한 영향을 미치므로 분리막의 내화학성 개선이 절실히 요구되고 있다. 본 연구는 수전해용 분리막으로 적용 가능성이 가장 큰 과불소계 이오노머 분리막의 내구성 특히 화학 안정성을 개선하기 위한 무기물 즉 금속 산화물 나노 입자를 제조하고 이를 분리막 제막 용액 및 분리막에 나노 재분산시키는 공정 개발에 대한 것이다. 각기 다른 EW를 가지고 있는 이오노머와 금속 전구체를 변화시켜서 다양한 종류의 유-무기 하이브리드 나노 입자 형태의 금속 산화물-이오노머 나노입자를 제조하였고 이를 이오노머 용액 및 이오노머 분리막에서 나노 분산성을 조사하였다. 또한 금속 산화물이 나노 분산된 이오노머 분리막의 화학안정성과 금속 나노 입자 분산성, 금속 입자 종류와의 연관성을 연구하였다.

기체처리(1MD)

(1MD-1~1MD-4)

MOF-embedded thin-film nanocomposite membranes for C_3H_6/C_3H_8 separation: From material design to scale-up fabrication

Tae Hoon Lee and Ho Bum Park*

Department of Energy Engineering, Hanyang University, Seoul 04763,
Republic of Korea

Membrane-based C_3H_6/C_3H_8 separation has the potential to significantly reduce the extremely high energy consumption in the conventional distillation process. However, no commercialization case currently exists despite decades of remarkable advancements in membrane materials. This challenge can potentially be attributed to a lack of understanding of the close relationship between material properties and membrane configurations, including confinement-driven transitions in polymer dynamics from the bulk to thin films ($<1 \mu\text{m}$). In this regard, we report design aspects of thin-film nanocomposite (TFN) membranes containing metal-organic frameworks (MOFs) for C_3H_6/C_3H_8 separation from material design to scale-up fabrication, which includes (1) defect engineering in MOFs and (2) suppression of intensified plasticization in polymer thin films.

유기 고분자와 유.무기 복합소재를 활용한 고성능 이산화탄소 분리막의 개발

김태현*

인천대학교 화학과 유기재료합성실험실

Development of Membranes for Efficient CO₂ Separation Using Organic Polymers and Hybrid Materials

Tae-Hyun Kim*

Organic Material Synthesis Laboratory, Department of Chemistry,
Incheon National University, 119 Academy-ro, Yeonsu-gu, Incheon, Korea

Mixed-matrix membranes (MMMs) have been recognized as a state-of-the-art approach featuring effective separation performance with high selectivity and permeability, which affords the possibility of breaking through the undesired trade-off relationship of organic polymer membranes defined by the Robeson upper bound. However, preparation of defect-free MMMs with ideal polymer-filler interface and high separation performance are very challenging because of unfavorable interactions between the polymers and filler materials, which severally impede the utilization of MMMs for gas separation application. We report herein, a simple technique to prepare a series of PEG/PPG-PDMS-UiO66-based rubbery crosslinked MMMs (xMMM@n), where MOF is incorporated covalently into the polymer to enhance the interfacial compatibility. A significant improvement in polymer-filler interactions is observed by thermo-mechanical and morphological assessment. Synthesis, characterization, and properties of xMMM@n including gas separation performance at ambient and drastic conditions, and their theoretical evaluation will be discussed in detail.

Keywords: mixed-matrix membrane, metal–organic framework, optimum polymer–filler interface, gas separation, rigid polymer properties

올레핀/파라핀 분리용 탄소분자체 분리막의 물리적 에이징 향상 연구

김성중¹, 김대훈², 권용성², 박유인^{2,*}
¹한국세라믹기술원, ²한국화학연구원

Aging-resistant carbon molecular sieve membrane for olefin/paraffin separation

Seong-Joong Kim¹, DaeHun Kim², YongSung Kwon², and You-In Park^{2,*}

¹Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology (KICET),

²Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT)

탄소분자체 분리막은 고분자 분리막의 성능 한계와 가소화 문제를 극복할 수 있는 대안으로 많은 관심을 받고 있다. 하지만 물리적 에이징에 의한 탄소막의 지속적 투과 성능 감소 문제는 앞으로 해결해야 할 이슈 중 하나로 남아있다. 물리적 에이징은 높은 압력 또는 진공 상태에서 탄소 구조의 열역학적 평형에 도달하기 위해 물리적 재배열에 의해 발생하는 현상으로, 원하지 않는 성능 손실로 이어진다. 본 연구에서는 알루미나 증공사막에 탄소분자체 복합막을 제조하여 물리적 에이징 현상을 관찰하고, 고분자 전구체에 가교 반응을 도입하여 물리적 에이징 저항 특성을 향상시키는 연구를 진행하였다. 제조된 탄소막은 고압의 장기 투과 실험에서 가스 투과도 감소 경향이 현저히 향상된 결과를 보여 준다.

미세 다공성 제올라이트를 이용한 분자체 분리막

김세진, 최정규*

고려대학교 공과대학 화공생명공학과

Microporous zeolite-based molecular sieving

Sejin Kim and Jungkyu Choi*

Department of Chemical & Biological Engineering, Korea University

20여가지의 형태의 제올라이트 중에서 기체 분리에 적합한 8-membered ring (8 MR)과 10 MR구조를 지닌 제올라이트를 다공성 지지층 위에 연속적인 분리막 형태로 제작하고자 한다. 특히, 이러한 제올라이트의 1 nm 이하의 제올라이트 기공을 분자체로 사용하여 에너지 효율적인 분리에 적용하고자 한다. 이번 발표에서는 8 MR과 10 MR 구조를 지닌 제올라이트를 분리막으로 제작하는 방법에 대해 발표하고, 이와 관련된 분리 능력에 대해 언급하고자 한다.

신진 연구자(2MA)
(2MA-1~2MA-4)

Surface treatment of porous membrane via vapor phase deposition process

Youngmin Yoo*

Green Carbon Research Center / Korea Research Institute of Chemical
Technology (KRICT)

A membrane is a selective barrier that some materials can penetrate through the membrane and other materials can be blocked. Recently, for the efficient separation, functionalization of the membrane surfaces have been received great attention. Surface functionalization can improve the performance of membranes such as flux, separation factor, or chemical stability. In this regard, initiated chemical vapor deposition (iCVD) can be a new strategy to coat the membrane surface uniformly. The iCVD process is a vapor-phase deposition process to synthesize free-radical polymers as a thin film. As iCVD is a solvent-free, dry process, it benefits from tailoring membranes' wettability as desired, without damaging or clogging its original pore structure. In this talk, examples of utilizing the iCVD process to functionalize membranes were covered.

Carbon Molecular Sieve Membranes Derived from UV-crosslinkable Polymers for Gas Separations

Jaesung Park*

Green Carbon Research Center, Korea Research Institute of Chemical
Technology (KRICT), Daejeon, 34114, Republic of Korea

Carbon molecular sieve (CMS) membranes are especially promising as a membrane material platform due to their excellent separation performance and the close relation with their manageable precursor materials. This research effort is aimed at developing the fundamental structure/gas transport property relations of relatively novel CMS membranes. A high molecular weight UV-crosslinkable polyimide was synthesized to fabricate CMS membranes, and gas transport of pre-crosslinked carbon membranes was examined. In addition, the analysis of mixed-gas transport data allows for a determination of the potential of these novel CMS membranes for gas separation applications such as CO₂ removal from natural gas or ethylene/ethane separations.

기능성 고분자의 합성과 이의 분리막으로의 응용

이재훈*

한국에너지기술연구원

Synthesis of functional polymer and its applications in membranes

Jae Hun Lee*

Korea Institute of Energy Research

본 발표에서는 기능성 고분자의 합성과 기체분리막과 이온교환막으로의 응용에 대해서 다루고 있다. 기체분리용 고분자 분리막은 높은 에너지 효율과 저렴한 작동 비용으로 많은 관심을 끌고 있다. 본 연구에서는 라디칼 중합을 포함한 다양한 합성법을 통해 기체를 선택적으로 분리할 수 있는 기능성 고분자를 합성하였으며 이와 동시에 강화복합막 및 복합매질분리막 등으로 적용하였다. 후속 연구로는 재생에너지와 연계하여 그린수소를 생산할 수 있는 친환경 수소생산 알칼라인 수전해용 분리막에 대한 연구가 진행되고 있다. 알칼라인 수전해의 핵심 부품인 다공성 분리막의 기공 제어와 음이온 교환막 원천 소재 개발을 목표로 하고 있다.

다기능성 공중합체 및 금속-유기 골격체 기반 초박막 고투과성 이산화탄소 기체 분리 복합막

이창수*

금오공과대학교 화학소재공학부

Multi-functional Copolymers with Metal-organic Frameworks for Ultrathin, High-permeance CO₂ Separation Composite Membrane

Chang Soo Lee*

Department of Polymer Science and Engineering, Kumoh National Institute of Technology

High-permeance CO₂ separation membrane can be achieved through the synthesis of CO₂-philic copolymer and the use of highly porous fillers. In this work, the formation of ultrathin selective layer (< 100 nm) on porous polymeric substrate was conducted *via* bar-coating method to achieve a high CO₂ permeance of membrane itself. In particular, a PEG chain was polymerized *via* radical polymerization with glassy monomers to enhance the physical stability of polymeric matrix. The PEG-functionalized copolymer achieved the best CO₂ permeability of 148.6 Barrer and CO₂/N₂ selectivity of 65.3. Finally, an *in-situ* approach was introduced to construct the asymmetric mixed matrix membranes (MMMs). The successful incorporation of MOF filler recorded the CO₂ permeance of 4474 GPU maintaining CO₂/N₂ selectivity of 32.0.

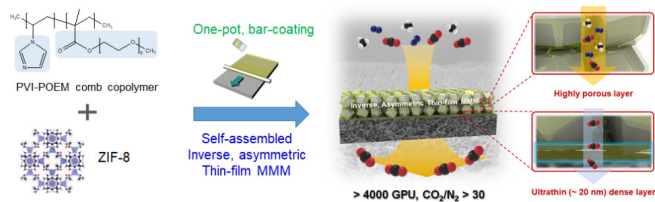


Figure 1. PVI-POEM copolymer-based composite MMMs for gas separation.

분리막 공정(2MB)

(2MB-1~2MB-4)

역삼투막 스케일 현상 저감을 위한 표면 개질

부찬희*

한국과학기술연구원 물자원순환연구단

Surface functionalization of thin-film composite membranes to mitigate scaling in reverse osmosis

Chanhee Boo*

Center for Water Cycle Research, Korea Institute of Science and Technology (KIST)

Inorganic scaling originating from precipitation of various sparingly soluble salts at supersaturation is a critical issue limiting the efficiency of membrane-based desalination process. This study presents two surface functionalization approaches to impart the thin-film composite (TFC) RO membrane with anti-scaling property. The first method of zwitterionic coatings via atom transfer radical polymerization (ATRP) has been demonstrated to construct a superhydrophilic coating layer, thereby successfully delaying both the homogeneous and heterogeneous nucleation pathways of gypsum scaling. Theoretical arguments explaining the mechanism preventing heterogeneous growth and crystal adsorption are further presented. We also functionalize the TFC membrane surface with sulfonic groups via (i) non-specific grafting of vinyl sulfonic acid (VSA) through redox radical initiation polymerization and (ii) covalent bonding of hydroxylamine-*O*-sulfonic acid (HOSA). Both the VSA and HOSA membranes exhibited lower flux decline during silica scaling relative to the control unmodified membrane, demonstrating the unique versatility of sulfonic groups to endow the TFC-RO membranes with an excellent functionality to resist silica scaling. Our study highlights the promise of controlled functionalization of the surface of TFC membranes to enhance the applications of RO technology in treatment and reuse of waters with high scaling and potential.

국내 MBR 하수고도처리 개발 현황

신정훈*, 김명찬
태영건설

Current development status of MBR for advanced sewage treatment

JungHun Shin*, Myungchan Kim
Taeyoung E&C

MBR (Membrane Bioreactor) 공정은 고농도의 분해미생물을 공정안에 유지할 수 있다는 특징으로 미생물을 중력침강의 방법으로 분리하는 일반적인 생물학적 처리공정에 비하여 설치부지가 작게 소요되고, 미생물의 침강성과 관계없이 안정적인 운영이 가능하다는 장점을 가진다. 또한 분리막에 의한 완벽한 고액분리는 처리수내 미생물을 포함한 고형물 유출에 의해서 발생될 수 있는 수질기준 초과 위험성을 방지할 수 있다. MBR은 국내에 2000년대 초반부터 다양한 MBR 신기술이 개발되기 시작했으며 최근에는 노후화된 하수처리장을 위주로 MBR 공정으로 개량되는 사례들이 점차 증가하고 있다. 또한 MBR 공정 적용시 하수재이용수 생산을 위한 역삼투 공정에서의 전처리 공정이 불필요하게 되는 장점으로 인해 하수재이용수가 필요한 산단지역에서의 하수처리시설을 하수재이용 시설과 패키지화하여 적용하는 방안도 점차 증가할 것으로 예상된다.

소수성/친수성 분리막 뜯채 기반 미세플라스틱 농축 기술 개발

마정혁^{1,2}, 정성필^{1,3,*}

¹한국과학기술연구원, ²서울과학기술대학교, ³과학기술연합대학원대학교
(KIST-school)

Development of microplastic concentrating methods by using the hydrophilic/hydrophobic membrane sampler

Jeong-Hyeok Ma^{1,2}, Seongpil Jeong^{1,3,*}

¹Korea Institute of Science and Technology,

²Seoul National University of Science and Technology,

³Korea University of Science and Technology (KIST-school)

전 세계적으로 수계에서 미세플라스틱이 발견되고 있으며, 미세플라스틱의 경우 수생 생물 내부에 농축되거나 그 크기가 작은 경우 생물의 세포벽을 통과하여 세포내에 농축되기도 한다. 미세플라스틱은 유기물 또는 미생물의 전달자 역할을 할 수 있기 때문에, 신종오염물질로서 관심이 집중되고 있다. 수계에서 1L에 수~수백개 정도의 미세플라스틱이 존재하기 때문에, 다량의 물 시료를 채취하고 비중분리를 통하여 크고 무거운 입자를 우선 제거하고 여과망을 이용하여 농축한 뒤 그 수를 분석하고 있다. 따라서, 이 연구에서는 현재 측정이 어려운 수 μm 크기의 플라스틱을 포함할 수 있으면서, 다량의 물에 포함된 미세플라스틱을 빠르게 농축할 수 있는 소수성 및 친수성 분리막 뜯채 기반 농축 시스템을 제안하고자 한다.

MCDI (Membrane Capacitive Deionization)용 전극 개발 및 적용

박남수*, 강경석, 유현우
(주)시온텍

축전식 탈염기술(CDI, Capacitive deionization)은 전기이중층을 형성하여 전기적 인력으로 물속의 용존 이온을 제거하는 기술로 에너지 소모량이 적으며 회수율이 높고 전처리 및 운전이 쉬운 장점을 가지고 있다. 이온제거 성능의 향상을 위해서 일반적으로 이온교환막을 사용하며 MCDI(Membrane Capacitive Deionization)라고도 부른다. 이러한 축전식 탈염기술을 상용화하기 위해서 전극 가격의 상당 부분을 차지하는 이온교환막을 개발 하였으며 이를 CDI 및 수처리 분야에 적용하였다. 축전식탈염을 위한 이온교환막은 두께가 얇고 저항과 가격이 낮을수록 유리하다. 이를 위해서 다공성 지지체에 이온교환고분자 용액을 코팅하는 기술을 연구하고 제작된 이온교환막을 탄소전극에 접착하는 공정을 통하여 MCDI 전극을 개발하였다. 이를 정수기 및 연수기에 적용 하였으며 중수 재이용등 다양한 산업용수 처리와 국내 및 국외 해수담수화 플랜트 공정 등에 적용하여 이온제거를 검토 중에 있다. 특히 대용량 바이폴라타입의 MCDI 모듈은 고전압 저전류 방식으로 산업용에 적합하여 보다 많은 분야에 사용 될 것으로 기대되어진다.

헬스케어바이오(1MC)

(2MC-1~2MC-4)

생분해성 소재 기반 분리막 제조기술 개발

김 정*

인천대학교 에너지화학공학과

본 발표에서는 생분해성 소재를 활용하여 고성능 내용매성 분리막을 제조하는 연구에 대해서 발표한다.

폐섬유의 화학적 재활용을 위한 분리막 기술과 역할

이호익*

한국생산기술연구원

Membrane Technology for Chemical Recycling of Waste Fibers

Hoik Lee*

Korea Institute of Industrial Technology

패스트 패션 (SPA) 의 유행으로 섬유에 대한 순환 주기가 급격히 빨라지게 되면서 자원 소모뿐만 아니라 환경오염에 매우 큰 영향을 미치게 됨에 따라 섬유 산업은 Stylish Polluter로 불리는 오명까지 남게 되었다. 현재 전 세계적으로 환경 보호 및 순환 경제에 대한 인식이 높아지고 있으며, 그에 따른 섬유 폐기물에 대한 리사이클링 또한 필요성이 증가하고 있다. 하지만 섬유 폐기물은 다양한 물질들이 혼합되어있기 때문에 이를 분리하고 정제하는 것은 기술적으로 많은 어려움이 있어 섬유의 재활용은 현재까지 기술 상업화가 되지 못하고 있다. 본 발표에서는 폐섬유의 재활용에 대한 기술 동향을 소개하고, 폴리에스터를 재활용하기 위한 화학적 방법론을 소개하면서 분리막 기술의 역할에 대하여 논의하고자 한다.

친환경 지속 가능한 박막복합분리막

박상희^{1,*}, 이승민²

¹창원대학교 화학공학과, ²생산기술연구원

Green & Sustainable Thin Film Composite Membranes

Sang-Hee Park^{1,*} and Seungmin Lee²

¹Department of Chemical Engineering, Changwon National University (CNU),
Changwon, 51140, Republic of Korea,

²Energy Materials and Components R&D Group, Korea Institute of Industrial
Technology, Busan, 46938, Republic of Korea

According to rising environmental issues, biomaterials and recycled materials have been intensively concerned as an alternative resource of petroleum-based materials in membrane applications. In general, thin film composite (TFC) membranes consist of a selective layer on top of the porous support membrane. In addition to monomers of a selective layer, solvents, additives and support materials should be also composed of eco-friendly things to reach green and sustainable TFC membranes. This work includes how to find new interfacial polymerization (IP) system with green solvents, to choose bio-based monomers and additives, and to fabricate a green or recycled porous support. We have also tried to quantitatively calculate the sustainability of our developed TFC membranes to compare with other TFC membrane and fabricating system.

노후 분리막을 활용한 콘크리트 첨가물의 강도발현 연구

이용수^{1,*}, 김준경²

¹한양대학교 건설환경공학과, ²차세대융합기술연구원

Development and Performance Assessment of Concrete using Recycled Membrane material

Yong-Soo Lee^{1,*}, Junkyeong Kim²

¹Depart. of Civil & Environmental and Engineering, Hanyang University

²Advanced Institute of Convergence Technology(AICT) safety Inspection for Infrastructure Laboratory(SIIL)

현재 생활, 산업시설에서 쓰이는 분리막은 내구연한이 도래되거나, 성능저하가 발생할 때 소각과 같은 폐기물 처리를 하고 있는 실정이다. 본 연구는 폐자원인 분리막을 콘크리트에 혼합하여 친환경 콘크리트의 개발을 제안하고자 하였다. 시멘트 생산시 발생하는 CO₂를 콘크리트 혼련(roll mixing)시 시멘트를 감소시킬 수 있다. 폐막 시스템에서 막 하우스(ABS)와 분리막(PVDF)을 추출하여 분쇄하였다. 콘크리트 혼합시 시멘트 대체용으로 1%, 3%, 5%의 다른 혼합비를 사용하였다. 또한 테스트 표본을 기준 콘크리트(포틀랜드 시멘트) 표본과 28일 후 압축강도를 비교한 결과 높은 것으로 확인할 수 있었다. 향후 막여과 시설에서 발생하는 폐자원을 활용한 친환경 콘크리트의 기술개발 가능성을 검증하였다.

In this study proposes the development of an eco-friendly concrete by mixing waste membrane resources with concrete. Through this, the environmental pollution and wastage of resources due to incineration, and the enormous amount of carbon dioxide generated during cement production can be decreased by reducing the cement required when mixing concrete. To this end, the membrane housing(ABS) and membrane (PVDF) were extracted from the waste membrane system and pulverized. Different mix ratios of 1%, 3%, and 5% for replacing cement were used when mixing concrete. The test specimens were then tested and compared with the reference concrete (ordinary Portland cement) specimen. It was confirmed that the compressive strength was high after 28 days in all the specimens to which ABS was added at 1%, 3%, and 5% mix ratios. Therefore, the possibility of technological development of eco-friendly concrete using waste resources from membrane filtration facilities was verified.

정밀화학(2MD)
(2MD-1~2MD-3)

정밀화학 산업분야에서의 분리막 기술

유영민¹, 조영훈¹, 원가연^{1,2}, 신성주¹, 박유인^{1,*}, 박호식^{1,*}
¹한국화학연구원 그린탄소연구센터, ²고려대학교 화학생명공학부

Membrane Technology in Fine Chemical Industry

Youngmin Yoo¹, Young Hoon Cho¹, Ga Yeon Won^{1,2}, Sungju Shin¹,
You-In Park^{1,*}, Hosik Park^{1,*}

¹Green Carbon Research Center, Korea Research Institute of Chemical
Technology,

²Department of Chemical and Biological Engineering Korea University

정밀화학산업은 일반적으로 화학산업 중 고도 기술이 요구되며, 비교적 소규모로서 소량 다품종 생산체제의 에너지 및 자원절약, 고부가가치형 화학 제품을 생산하는 산업 분야로, 석유화학 등 기초화학제품을 원료로 하여 자동차, 선박, 전자산업 등 타 산업에 원·부자재를 공급하는 중간형 소재 산업으로 정의된다. 일반적으로 정밀화학 제품은 합성, 분리·정제, 농축, 건조, 분말화 공정 흐름으로 생산되며, 이 중에서 분리·정제 및 건조 공정에서 전체 에너지의 70% 이상이 소비되는 것으로 알려져 있다. 최근 탄소 중립 이슈와 맞물려 정밀화학 산업 분야에서도 분리·정제 공정 에너지 효율화를 위한 기술개발이 반드시 필요한 상황이다. 이의 해결 방안으로는 유기용매나노여과(Organic Solvent Nanofiltration (OSN)) 기술을 들 수 있으며, 기존의 분리·정제 공정을 유기용매나노여과 기술로 대체 또는 기존 분리·정제 공정을 분리막 기술과 하이브리드화 함으로써 에너지 비용을 획기적으로 절감할 수 있다. 본 발표에서는 정밀화학 산업분야 내 화학 원료 제조 공정에 유기용매나노여과 기술을 접목한 연구내용을 발표할 예정이다.

막공정과 연계된 바이오에너지 생산 공정

상병인*

한양대학교 화학공학과

Membrane process integrated with bioenergy production systems

Byoung-In Sang*

Department of Chemical Engineering, Hanyang University

Research experiences from different scale applications indicate that the anaerobic membrane bioreactor (AnMBR) process is a kind of high-rate anaerobic digester for urban organic wastes valorization including food waste and waste sludge. This presentation will focus on the following aspects, including AnMBR treatment performance and membrane fouling, technical limitations, and energy balance as well as future perspectives. AnMBR can enhance organic wastes treatment, and timely separation of products and potential inhibitory substances, thus improving digestion efficiency, biogas production and process robustness at a low footprint. When handling high-solid organic wastes, membrane fouling and mass transfer issues can be the challenges limiting AnMBR applications, thus countermeasures are required to pursue extended implementations.

초임계 추출과 막분리 하이브리드 공정을 이용한 천연물 회수공정

김재훈*

성균관대학교 기계공학부, 화학공학부, 성균나노과학기술원

Recovery of natural products using hybrid process between supercritical fluid extraction and membrane

Jaehoon Kim*

School of Mechanical Engineering, Chemical Engineering, and SKKU
Advanced Institute of Nano Technology, Sunkyunkwan University

Because of increasing concern on using organic solvent in the recovery of natural and bioactive products, the use of sub- and supercritical fluid extraction (SFE) has received considerable attention. A variety of natural products with varying their polarity can be extracted using supercritical carbon dioxide (scCO₂) and subcritical water (subH₂O). However, when scCO₂ extraction with using cosolvent and subH₂O are used, separation of the extracted natural products from the extraction media could be tedious and energy-consuming task. Herein, we present a hybrid system between SFE and membrane could be an energy-saving alternative in the recovery of the natural products to the conventional extraction approaches. In the first part of this talk, the extraction of slightly polar natural substances from various types of feedstocks using scCO₂ extraction with cosolvent and subsequent membrane separation of cosolvent will be discussed. In the second part, subH₂O extraction of red ginseng marc and subsequent membrane distillation to concentrate the extract will be discussed.

무기분리막(2ME)
(2ME-1~2ME-3)

내산성 CHA 제올라이트 분리막 개발 및 아세트산 탈수 거동 연구

김민지, Arepalli Devipriyanka, 김용빈, Muhammad Junaid Ammar, 조철희*
충남대학교 반응분리나노소재연구실

Development of Acid-resistant CHA Zeolite Membranes and Pervaporative Behavior for Water/Acetic-Acid Solvent Dehydration

Min-Zy Kim, Arepalli Devipriyanka, Young-Bin Kim, Muhammad Junaid Ammar, and Churl-Hee Cho*
Reaction and Separation Nanomaterials Laboratory, Chungnam National University

CHA-type zeolite membranes with high acid-tolerant were prepared by optimization of various synthesis parameters for pervaporation dehydration of H₂O/AcOH mixtures. The zeolite seed particles were hydrothermally synthesized by a one-step synthesis process using template-free Sr-incorporated K-based precursor solution. The growth rate and crystallinity degradation due to the use of the low silica zeolite seed particles was improved by controlling parameters such as synthesis time, temperature and the multi-stage synthesis process. The as-synthesized high-silica CHA zeolite membrane with SAR of 30-40 showed an excellent dehydration separation factor of more than 10,000 for the 90 wt.% H₂O/AcOH mixtures at 75°C with a high flux of 1.2 kg/m²h. In addition, the membrane showed long-term (> 700 h) stability for the acetic acid dehydration.

Engineered Nanochannel Membranes with Diode-like Behavior

Il-Suk Kang*

National Nanofab Center

Several characteristic ion transfer phenomena of ion channels in biological membranes have been revealed and have provided inspiration to a variety of applications, such as highly sensitive biosensors, micro-energy harvesting, and integrated ionic circuits. Some of the biological ion channels have an ion rectification phenomenon that allows specific ions to flow well in one direction. It was found that the reason for this diode-like behavior is that the channel with surface charge is narrow enough to be compared with the thickness of the electrical double layer and the geometry of the channel has asymmetry. Accordingly, studies have been conducted to control the flow of ions using asymmetric nanochannels that mimic biological ion channels. Recently, we have implemented aluminum oxide membranes with conical nanochannels as well as high pore density by the square pulse anodization method, showing a low concentration polarization effect as well as a high rectification ratios.¹⁻²

References

1. I.-S. Kang *et al.*, "Multi-asymmetric ion-diode membranes with superior selectivity and zero concentration polarization effect," *ACS Nano*, **13**(9), 10761 (2019).
2. I.-S. Kang *et al.*, "Modulation of ionic current rectification direction for biomimetic aluminum oxide membrane by surface modification," *AIP Advances*, **12**, 035141 (2022).

수처리용 알루미나 분리막 제조 기술 개발

김성중¹, 권용성², 김대훈², 조영훈², 박호식², 남승은^{2,*}, 박유인^{2,*}
¹한국세라믹기술원, ²한국화학연구원

Preparation of alumina membranes for water treatment

Seong-Joong Kim¹, YongSung Kwon², DaeHun Kim², Young Hoon Cho²,
Hosik Park², Seung-Eun Nam^{2,*}, and You-In Park^{2,*}

¹Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology (KICET),

²Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT)

대부분 수처리 분리막 개발은 고분자 소재에 국한되어 있으나, 수처리 후 배출되는 고분자 분리막은 재활용 절차 없이 매립 폐기 처리되고 있어 환경에 심각한 영향을 줄 수 있다. 반면 무기 소재 기반의 분리막은 고온과 넓은 pH 범위에서 범용적으로 사용이 가능할 뿐만 아니라, 일반적으로 고분자막에 비해 수명이 길다는 장점이 있다.

본 연구에서는 한외여과막 수준의 알루미나 중공사막을 압출-상전이법을 통해 제조하였고, 합성된 알루미나 나노입자를 이용하여 나노여과막 수준의 알루미나 선택층 형성 연구를 진행하였다. 얇고 균일한 알루미나 선택층을 제조하기 위해 코팅 조건을 최적화하였고, 열처리 온도를 제어하여 수 나노 크기의 기공을 가지는 나노여과막 수준의 알루미나 분리막을 제조하였다.

구두 발표
(MO-1~MO-8)

4월 28일 (목요일)

우수한 에너지 저장 및 탈염 성능을 위한 음이온 교환수지 및 해수전지 기반의 해수 담수화 시스템

정성우, 김영식*
울산과학기술원

담수 배터리는 방전 과정 중 에너지 회복과 신재생 에너지와의 연계로 인해 에너지 효율 및 친환경 담수 장치로 기대받고 있다. 이러한 장점에도 불구하고, 담수 배터리는 에너지 밀도 및 전압과 같은 전기화학적 성능이 부족하여 상용화에 어려움을 겪고 있다. 해수전지는 소듐 금속 음극과 해수 양극이라는 특수한 구성으로 위 문제를 극복할 수 있다. 이는 소듐 금속의 높은 이론 용량(1165 mAh g^{-1}) 및 높은 두 전극의 전압($3.46 \text{ V vs. Na}^+/\text{Na}$) 때문이다. Cl^- 포집 시스템의 부재로 인해 해수전지만으로 해수담수화를 하기엔 충분하지 않다. 이 연구에서는 해수전지에 음이온교환수지를 도입하여 해수전지의 위 장점들을 유지한 채 해수담수화가 가능한 시스템을 제안하였다.

소듐 메탈 음극 기반의 레독스 플로우 담수화 전지 시스템 개발

김남혁, 김영식*
울산과학기술원

The development of Na-metal anode based redox flow desalination battery system

Namhyeok Kim and Youngsik Kim*
Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST)

담수화 배터리는 충전 간에 Na^+ 와 Cl^- 를 전극에 저장, 방전 간에 Na^+ 와 Cl^- 를 배출하는 배터리이다. 배터리를 이용한 담수화 기술은 에너지 저장과 동시에 탈염이 가능하며, 신재생 에너지를 저장하여 역삼투 공정에 공급하고, 공정에 유입되는 해수를 선 탈염하여 공정 에너지를 효과적으로 감소시킬 수 있다. 기존의 담수화 배터리에서 사용되는 Na 전극은 낮은 전하 용량(<119 mAh/g)과 염 제거 용량(<136 mg/g)으로 실제 활용되기에는 어려움이 있었다. 본 발표에서는 Na^+ 선택 투과성 세라믹 막을 활용함으로써 해수의 Na^+ 을 Na 금속으로 환원(저장)하여 전하 용량 및 염 제거 용량을 10배(1166 mAh/g, 1332 mg/g) 올린 담수화 배터리 시스템에 관한 연구 결과를 소개하고자 한다.

A desalination battery stores and emits Na^+ and Cl^- during the charge and discharge process respectively. It is applicable to the reverse osmosis process coupled with renewable energy (RE) by simultaneously accommodating RE and desalting seawater feed so that the energy burden of a desalination process is reduced efficiently. However Na electrodes for desalination batteries up to date could hardly be utilized practically due to its low electrical capacity (<119 mAh/g) inducing low salt adsorption capacity (<136 mg/g). Herein, the Na^+ metal based desalination battery system will be presented, which facilitates 10 times higher electrical and salt adsorption capacities (1166 mAh/g, 1332 mg/g) by utilizing Na^+ selective ceramic membranes.

효율적인 염료 혼합물 분리를 위한 금속-유기 골격체 기반 흡착 분리막

유승연, 김유진, 이태훈, 박호범*
한양대학교 에너지공학과

Membrane adsorber with metal-organic frameworks for efficient separation of dye mixtures

Seung Yeon Yoo, Yu Jin Kim, Tae Hoon Lee, and Ho Bum Park*
Department of Energy Engineering, Hanyang University, Seoul, 04763,
Republic of Korea

Metal-organic frameworks (MOFs) with high surface area and tunable functionality have great potential for adsorption. However, the poor processability of MOF powders impedes their use in industrial applications because small particles may aggregate and clog the pipes during the process. Herein, we report PTFE-supported MOF-based membrane adsorber with various functional groups of MOFs. The excellent adsorption capacity on dye molecules depending on the functional groups proved that MOFs are effectively immobilized on PTFE fibers. The separation ability of dye mixtures of MOF-based membrane adsorbers was investigated in both static and dynamic continuous flow systems. This strategy paves the way for developing high-performance membrane adsorbers for critical fine chemical separation processes.

수질 및 대기 정화를 위한 유연 세라믹 나노섬유 필터 소재의 개발

이종만*, 하장훈, 송인혁
한국재료연구원

Development of flexible ceramic nanofibrous filters for air/water purification

일반적으로 세라믹 소재는 유기 소재와 비교할 때 내구성이 우수하여 각 산업의 여러 극한조건에 적용하기 매우 적합한 것으로 알려져 있다. 특히, 다공성 세라믹 소재는 가혹한 조건에서 수질 및 대기상의 오염물질을 분리하고 분해하는데 우수한 성능을 발휘할 것으로 기대된다. 본 발표에서는 첫 번째로 유연성이 우수한 세라믹 나노섬유 필터의 소재 개발에 관해 토의하고, 두 번째로 수질 내 다양한 유기 오염물질을 광분해하기 위한 자가세정 필터 개발에 대해 논의하고자 한다. 이로써 한국재료연구원은 환경 오염물질의 분리와 분해를 동시에 수행할 수 있는 유연 세라믹 나노섬유 필터 소재를 개발하였다. 향후, 상기 세라믹 나노섬유는 제시한 여러 장점 덕분에 환경정화 뿐만 아니라 타 응용 분야로 더욱 확대될 것으로 예상된다.

고반응성 유기 용매 회수를 위한 PVA 하이드로젤 투과증발 분리막

권용성^{1,2}, 김대훈^{1,3}, 박아름이¹, 박호식¹, 박유인¹, 남승은^{1,*}, 고동연²
¹한국화학연구원, ²KAIST, ³고려대학교

PVA hydrogel pervaporation membrane for highly reactive organic solvent recovery

YongSung Kwon^{1,2}, DaeHun Kim^{1,3}, Ahrumi Park¹, HoSik Park¹, YouIn Park¹,
SeungEun Nam^{1,*}, DongYeun Koh²

¹Green Carbon Research Center, Korea Research Institute of Chemical
Technology, Daejeon 34114, Korea

²Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Korea Advanced
Institute of Science and Technology, Daejeon 34141, Korea

³Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Korea University, 5-1
Anam-dong, Seongbuk-gu, Seoul 136-713, Korea

Highly reactive by-product which is epichlorohydrin(ECH), isopropyl alcohol(IPA), and water mixture (50/30/20 wt.%), were demanded for energy effective separation process. Because the ternary mixture forms azeotropes, the conventional distillation process was failed to separate the mixture in an energy-saving way. Here, we proposed a pervaporation-distillation combined process for the separation of the reactive waste mixture to reproduce pure ECH and IPA and developed a highly durable pervaporation composite membranes module by coating PVA hydrogel onto the bore-side of the alumina hollow fiber. Using the membrane module, a pervaporation dehydration performance was investigated with the feed mixture temperature and composition, additionally, chemical stability was evaluated through the long-term enrichment test.

그래핀 나노리본을 이용한 Zeolitic imidazolate framework 고성능 수소 분리막

최은지, 김대우*

연세대학교 화공생명공학과

Metal–organic frameworks (MOFs) are promising for gas separation membrane, but their molecular cut-off differs from that expected from its intrinsic framework structure because of their flexibility. Herein, we introduced graphene nanoribbons (GNRs) to rigidify the MOF framework. Because the sp^2 edge of the GNRs induces strong anchoring effects, the modified layer can form the rigid framework. Particularly, when the GNRs were distributed in the zeolitic imidazolate framework (ZIF)-8 layer with an intrinsic aperture size of 3.4 Å was observed. The fundamentals of the molecular transport through the rigid ZIF-8 framework were revealed using molecular dynamics simulations.

Effects of dual carriers in Mixed-Matrix membrane on the performance of CO Separation

Miso Kang¹, Jeong-Hoon Kim², and Jong Hak Kim^{1,*}

¹Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 120-749 (South Korea),

²C1 gas & Carbon Convergent Research Center, Chemical & Process Technology Division, Korea Research Institute of Chemical Technology, Gajeong-ro 141, Yuseong-gu, Daejeon, 34114, Republic of Korea

CO (Carbon monoxide) separation and recovery from chemical industries have attracted attention and interest around the world due to the necessity of CO as a useful starting material for the synthesis of various basic chemicals. In this work, novel mixed-matrix membranes based on dual carriers [Ag⁺ ions and Ag nanoparticles-impregnated MIL-101 (Ag@MIL-101)] were proposed for CO separation. The newly-synthesized comb copolymer, PGMA-co-POEM; PGO, was designed to anchor Ag⁺ ions and disperse Ag@MIL-101 in MMMs. The 10 wt% Ag@MIL-101 MMMs present the best performance with CO permeance of 30.7 GPU and CO/N₂ selectivity of 11.8. The concept of an accelerated transport mechanism paves a way to enhance both permeance and selectivity, which validates the synergistic effect of the two different carriers.

Synthesis of defect-free improved microstructure of H-SOD zeolite membranes for the separation of H₂O/H₂ mixtures at elevated temperatures

Arepalli Devipriyanka, Churl-Hee Cho*
Chungnam National University

The needle-thread compact micro-structure of defect-free hydroxy-sodalite (H-SOD) membranes on tubular -alumina support was effectively synthesized using the in-situ-growth hydrothermal technique. The synthesis was done at various synthesis heating speeds. Gas and vapor permeation experiments at temperatures up to 523 K were used to investigate the selective separation performance of membranes from He, H₂, N₂, CO₂, H₂O, and CH₃OH. The as-synthesized H-SOD membranes with a thickness 7.2 μm was impermeable to N₂ molecules in single-gas permeation tests carried out up to 573 K. The adsorption of H₂O and CH₃OH molecules in the micropores of the as-made H-SOD membrane inhibited the permeance of H₂ molecules. H₂O/H₂, H₂O/CH₃OH, CH₃OH/H₂, and H₂/CO₂ exhibited higher permselectivities of 101.02, 39.1, 6.07, and 36.7 at 523 K, respectively.

포스터 발표
(MP-1~MP-77)

수전해 시스템 적용을 위해 브롬화된 고분자와 키토산을 가교한 음이온교환고분자 막의 제조 및 특성평가

정하늘, 손태양, 임광섭, 남상용*
경상대학교 나노신소재융합공학과

Preparation and characterization of an anion exchange polymer membrane cross-linked with brominated polymer and chitosan for water electrolysis system application

Ha Neul Jeong, Tae Yang Son, Kwang Seop Im, and Sang Yong Nam*
Department of Materials Engineering and Convergence Technology,
Engineering Research Institute, Gyeongsang National University, Jinju, 52828,
Republic of Korea

키토산을 가교하는 방법 중에 알데하이드를 이용하여 가교하는 방법이 많이 사용되고 있지만, 최근에는 음이온교환고분자를 제조하는 단계에서 중간체로 만 들어지는 브롬화, 염소화된 고분자의 말단을 할로젠 원소와 키토산에 존재하는 아민기로 가교를 진행하는 연구들을 수행되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 브롬화된 고분자와 암모늄기가 도입된 키토산을 이용하여 가교된 음이온교환고분자막을 제조하였다. 제조된 가교된 음이온교환막은 FT-IR 측정법을 사용하여 가교 반응 여부를 확인하였고, 함수율, 이온교환용량, 기계적 강도 등을 측정하여 가교된 음이온교환막의 특성을 파악하였다. 이러한 실험결과를 기반으로 가교된 음이온교환막이 수전해 시스템에 적용이 가능한지 실험해보았다.

핫프레스를 이용한 압축을 통해 지지체의 두께가 감소된 다공성 격리막 제조 및 특성평가

한성민, 임광섭, 정하늘, 남상용
경상대학교 나노신소재융합공학과

Preparation and evaluation of porous separators with reduced support thickness through compression using hot press

Seong Min Han, Kwang Seop Im, Ha Neul Jeong, and Sang Yong Nam
Department of Polymer Science & Engineering School of Materials Science
& Engineering Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Republic of
Korea

수전해 시스템은 크게 양이온교환막 수전해, 음이온교환막 수전해, 알칼리 수전해로 나뉜다. 이 중에서 양이온교환막 수전해의 경우 값이 비싼 백금 촉매를 사용하기 때문에 가격적인 측면에서 부담이 된다. 반면에 알칼리 수전해의 경우, 비 백금계 촉매를 사용할 수 있어서 촉매 비용에서 매우 효율적이다. 이러한 알칼리 수전해는 격리막의 두께를 줄임으로서 막의 저항을 줄여 최종적으로 성능을 향상시킬 수 있다고 알려져 있다. 본 연구에서는 알칼리 수전해 시스템 적용을 위한 격리막 제조 시 사용한 지지체인 PPS 펠트를 다양한 온도 조건과 압력 조건에 따라 핫프레스를 이용하여 지지체를 압축하여 두께를 감소시켰다. 그 후 폴리설펴을 고분자로 사용하고 BaTiO₃와 ZrO₂의 무기입자를 사용하여 슬러리 용액을 제조한 후 캐스팅하여 막을 제조하고 SEM, 인장강도, 기공도, I-V 테스트 등의 특성평가를 진행하였으며 비교하였다.

전기방사를 이용한 천연 실크 분말 함유 다공성 고분자 막 제조

서영진¹, 최강민², 장해남¹, 박치훈^{1,*}

¹경상국립대학교 미래융합기술연구소 에너지공학과, ²비이제이실크

Fabrication of porous polymer membranes with natural silk powder using an electrospinning technique

Young Jin Seo¹, Kang-min Choi², Hae Nam Jang¹, and Chi Hoon Park^{1,*}

¹Department of Energy Engineering, Future Convergence Technology Research Institute, Gyeongsang National University (GNU), Jinju, 52725, Republic of Korea,

²BJ Silk, Jinju 52834, Korea

최근 지구 온난화에 의한 기후변화가 대두되면서, 이를 해결하기 위해 천연 쿨링 소재로 알려진 실크를 이용해 에너지를 절감하려는 사례가 늘어나고 있다. 실크의 고유의 구조가 앤더슨 광 응집 효과가 나타난다고 알려져 있는데, 기존의 연구는 실크를 용해 후 막을 제조해 실크 고유의 구조가 파괴될 수 있다는 단점이 있었다. 본 연구에서는 이를 해결하기 위해 물리적으로 분쇄된 실크 분말을 이용해 전기방사막이 제조되는지 알아보려고 연구를 진행하였다. 이를 위해 실크 분말이 분산된 전기방사막을 제조하였으며 실크 분말의 함유량이 적어 질수록 점도가 줄어들어 방사가 잘 되지 않는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구는 기존의 연구와 달리 실크 분말을 이용한 막을 만듦으로써, 친환경적이고 에너지 절감이 가능한 막 제조 방안을 제시하고자 하였다.

Keyword: 천연 쿨링 소재, 앤더슨 광 응집 효과, 실크 분말, 전기방사막

α -Al₂O₃ 중공사막을 지지체로 사용한 광촉매 필터 성능평가

황재연, 신민창, 최유진, 김소은, 박정훈*
동국대학교 화공생물공학과

Testing photocatalytic filter using α -Al₂O₃ hollow fiber as substrate

Jae Yeon Hwang, Min Chang Shin, Yujin Choi, So Eun Kim, and
Jung Hoon Park*

Department of Biochemical and Chemical Engineering, Dongguk University

알루미나(α -Al₂O₃) 중공사막은 높은 비표면적과 내화성을 가지고 있을 뿐만 아니라 본 연구에서 사용된 TiO₂와 친화도가 높아 광촉매의 지지체로 적합하다. 또한 첨가되는 용매의 종류와 제조방법에 따라 기공구조 및 크기를 조절할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 DMSO를 용매로 사용하여 중공사막을 제조하였으며 소량의 MgO를 소결보조제로 첨가하였다. 자외선 영역에서 광촉매 활성을 보이는 TiO₂ 제조과정에서 Urea와 Thiourea를 첨가하여 질소와 황이온을 도핑하였다. 광촉매의 특성은 XRD, SEM, EDS, PL Intensity, UV-Vis DRS 분석을 통하여 확인하였고 광촉매 필터의 성능은 3대 유해가스 중 하나인 암모니아를 모델로 하여 GC로 제거율을 확인하였다.

양자역학 전산모사를 이용한 작용기에 따른 모노머 화학적 안정성 평가

고지은¹, 강호성¹, 김태현², 이창현³, 박치훈^{1,*}
¹경상국립대학교 미래융복합연구소 에너지공학과
²인천대학교 화학과, 기초과학연구소
³단국대학교 에너지공학과

Stduy on monomer chemical stability according to functional groups by quantum mechanics simulation

Jieun Ko¹, Hoseong Kang¹, Tae-Hyun Kim², Chang Hyun Lee³, and
Chi Hoon Park^{1,*}

¹Department of Energy Engineering, Future Convergence Technology
Research Institute, Gyeongsang National University (GNU), Gyeongnam 52725,
Republic of Korea

²Organic Material Synthesis Laboratory and Research Institute of Basic
Sciences. Incheon National University, 119 Academy-ro, Yeonsu-gu, Incheon
22012, Korea

³Energy Engineering Department, Dankook University, Cheonan 31116,
Republic of Korea

무분별한 화석연료의 사용으로 인한 기후위기로 인해 세계 각국에서는 탄소 중립을 목표로 재생에너지를 이용해 수전해 시스템으로 물을 전기 분해하여 청정수소를 얻는 그린수소가 주목받고 있다. 알칼라인 수전해의 경우 알칼리 전해질과 이온교환막을 이용하여 음이온을 이동시키는 방법으로 설비 투자비용이 저렴하지만 수소 생산성이 다른 수전해 시스템에 비해 낮다는 단점이 있다. 알칼리 상태에서 이온교환막 및 이오노머의 화학적 안정성은 수소 생산성에 중요한 영향을 미치기 때 이에 관련 된 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 연구는 알칼라인 수전해 시스템에서 적용하기 위한 이오노머 구조 설계를 제안하기 위해 음이온 전도성을 가지는 이오노머가 작용기에 따른 화학적 안정성을 양자역학 전산모사를 이용하여 살펴보고자 하였다.

keyword : 그린수소, 음이온교환막, 이오노머, 화학적 안정성, 양자역학 전산모사

분자동역학 전산모사를 이용한 고분자 기계적 특성 연구

강호성, 박치훈*

경상국립대학교 미래융복합연구소 에너지공학과*

Study on mechanical properties of polymers by molecular dynamics simulation

Hoseong Kang and Chi Hoon Park*

Department of Energy Engineering, Future Convergence Technology Research Institute, Gyeongsang National University (GNU), Gyeongnam 52725, Republic of Korea

과거 분자동역학 전산모사 연구의 경우 모사 대상의 크기에 따라, 즉 원자 개수가 많아지면 계산시간이 급격하게 늘어나 모사대상의 크기를 제한하였기 때문에 대상의 특성을 적절하게 반영하기 힘들다는 제약이 있었다. 그러나 고성능의 컴퓨터와 소프트웨어의 최적화로 인해 분자동역학 전산모사 연구가 활발하게 진행할 수 있게 되었다. 본 연구에서는 필름형태의 막으로 사용하는 고분자인 polyethylene 과 polystyrene 을 선정하여 주쇄길이가 기계적 특성 중 인장 특성에 어떤 영향을 주는지 분자동역학 전산모사를 이용하여 고분자 소재들의 기계적 특성을 예측하고자 하였으며 최종적으로 분자동역학 전산모사를 이용한 고분자 기계적 특성을 분석하는 것이 적합한지 확인하고자 하였다.

keyword : 고분자, polyethylene, polystyrene, 기계적 특성, 분자동역학 전산모사

Silicalite-1 제올라이트 나노입자로 코팅된 PDMS 중공사막 제조 및 알코올 탈수

무하마드 주나이드 아마르, 조철희*
충남대학교

Preparation and Alcohol Dehydration using Silicalite-1 Zeolite Nanoparticles Coated PDMS Hollow Fiber Membrane

Muhammad Junaid Ammar and Churl Hee Cho*
Reaction & Separation Nanomaterials Laboratory, Graduate School of Energy
Science and Technology, Chungnam National University, 99 Daehak-ro,
Yuseong-gu, Daejeon 34134, Republic of Korea

In the past, there have been many studies on polymeric, inorganic, and mixed matrix membranes for the alcohols separation via pervaporation however they have flaws in terms of fouling, mechanical brittleness, and interfacial voids. In this work, a new method was used to improve the pervaporation performance. Silicalite-1 nano-particles were simply coated on a PDMS/PSF hollow fiber membrane using a binder PDMS of the same material as the membrane's separation layer. The coated hollow fiber membrane has a greater separation factor than the pure PDMS/PSF membrane and the flux was not comprised when compared to the findings of a pristine PDMS/PSF hollow fiber membrane. In other words, this study improved pervaporation performance while being simple and reliable.

다양한 첨가제에 의하여 제조된 폴리에테르이미드계 고분자 중공사막 제조 및 수소분리 특성평가

권현웅, 임광섭, 김지현, 남상용*
경상대학교

Preparation of polyetherimide based polymer hollow fiber membranes prepared by various additives and evaluation of hydrogen separation properties.

Hyeon Woong Kwon, Kwang Seop Im, Ji Hyeon Kim, and Sang Yong Nam*
Department of Polymer Science & Engineering School of Materials Science
& Engineering Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Republic of
Korea

폴리에테르이미드계 고분자는 기계적, 화학적 성질이 우수하고 내열성과 내화학성이 우수한 열가소성 수지로서 폴리설폰과 폴리아미드 등과 함께 막소재로 널리 사용되어지고 있는 고분자이다. 본 실험에서는 PEI계 고분자인 Ultem1000을 사용하여 비용매 유도 상분리법으로 중공사막을 제작하였고, 제조하는 과정에서 THF, LiNO₃, ethanol등 다양한 첨가제가 중공사에 미치는 영향을 연구하였다. 전자주사현미경(SEM)를 통해 중공사의 모폴로지를 관찰한 결과 LiNO₃가 첨가되었을 때 sponge 구조를 보였으며, ethanol를 첨가하였을 때는 finger-like 구조를 나타내었다. 또한 bubble flow meter를 사용하여 질소, 산소, 수소, 이산화탄소의 순수 기체 투과도를 측정하였고, 휘발성 용매인 THF의 함량이 늘어날수록 H₂/CO₂ 선택도가 향상하였지만 trade-off 관계로 인해 각각의 기체 투과도는 감소하는 것을 확인하였다. 그 후 중공사를 PDMS용액으로 코팅을 진행하여 H₂/CO₂ 선택도가 향상된 중공사막을 제조하였고, UTM 기기를 사용하여 기계적 물성을 측정하여 비교하였다.

Keywords: polyetherimide, gas separation, hollow fiber membrane, selectivity, permeance

Gas Transport Properties of Fluorinated Polyimide Membranes Prepared by Different Synthetic Methods

Nam Gyu Im and Hyo Won Kim*

Chemical, Environmental and Climate Technology Laboratory,

Korea Institute of Energy Technology (KENTECH), 58330

200, Hyeoksin-ro, Naju, Republic of Korea, 58330

hwkim@kentech.ac.kr

Fluorinated polyimides have received interest due to their distinctive features such as thermal and chemical stabilities and easy tuning ability. Particularly, engineering of their physical and chemical characteristic has garnered great attention in a polymeric gas separation membrane, because gas separation efficiency is dependent on their structural properties. Thus, most studies have been focused on chemical modification to change their chemical species for improvement of gas separation ability. However, a physical approach is rarely studied to relate gas separation properties with fluorinated polyimide membranes synthesized from different routes, which give rise to different polymeric chain entanglements especially free volume. In this poster, we attempt to find the correlation between physical properties and gas transport behaviors.

chitosan-Ag(I) facilitated transport membranes for CO/N₂ separation by reversible π -complexation

민수빈^{1,2}, 서채희¹, 안이삭¹, 임시우¹, 최기환¹, 박보령¹, 김종학², 김정훈^{1,*}

¹C1 Gas & Carbon Convergent Research Center, Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT) 141 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34114,

Republic of Korea,

²Yonsei University

Carbon monoxide (CO) is an important raw material in chemical industries for synthesis of various basic chemicals such as methanol, acetic acid etc. In steel industry, A huge amount of CO has been produced as a byproduct (LDG, BFG) containing N₂, CO₂, CH₄, H₂ etc. To recover CO from other gases, CO/N₂ separation is very important because CO and N₂ have similar kinetic diameters and solubility. In this work, a chitosan-based composite membrane containing Ag ions was prepared for the selective separation of CO from N₂ via the facilitated transport mechanism. Chitosan membrane containing Ag ions showed excellent CO permeability ($P=>22\sim35.8$ GPU) and high CO/N₂ selectivity ($\alpha=>29.2\sim37.2$). CO separation experiments were performed from CO/N₂ mixture gases with various CO compositions (50, 60, 80, 95 mol %). Long-term operation test using mixed gases was performed and showed the long-term stability(~ 100 h) with $>97\%$ CO purity, which confirms the facilitated membranes developed could be used commercially.

내열성과 내화학성이 우수한 폴리벤지이미다졸(PBI)을 이용해 유기용제나노여과막(OSN) 제조

김성헌^{1,2}, 김지현^{1,2}, 임광섭^{1,2}, 남상용^{1,2,*}

¹경상대학교 나노신소재융합공학과, ²경상대학교 그린에너지융합연구원

Prepare of organic solvent nanofiltration membrane using polybenzimidazole with excellent heat and chemical resistance

Seong Heon Kim^{1,2}, Ji Hyeon Kim^{1,2}, Kwang Seop Im^{1,2}, Sang Yong Nam^{1,2,*}

¹Department of Materials Engineering and Convergence Technology, e,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701 Korea,

²Engineering Research Institute, Gyeongsang National University, Jinju
660-701 Korea

의약분야에서는 유기용매를 사용하여 많은 합성과정을 거쳐 의약품이 생산되며 이 과정 중 유기용매를 분리하고 정제하는데 있어 많은 에너지를 소모하게 될 뿐만 아니라 분리 효율 또한 저하시킨다. 기존 분리공정의 경우 크로마토그래피를 이용한 evaporation 공정이 일반적이거나, 이 경우 대용량 처리가 어려우며 분리 후 많은 양의 유기용매가 남아있어 다량의 에너지가 소모된다는 문제가 있다. 하지만 유기용제나노여과막 공정을 이용할 경우 대용량의 처리가 가능하고 에너지 및 용매 소비를 크게 감소시킬 수 있다는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 내열성 및 내화학성이 우수한 폴리벤지이미다졸(PBI) 소재를 이용하여 유기용제나노여과막을 제조하였으며 내화학성을 더욱 높이기 위해 가교를 진행하였다. 이후 제조한 막은 화학적, 물리적 특성평가를 진행하였으며 투과도 및 제거율을 파악하여 유기용제나노여과막으로서의 성능을 파악하였다.

Ionic Liquids Based on Styrenesulfonate as Draw Solute for Forward Osmosis Process - Effect of Cation Structure

Jihyeon Moon, Kyutae Seo, and Hyo Kang*

BK-21 Four Graduate Program and Department of Chemical Engineering,
Dong-A University, 37 Nakdong-Daero 550 Beon-gil, Saha-gu, Busan 49315,
Republic of Korea

The thermo-responsive ionic liquids (ILs), tributylalkylphosphonium styrenesulfonate ($[P_{444\#}][SS]$, where # is number of carbon atoms in tributylalkylphosphonium) and tetrabutylammonium styrenesulfonate ($[N_{4444}][SS]$) were synthesized for application as draw solute in forward osmosis (FO). The $[P_{4444}][SS]$ aqueous solution showed lower critical solution temperature (LCST) type phase transition in aqueous solution, which is essential for recovering the draw solute or water from the diluted draw solution. The LCSTs of the 20 wt.% aqueous solutions of $[P_{4444}][SS]$ was observed to be approximately 27 °C. The water flux and reverse solute flux of the $[P_{4444}][SS]$ aqueous solution, was approximately 4.64 LMH and 1.18 gMH, respectively in active layer facing the draw solution (AL-DS) mode at 20 wt.%.

Effect of anion structure of benzenesulfonate-based draw solute in forward osmosis process

DaEun Yang, Yeonsu Cho, and Hyo Kang*

BK-21 Four Graduate Program, Department of Chemical Engineering, Dong-A University, 37 Nakdong-Daero 550 Beon-gil, Saha-gu, Busan 49315, Republic of Korea

We synthesized a series of phosphonium-based ionic liquids (ILs) draw solutes containing benzenesulfonate derivatives ([TBP][BS], [TBP][MBS], [TBP][DMBS], and [TBP][TMBS]), were synthesized *via* anion exchange reaction of the tetrabutylphosphonium bromide ([TBP][Br]) from bromide to benzene sulfonate, 4-methylbenzene sulfonate, 2,4-dimethylbenzene sulfonate, and 2,4,6-trimethylbenzene sulfonate, respectively, in order to investigate its usability as draw solute in forward osmosis (FO) process. [TBP][MBS], [TBP][DMBS], and [TBP][TMBS] aqueous solutions were found to have a critical temperature at which a phase change with temperature. The water flux and reverse solute flux of [TBP][DMBS] were measured to be approximately 9.29 LMH and 1.37 gMH at 20 wt% in active layer facing draw solution (AL-DS) mode.

해수전지 활용 살균-중화 일체형 수처리 시스템

김서해, 김영식*
울산과학기술원

Neutralization integrated water disinfection system by utilizing the rechargeable seawater battery

Seohae Kim and Youngsik Kim*
UNIST

세계 인구의 지속적인 증가에 따라 안전한 물 공급이 필수적인 요소가 되고 있다. 염소를 통한 수처리는 안전한 물 생산을 위해 가장 많이 사용되는 방법이다. 하지만, 염소 살균 물질의 유독성 때문에 살균 후 잔류 염소를 제거하는 과정이 필수적이므로 중화장치를 추가해야만 한다. 본 연구에서는 전기화학적 염소 살균·중화 시스템을 해수전지의 충·방전 과정을 통해 구축하고자 한다. 해수전지란, 바다 속 Na 이온을 NASICON을 통해 선택적으로 추출하여 에너지를 저장하고, 다시 내보내면서 에너지를 사용하는 전지 시스템이다. 충전 시 살균 물질인 Total chlorine (TC)가 생성되고, 방전 시 TC가 다시 Cl⁻ 이온으로 돌아가는 메커니즘을 활용하여 에너지 저장 후 사용하는 과정에서 살균 및 중화가 가능한 일체형 수처리 시스템에 대해 소개하고자 한다.

Preparation of scalable CNT/GNR hybrid membrane and its performance of organic solvent nanofiltration

Ju Yeon Kim, and Dae Woo Kim*

Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Yonsei University,
Yonsei-ri 50, Seodaemun-gu, Seoul 120-749, Republic of Korea

The development of organic solvent nanofiltration (OSN) is essential for purifying impurities and recovering solvents in many industrial fields. Entangled structure of one-dimensional carbon materials such as carbon nanotube (CNT) and graphene nanoribbon (GNR) can be beneficial to fast solvent flux due to high porosity. Besides, CNT and GNR have high mechanical strength, which means high stability during operation. Herein, CNT/GNR hybrid material was synthesized by controlling the oxidation condition of the multi-walled carbon nanotube and the scalable CNT/GNR hybrid membrane was fabricated *via* slot-die coating. The prepared membrane was pressed at a high temperature for adjusting the pore structure and d-spacing, which led to enhanced separation ability in the filtration performance.

Virus removal performance of PVDF NF membrane with UV-Vis. modification

조나현, 김성우, 고은주, 이용택*
경희대학교

PVDF (polyvinylidene Fluoride) hollow fiber membrane was modified to have hydrophilic surface but hydrophobic internal pores to obtain excellent water flux and stable virus removal effect. In order to maintain the hydrophobicity, chemical resistance, and mechanical strength of PVDF material, a physicochemical surface modification method of UV irradiation was applied. As a result of the modification, it was confirmed that the surface of the membrane on which radicals were formed was hydrophilicized by a hydrogen reaction with a hydrophilic material. After the modification, the hydrophobicity, pore size, and surface modification effect of the membrane were evaluated, and the virus removal rate and protein permeability were observed using nanoparticles (20 nm). Virus filtration was also confirmed good virus removal rates. As a result, the modified PVDF membrane showed excellent flow rate, fouling resistance, and virus removal performance.

Keywords: Polyvinylidene fluoride, virus filtration, UV irradiation, artificial nanoparticle

나노사이즈 알루미나 입자 첨가에 따른 알루미나 중공사막의 기계적 강도 향상

김용빈, 응고 민 푸억, 조철희*
충남대학교

Instructions for Preparing Papers Presented at 2022 Spring Meeting

Yong Bin Kim, Ngo Minh Phuoc, and Churl Hee Cho*
Reaction & Separation Nanomaterials Laboratory, Graduate School of Energy
Science and Technology, Chungnam National University, 99 Daehak-ro,
Yuseong-gu, Daejeon 34134, Republic of Korea

서로 다른 평균 입자 크기의 알루미나 분말이 분산된 고분자용액을 비용매 유도 상분리법으로 방사 및 소결하여 알루미나 중공사막을 제조하였다. 평균입자크기가 15nm인 감마 알루미나의 첨가에 따른 중공사막의 기공 구조 형성을 확인하고 특성을 분석한 결과 수은 기공 분석에서 4개의 멤브레인은 400 nm 영역에서 공통의 기공 크기를 가지며, 나노 입자의 함량이 증가할수록 평균 기공 분포가 크게 감소하였다. 나노입자의 함량이 5%로 증가함에 따라 질소의 GPU는 127,642에서 88,969로 감소하였으며 기공도는 6% 감소하였다. 제조된 중공사막은 나노입자의 첨가량이 1, 3, 5 wt% 로 증가함에 따라 3중점 굽힘강도는 97.43, 101.61, 114.72 MPa로 증가하였다.

알코올/dye 제거를 위한 폴리케톤 나노여과막의 제조 및 특성평가

홍승희 · 박희민 · 이용택*
경희대학교 화학공학과

Preparation and characterization of alcohol resistant nanofiltration POK TFC membrane

Seunghee Hong, Heemin Park, and Yong Taek Lee*
Department of Chemical Engineering, Kyung Hee University

본 연구에서는 알코올에 내구성을 갖는 co-polymer 폴리케톤(Poly Ketone, POK)을 지지체로 이용하여 높은 투과유량을 가지는 알코올 저항성 나노여과막을 제조하였다. 활성층은 aliphatic amine과 trimesoyl chloride (TMC)의 계면중합 반응을 통해 합성하였다. 제조된 나노여과막의 투과평가 결과, 2000ppm MgSO₄ 수투과유량은 50 LMH이며, 제거율은 99%의 결과를 나타냈다. 알코올 feed 내에서 dye 분자량에 따른 제거율을 확인하고자 MeOH, EtOH에서 rose bengal, brilliant blue, safranin O를 이용해 투과유량 및 제거율을 확인하였다. 나노여과막의 표면 및 화학적 특성은 solubility parameter 해석과 FE-SEM, FTIR, XPS 분석을 통해 확인하였다.

산처리를 통한 단백질 분리용 재생 셀룰로오스 한외여과막의 제조

강준혁, 이태훈, 박호범*
한양대학교 에너지공학과

Preparation of Regenerated Cellulose Ultrafiltration Membrane for Protein Separation via Acid Treatment

Jun Hyeok Kang, Tae Hoon Lee, and Ho Bum Park*
Department of Energy Engineering, Hanyang University, Seoul 04763,
Republic of Korea

Cellulose acetate (CA) is widely used for ultrafiltration (UF) and reverse osmosis because of its pore forming property, high salt rejection, moderate flux. CA membranes, however, were showed that low flux recovery ratio after fouling occurs. In this work, CA membranes, prepared through phase inversion method, were modified by NaOH or H₂SO₄ solution for preparation regenerated cellulose(RC) membrane to enhance anti-fouling property and membrane performance. The fabricated membranes were analyzed through Fourier transform infrared spectrometer (FT-IR), scanning electron microscopy (SEM) and water contact angle. RC membrane reaches a maximum pure water permeance value of 90 Lm⁻²h⁻¹bar⁻¹ and 94.8% rejection of Bovine Serum Albumin (BSA). This study demonstrated using deacetylation of CA to achieve enhancement in membrane performance.

Hydrophilic Surface-modified PTFE Membrane Using Poly (vinyl alcohol)

Jun Kyu Jang, Chaewon Youn, Tae Hoon Lee, and Ho Bum Park*
Department of Energy Engineering, Hanyang University, Seoul 04763,
Republic of Korea

Fluoropolymer based membranes, represented by poly(tetrafluoroethylene) (PTFE) membrane have been used in various membrane separation processes including membrane distillation, oil separation, and gas separation. However, despite excellent physical properties such as chemical resistance, heat resistance, and high mechanical strength, the strong hydrophobicity of PTFE membrane surface has become a challenging factor to expand its membrane separation application to certain extent. In this study, alcohol/water co-solvent poly (vinyl alcohol) (PVA) solution with glutaraldehyde (GA) was used to modified hydrophilic surface on PTFE membranes. PVA of various concentrations and different cross-linking times were adopted to control cross-linking density which can affect surface hydrophilicity. As prepared membranes showed various surface characteristics such as fully hydrophilized to non-dewetting indicating high potential for water treatment use without alcohol pre-wetting.

Keywords: polytetrafluoroethylene, poly (vinyl alcohol), glutaraldehyde, non-dewetting, surface-modified

Enhanced monovalent ion separation by controlling the interlayer spacing and pore size of nano-porous graphene oxide membrane

Jeong Pil Kim and Dae Woo Kim*

Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Yonsei University,
Yonsei-ro 50, Seodaemun-gu, Seoul 120-749, Republic of Korea

There are several methods for extracting metal ions from spent batteries like solvent extraction, electrochemical deposition, and chemical precipitation. But these conventional methods need lots of energy and cost. On the other hand, the ion separation membrane method can separate ions with high efficiency by controlling the interlayer spacing and pore size. Herein, we fabricate the nano-porous graphene oxide membrane with different hot-pressing times. nGO membrane was coated with the bar-coating method and treated with hot-press. As the hot-press time increases, the interlayer spacing decreases while pore size increases. As the result, the permeance of monovalent and divalent ions was different at the single and mixed ion solutions. Therefore, the behavior of ions in the GO membrane was studied.

친수성 EVOH 고분자를 이용한 수처리용 분리막의 제조 및 특성평가

박준호¹, 임광섭², 우승문², 남상용^{2*}

¹경상국립대학교 고분자공학과, ²경상국립대학교 나노신소재융합공학과*

Prepared and Characterization of Water Treatment Membrane Using Hydrophilic EVOH Polymer

Jun Ho Park¹, Kwang Seop Im², Seung Moon Woo², and Sang Yong Nam^{2*}

¹Department of Polymer Science and Engineering, Gyeongsang National University, Jinjudearo501, 52828 Korea

²Department of Materials Engineering and Convergence Technology, Engineering Research Institute Gyeongsang National University, Jinjudearo501, 52828 Korea

본 연구는 친수성 고분자인 EVOH를 비용매 유도 상분리법(nonsolvent induced phase separation, NIPS)을 이용해 중공사막을 제조하였다. 제조한 중공사막을 수처리용 분리막에 적용시키고자 하였다. 친수성 고분자인 EVOH는 물에 용해성을 가지고 있을 뿐만 아니라, wet strength 또한 우수한 특성을 가지고 있다. 중공사막으로 제조하기 위하여 용매와 고분자 농도에 따른 점도를 확인하였으며 첨가제로 poly(ethylene glycol)과 lithium chloride (LiCl)을 이용하여 bore의 속도를 조절하여 중공사를 제조하였다. 제조된 중공사는 SEM을 이용한 모폴로지 분석을 통해 최적화된 구조를 확인하였고 수투과도와 0.05 μ m PS latex를 이용하여 제거율을 확인하였다.

Hydrophilic Modification of Polytetrafluoroethylene Membrane with Highly Acid-resistant Crosslinked Poly(ethylene glycol) Layer

Chaewon Youn, Jun Kyu Jang, Tae Hoon Lee, and Ho Bum Park*
Department of Energy Engineering, Hanyang University, Seoul 04763,
Republic of Korea

Poly(tetrafluoroethylene) PTFE membrane shows outstanding properties in chemical and thermal stability. With such properties, PTFE membranes are highly desirable in the chemical separation process under harsh operating conditions. We report a simple pretreatment process to modify the surface properties of PTFE membranes by plasma treatment coupled with photo-induced crosslinking of hydrophilic polymer (i.e. poly(ethylene glycol) diacrylate (PEGDA)). Plasma-treated PTFE membrane showed improved hydrophilicity and subsequent coating of the PEGDA layer resulted in much more enhanced hydrophilicity. Notably, the resultant membranes not only exhibited improved wettability – by showing a significant reduction in contact angle from 132° to 87° – but withstood high acidity conditions.

리그닌의 정제 및 염분 제거 기술 개발

장학룡, 신민창, 이정인, 황재연, 박정훈*
동국대학교 화학생물공학과

Development of lignin refining and salt removal technology

Xuelong Zhuang, Min Chang Shin, Jeong In Lee, Jae Yeon Hwang, and
Jung Hoon Park*
Department of Chemical & Biochemical Engineering

리그닌 가치화의 주요 장애물인 리그닌 분리기술의 발전을 위해 촘촘한 초박형 γ - Al_2O_3 막을 이용하여 코팅하는 α - Al_2O_3 중공사막(γ/α -HF)막이 알칼리성 리가닌폐액에서 알칼리 금속(Na^+ , K^+ 등)과 농축 리그닌을 동시에 분리하는 세라믹 나노 여과법이 연구되어, 폐수 처리 공정으로 개발되었다. 고온에서 소성된 결과, α -HF 지지체와 γ/α -HF막의 평균 공경은 $0.2\mu\text{m}$ 와 1.6nm 였다. 염분에 대한 rejection은 $\text{Na}_2\text{SO}_4 < \text{MgSO}_4 < \text{NaCl} < \text{KCl} < \text{CaCl}_2 < \text{MgCl}_2 < \text{AlCl}_3$ 순서로 증가한다. 최적의 조건에서 나트륨이온은 약 92%, 칼륨이온은 85%의 제거율을 보이고, 리그닌은 19.34%가 배출된다. γ/α -HF막은 5일간의 나노 여과 과정에서 우수한 성능 안정성을 보인다.

메틸렌 블루 제거를 위한 구조토 융합 하이드로젤 나노섬유 분리막 개발 가능성 평가

Abouelanwar Ali Mahmoud Mohamed^{1,2}, 오종민¹, 김준영¹, 김영진^{1,*}

¹고려대학교 환경시스템공학과, ²이집트 국립연구센터 공학연구부 화학공학

Diatomite incorporated hydrogel laminated nanofiber membranes for tunable removal of methylene blue

Abouelanwar Ali Mahmoud Mohamed^{1,2}, Oh Jongmin¹, Kim Joonyoung¹, and
Youngjin Kim^{1,*}

¹Department of Environmental Engineering, Korea University,

²Chemical Engineering Pilot Plant Department, Engineering Research Division,
National Research Centre, Egypt

A novel nanofiltration membranes were developed by coating different compositions of diatom/hydrogel layers with a tunable thickness on electro-spun polysulfone (PSf) nanofiber. The fabricated membranes were characterized with FTIR, SEM, EDS, zeta potential and water contact angle techniques. Also, the tensile strength was measured for pristine and coated membranes (dry and wet states). The static adsorption and dynamic separation of pristine PSF and coated membrane for methylene blue(MB) were investigated. The coated membranes indicated a remarkably decrease in the contact angle down to 20°(i.e. higher hydrophilicity). The membrane with the thickest coating layer showed a excellent rejection rate up to 99% out of 10 ppm MB solution. The performance of the regenerated membranes was slightly decreased as compared to original ones.

Acknowledgement

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 야생생물 유래 친환경 신소재 및 공정 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다. (2021003270007)

This work was supported by Korea Environment Industry & Technology Institute (KEITI) through Project to develop eco-friendly new materials and processing technology derived from wildlife, funded by Korea Ministry of Environment (MOE) (2021003270007)

수처리용 분리막의 성능 향상을 위한 첨가제로서 규조토의 활용 가능성 평가

오종민¹, Abouelanwar Ali Mahmoud Mohamed^{1,2}, 김준영¹, 김영진^{1,*}
¹고려대학교 환경시스템공학과, ²이집트 국립연구센터 공학연구부 화학공학

Evaluation of diatomite as an additive to improve the membrane performance for water treatment

Jongmin Oh¹, Abouelanwar Ali Mahmoud Mohamed^{1,2}, Joonyoung Kim¹, and Youngjin Kim^{1,*}

¹Department of Environmental Engineering, Korea University

²Chemical Engineering Pilot Plant Department, Engineering Research Division, National Research Centre, Egypt

본 연구에서는 수처리용 polysulfone 분리막 제조 시 규조토를 첨가제로 사용하여 수처리 성능 향상 가능성을 평가하였다. 비용매유도상분리법(NIPS)을 사용하였고 다양한 규조토 농도를 활용하여 분리막을 제작하였다. 분리막 평가를 위해서 DI water를 이용한 수투과도 및 휴믹산을 이용한 유기오염물질 제거율을 측정하였다. 제작된 분리막 분석을 위해서 SEM-EDX를 활용하였다. SEM 분석 결과, 분리막 내 규조토가 존재하는 것을 확인할 수 있었고, EDX 분석 결과, Si 피크를 확인할 수 있었다. 분리막 평가 실험 결과, 규조토를 첨가한 분리막의 수투과도는 증가했으며 유기오염물질 제거 효율이 증가한 것을 확인하였다. 다만, 규조토의 크기와 농도, 표면 기능기의 영향에 대한 추가적인 평가가 필요한 것을 확인하였다.

Acknowledgement

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 야생생물 유래 친환경 친소재 및 공정 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다. (2021003270007)

Nanoporous graphene with microwave treatment and its organic solvent nanofiltration membrane

Junhyeok Kang and Dae Woo Kim*

Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Yonsei University,
Yonsei-ro 50, Seodaemun-gu, Seoul, 03722, Republic of Korea

Graphene has been widely studied for membrane separation due to molecular sieving ability through their interlayer spacing. However, the barrier property of graphene for solvent molecules results in low solvent permeance. In this work, we demonstrated sp²-introduced nanoporous graphene for organic solvent nanofiltration (OSN). The abundant nanopores were activated by thermal annealing of graphene oxide, resulting in amorphous sp³ carbon structure. Following, the nanoporous graphene was treated with microwave to not only introduce sp² carbon structure but also remove oxygen groups. The prepared membrane exhibited ultrafast solvent permeance with a tunable molecular weight cut-off depending on solvents. Furthermore, the membrane was able to separate multiple mixture molecules and exhibited excellent stability under the cross-flow condition.

**프로톤 블로킹을 위해 개질된 고분자 층을 포함한
복합 음이온 교환막**

이지현, 강문성*
상명대학교

**Composite anion-exchange membranes with a polymer
layer modified for proton blocking**

Ji-Hyeon Lee and Moon-Sung Kang*
Sangmyung University

Anion-exchange membrane (AEM) has the characteristic of selectively passing anions through and excluding cations electrostatically. However, protons can pass through the AEM due to their small size and the property of transporting through water molecules. Therefore, many processes such as electro dialysis and water-splitting electro dialysis require proton-blocking properties of AEMs. In this study, therefore, a composite AEM including a polymer layer modified for proton blocking was fabricated. The prepared composite AEM was systematically analyzed and its performance was evaluated by applying it to water-splitting electro dialysis. This research was supported in part by 2022 Green Convergence Professional Manpower Training Program of the KEITI and the MOTIE (No. 20010491).

이온전도 바인더를 이용한 불균질 이온교환막의 제조 및 특성평가

이지민, 강문성*
상명대학교

Preparation and characterization of heterogeneous ion-exchange membranes using ion-conducting binders

Ji-Min Lee and Moon-Sung Kang*
Sangmyung University

In general, an inert thermoplastic polymer is used as a binder in the fabrication of heterogeneous ion-exchange membranes (HIEMs). In this case, the membrane thickness is increased to obtain sufficient mechanical strength, and the presence of the non-conductive region increases the electrical resistance of the membrane. Therefore, in this study, a HIEM was prepared using an ion conductive polymer as a binder. It was attempted to lower the electrical resistance of the membrane and increase the permselectivity at the same time by using a binder with an appropriate content of ion-conducting groups. This research was supported in part by 2022 Green Convergence Professional Manpower Training Program of the KEITI and the MOTIE (No. 20010491).

Nanoporous graphene membrane using scalable fabrication with ultrafast organic solvent nanofiltration

Jiwon Kim, Junhyeok Kang, and Dae Woo Kim*

Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Yonsei University,
Yonsei-ro 50, Seodaemun-gu, Seoul, 03722, Republic of Korea

Graphene-based materials have attracted interest for organic solvent nanofiltration (OSN) owing to their excellent mechanical strength and resistance to organic solvents. However, the narrow interlayer spacing of graphene is one of the hindrances, resulting in low solvent permeance. Herein, we showed the appropriate method for the large-scale fabrication of nanoporous multilayer graphene membrane. Graphene oxide (GO) was coated on nylon substrate by a slot-die coater. Subsequently, using a hot-presser, it was possible to effectively active nanopores even at low temperatures. The nanoporous multilayer graphene membranes exhibited ultrafast permeance on various organic solvents. The pore and interlayer structure of graphene was able to be controlled by adjusting the hot-pressing time, which results in tunable OSN performances.

High performance TFN NF membrane fabricated on highly porous micro-structured supports with porous polymer fillers

JIHYUN LEE and Tae-Hyun Bae*
KAIST

NF membrane is widely studied to obtain valuable resources such as Li ion from seawater or to solve environmental pollution problems. TFN NF, which incorporates nanomaterials, is a promising membrane because it can have high flux while maintaining high rejection. Herein, porous polymer fillers synthesized using BCMBP(4,4-Bis(chloromethyl)-1,1-biphenyl) were introduced. TFN NF fabricated in this study showed a high rejection value in MgCl₂ as well as CaCl₂. Also, It has high selectivity while showing NaCl rejection remained at 30-40%. In addition, highly porous micro-structured support was fabricated using co-solvent system of DMF and NMP. Because it has uniform and narrow straight pores by causing rapid desolvation with a 10% concentration of polymer, it is possible to increase the flux of the NF membrane slightly. With such high selectivity and permeability, this NF TFN is thought to provide solutions in various fields.

Instructions for Preparing Papers Presented at 2022 Spring Meeting

Hyeonmin Yang, Jaewon Lee, and Tae-hyun Bae*
KAIST

In this study, polybenzimidazole(PBI)-based organic solvent nanofiltration (OSN) membrane having a good stability under basic condition was fabricated. To enhance the chemical stability, the pristine membrane was crosslinked with a silane precursor containing epoxy group and organo-siloxane network was formed. The crosslinked PBI membrane possessed an excellent stability in organic solvents and was not swelled in pH 13 solution. Our membrane showed a pure ethanol permeance of 27.74 LMHbar-1 and high dye rejection under 10 bar operation pressure at room temperature. In addition, our PBI membrane was shown to operate under a harsh basic condition, although the effective pore size slightly extended because of the pore swelling effect. The results suggest that our membrane is promising candidate for OSN application under high pH conditions.

Elucidating the Water and Ion Transport Properties in Metal-Organic Framework (MOF)-enhanced Polymer Nanocomposite Membranes

Yu Jin Kim, Tae Hoon Lee, Jun Kyu Jang, and Ho Bum Park*
Department of Energy Engineering, Hanyang University, Seoul 04763,
Republic of Korea

Recent studies have demonstrated metal-organic framework (MOF) as promising nanofillers for developing ion separating efficiency in mixed matrix membranes (MMMs). However, its role in ion separation is still not clear, inhibiting further enhancement in water/ion separating performance. In this study, we demonstrated the mechanism of ion permeation through ZIF-8 embedded in the crosslinked poly(ethylene glycol) (XPEG) matrix in terms of gate-opening and partial dehydration theory. To prove it, the effect of concentration and hydrated ion diameter on ion permeability was examined. In addition, a microscopic mapping analysis clearly supports the experimental results visually. The findings could help extend our understanding of the water and ion transport phenomena through MOF/polymer MMMs.

증기유도상분리법을 통한 고투수 Acetylated methyl cellulose 정밀여과막 제조

김은비, 이명준, 김다희 명수완*
한국화학연구원

친수성 고분자인 Acetylated methyl cellulose(AMC)를 사용하여 수투과량이 우수한 셀룰로오스계 정밀여과막을 제조하였다. 평균 기공크기 0.5-0.2 μm 수준의 정밀여과막을 제조하기 위해 증기유도상분리법으로 고분자 농도, 용매 및 첨가제 종류, 습도 및 노출 시간 등에 따른 제막 조건을 선정하였다. 성능평가는 용질 종류에 따른 투과유량 (DI, Bovine serum albumin, glucose, humic acid)을 상용 Cellulose acetate 정밀여과막과 비교하여 진행하였다. 제조된 정밀여과막의 표면 및 측면의 형태를 분석하기 위해 주사 전자현미경 (SEM)으로 분석하였으며, 기공크기 분포도(PMI), 접촉각, 대장균(E.coli) 제거율 등을 평가하였다.

중금속 흡착용 중공사형 한외여과막 제조 및 특성 연구

임다슬, 김다희 명수완*
한국화학연구원

Instructions for Preparing Papers Presented at 2022 Spring Meeting

Lim Da Seul, Kim Da Hee, and Myung Su Wan*
KRICT

중금속 흡착 분리막을 제조하기 위해 Polyethersulfone 고분자 기반에 가교된 Polyethyleneimine이 함침된 복합 매트릭스 (Mixed matrix) 중공사 한외여과막을 제조하여 활용 가능성을 연구하였다. 한외여과막 제조를 위한 가교된 Polyethyleneimine을 함침에 적합한 방사조건 최적화를 진행하였다. 또한 중금속 흡착 성능 평가를 위해 모델 중금속으로 납(Pb)을 사용하여 중공사막 간이모듈을 통해 흡착 성능을 확인하였고, 중금속 탈착 후 흡착 성능 회복을 평가를 진행하였다. 제조된 분리막의 구조 및 특성 평가를 위해 SEM, FT-IR, Zeta potential, AFM, contact angle 등을 분석하였다.

Enhanced Gas Barrier and Mechanical Properties of Thermoplastic Polyurethane Tailored by Graphene Nanocomposite

Jae Gu Jung, Byung Kwan Lee, Si-Hyun Do, and Ho Bum Park*
Department of Energy Engineering, Hanyang University, Seoul 04763,
Republic of Korea

Thermoplastic polyurethane (TPU) has been widely used for a variety of applications and fields such as coating, adhesives, and biomedical. However, there are still limits to using low stiffness and tensile strength as well as their weak gas barrier properties. Here, we investigated the effect of graphene nanocomposites (GNs) such as graphene oxide (GO), reduced graphene oxide (rGO), and exfoliated graphene flake (GF) on mechanical and gas barrier properties of TPU. TPU/GO nanocomposites exhibited excellent mechanical properties compared to TPU with rGO and GF nanocomposites at low loading. Remarkably, the gas barrier properties of TPU/GO-0.01 wt.% improved by ~55% in the O₂ gas barrier compared to the pristine TPU. The reports provide a guide for TPU films tailored by GNs to achieve a higher gas barrier and mechanical properties.

Nanocomposite omniphobic membrane for the removal of oily organic materials in membrane distillation process

고은주, 이용택*
경희대학교 화학공학과

낮은 표면장력을 가지는 물질과 오일성 유기물질(ethylene glycol)의 분리 및 정제를 위한 옴니포빅 멤브레인(omniphobic membrane)을 폴리아미드 6(PA6) 나노섬유와 이황화몰리브덴(MoS_2)을 전기방사된 지지체와 나노복합소재로 이용해 제조하였다. 표면개질은 polyvinylidene fluoride(PVDF)를 이용한 MoS_2 -g-PVDF 코팅용액으로 멤브레인의 옴니포빅 특성을 향상시켰다. 나노복합체로 개질된 옴니포빅 멤브레인은 소수 및 발유 특성이 크게 향상되었다. 개질된 멤브레인 표면의 접촉각이 65° 에서 117° 로 크게 증가하였고 이황화몰리브덴(MoS_2) 입자의 윤택특성의 영향으로 매우 낮은 표면전기저항성($5.99\text{E}+08[\Omega]$)과 전도도 특성을 보여주었다. 결과적으로 이황화몰리브덴(MoS_2)이 나노복합소재로 사용된 멤브레인은 안정된 투과도와 낮은 내오염성 거동을 확인하였다. 옴니포빅 멤브레인의 초기 투과도는 약 27 LMH이고, 우수한 에틸렌글리콜(EG) 제거율이 관찰되었다.

Key words: electrospinning, nanofiber, membrane distillation (MD), molybdenum disulfide (MoS_2), ethylene glycol(EG) rejection.

연료전지용 수소이온 교환막 전산모사 연구

박치훈*, 강호성

경상국립대학교 미래융복합기술연구소 에너지공학과

Simulation Study of Proton Exchange Membrane for Fuel Cell

Chi Hoon Park* and Hoseong Kang

Department of Energy Engineering, Future Convergence Technology Research Institute, Gyeongsang National University (GNU), Jinju, 52725, Republic of Korea

연료전지는 석유를 위시한 화석연료의 가장 유력한 대체 에너지원으로 꼽히는 수소에너지를 실제 전기발생에 사용할 수 있게 해주는 유력한 에너지변환 장치이다. 연료전지 종류 중에서도 수소이온 교환막을 전해질로 사용하는 PEMFC(Proton exchange membrane fuel cell)은 실제 자동차 및 건물용 발전 시스템에 적용되어 상용화 단계에 접어들고 있는 기술로서 각광을 받고 있다. 이러한 PEMFC 핵심 소재 중 하나인 수소이온 교환막은 일반적으로 수소이온 전도성 작용기인 술폰산기가 달려있는데, 이로 인한 친수성 채널의 형성으로 인하여 수소이온을 전달할 수 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 정확한 친수성 채널의 구성 원리 및 형태는 아직도 연구 중에 있다. 본 연구에서는 이러한 수소이온 교환막과 관련된 다양한 전산모사 연구를 소개하고자 한다.

고분자 전해질 이오노머가 도입된 제로갭 수전해 시스템 단위전지 해석

박치훈*

경상국립대학교 미래융복합기술연구소 에너지공학과

Analysis of Alkaline Water Electrolyzer Unit Cell having Polymer Electrolyte Ionomer

Chi Hoon Park*

Department of Energy Engineering, Future Convergence Technology Research
Institute, Gyeongsang National University (GNU), Jinju, 52725, Republic of
Korea

고분자 전해질 이오노머는 양이온 및 음이온을 전달할 수 있는 작용기를 가지고 있는 고체 전해질로서, 최근 들어 배터리, 연료전지 등과 같은 다양한 전기화학 에너지 장치의 바인더용 이오노머, 전해질 막 등에 널리 사용되어 오고 있다. 특히, 수소 생산 기술 개발에 대한 관심이 높아지면서 기존 알칼라인 수전해 시스템의 음이온 전도성 액체 전해질 용액 및 다공성 막을 전부 대체 혹은 부분 대체하여 성능 및 내구성을 향상시키려고 하는 기술들이 개발되고 있다. 본 연구에서는 이러한 수전해 시스템 중 제로갭 수전해 시스템의 단위전지 모델을 개발하고 이를 해석하여 다양한 특성 지표를 분석하고자 하는 연구를 진행하였다.

SEBS를 이용하여 개질한 고분자 분리막의 투습도 평가

김도형, 임광섭, 손태양, 남상용
경상대학교

Water vapor permeability evaluation of polymer membrane modified using SEBS

Do Hyeong Kim, Kwang Seop Im, Tae Yang Son, and Sang Yong Nam*
Department of Materials Engineering and Convergence Technology,
Engineering Research Institute, Gyeongsang National University, Jinju, 52828,
Korea

코로나로 인해 집안에서 제택근무, 휴식을 보내는 날이 많아짐에 따라 실내 공기에 대한 관심과 연구가 활발히 진행되고 있다. 실내 공기 질의 영향을 미치는 인자들은 온도, 습도 등이 있으며 이를 제어하기 위해 많은 에너지를 사용하게 된다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 전열교환 막을 개발하여 효과적으로 실내 공기의 질을 제어하고자하였다. 제조된 전열교환막은 투습이 원활한 SEBS를 이용하고자 하였으며 SEBS를 4차 암모늄으로 개질하여 전열교환막으로 제조하여 투습 평가를 진행하였다.

Keywords: total heat exchange, SEBS polymer, quaternary ammonium, hydropilic

음이온 교환막 연료전지용 지지체에 특성에 따른 세공 충전 음이온 교환막의 연구

김도형, 남상용*

경상국립대학교 그린에너지융합연구소

A study on pore filled ion exchange membrane according to the characteristics of the substrate for anion exchange membrane fuel cell

Do-Hyeong Kim and Sangyoung Nam*

Research Institute for Green Energy Convergence Technology,
Gyeongsang National University

Anion exchange membrane fuel cell (AEMFC) employing anion-exchange membranes (AEMs) as a fuel barrier have attracted significant attention as promising alternative energy sources. However, the lack of high performance AEMs has restricted the commercialization of the AEMFCs system. A pore-filled ion-exchange membrane (PFIEM) is known to possess extraordinary properties such as physical and chemical stabilities. The most important effect on the basic membrane characteristics of the PFIEM is the most important property of the ionomer to be filled. In this work, the PFAEMs were successfully fabricated by combining a highly porous polyethylene (PE) film and cationic polyelectrolytes with structurally stable anion-exchange sites (i.e. poly(PPO-DMAEMA)). The prepared PFAEMs showed excellent electrochemical characteristics and stabilities.

기계적 물성이 향상된 고성능 폴리벤즈이미다졸 나노복합체 제조 및 특성평가

권현웅, 김지현, 임광섭, 남상용*
경상대학교 나노신소재융합공학과, 그린에너지융합연구원

Preparation and characterization of high-performance polybenzimidazole nanocomposite with improved mechanical properties

Hyeon Woong Kwon, Ji Hyeon Kim, Kwang Seop Im, and Sang Yong Nam*
Department of Materials Engineering and Convergence Technology,
Engineering Research Institute, Gyeongsang National University, Jinju 660-701
Korea

폴리벤즈이미다졸(PBI)는 슈퍼 엔지니어링 플라스틱으로써 내화학성, 내열성이 우수한 상업용 고분자이다. 하지만 PBI는 기계적, 화학적 물성이 우수한 반면, 가공성이 현저히 떨어지기 때문에 다양한 분야에 적용되기 어렵다는 한계를 가진다. 기존의 PBI는 압축 성형을 이용하여 제조되어 무게가 가벼우면서 우수한 강도 및 내열성을 가져 가혹한 환경을 가지는 산업에서 주로 사용되었지만, closed pore의 조절, 기체에 의한 open, 싱크마크, 스프링백 등으로 인한 문제 및 압축성형 공정 자체의 높은 비용과 에너지 소모 및 공간제약 때문에 양질의 결과물을 얻기 힘들다. 이러한 문제점들을 해결하고자 본 연구에서는 가공성을 높이기 위하여 53~100 μm 크기로 고분자 파우더로 가공하였고, 고온 압축성형 방법을 사용하여 PBI 압축성형물을 제조하였다. 또한 고성능의 물성을 위해 개질된 카본나노튜브와 그래핀 옥사이드를 보강재로 도입하여 기존의 압축성형물보다 기계적 강도를 향상시키고자 하였다. 그 후 굽힘강도와 인장강도를 측정하기 위해 각각 ASTM 규격에 맞추어 시편을 제작하였으며, UTM 장비를 사용하여 기계적 강도 및 모듈러스를 측정하여 비교하였다.

단량체 단계에서 이미다졸륨 그룹이 도입된 PEEK를 이용한 음이온 교환막 제조 및 특성평가

한성민, 임광섭, 손태양, 남상용*
경상대학교 나노신소재융합공학과

Preparation and characterization of anion exchange membranes using PEEK containing imidazolium groups in the monomer phase

Seong Min Han, Kwang Seop Im, Tae Yang Son, and Sang Yong Nam*
Department of Polymer Science & Engineering School of Materials Science
& Engineering Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Republic of
Korea

수전해 시스템에는 양이온교환막 수전해, 알칼리 수전해, 음이온교환막 수전해가 있다. 양이온 교환막 수전해의 경우 백금계 촉매를 사용하기 때문에 촉매 가격이 매우 비싸다. 하지만 음이온교환막 수전해의 경우 비 백금계 촉매를 사용하기 때문에 촉매 비용적인 측면에서 매우 효율적이다. 이러한 음이온교환막은 이온전도도가 높아질수록 우수한 성능을 보이지만 이러한 이온전도 특성이 높아질수록 기계적 물성이 떨어지게 된다. 따라서 음이온교환막에서는 이러한 성능과 기계적 물성의 최적점을 찾는 것이 중요하다. 본 연구에서는 위와 같은 문제를 보완하기 위하여 폴리에테르에테르케톤 고분자를 사용하였고 이온전도 그룹으로 이미다졸륨 그룹을 도입하였다. 폴리에테르에테르케톤 고분자를 합성할 때 단량체 단계에서 이미다졸륨을 도입한 뒤 공중합을 통해 이미다졸륨 그룹을 도입한 폴리에테르에테르케톤을 합성하였다. 합성 후 만들어진 고분자를 이용하여 음이온교환막을 제조하고 다양한 특성평가를 진행하였다.

PBI를 활용한 전기방사 방식의 나노 섬유 지지체 개발 및 특성평가

장학수¹, 김지현², 임광섭², 정지혜², 남상용^{2,*}

¹경상국립대학교 고분자공학과, ²경상국립대학교 나노신소재융합공학과²

Development and characterization of electrospinning nanofiber support using PBI

Hak Su Jang¹, Ji Hyeon Kim², kwang seop im, Ji Hye Jung²,
and Sang Yong Nam^{2,*}

¹Department of Polymer Science and Engineering Gyeongsang National University, Jinjudearo501, 52828 Korea

²Department of Materials Engineering and Convergence Technology, Engineering Research Institute Gyeongsang National University, Jinjudearo501, 52828 Korea

본 연구는 폴리벤즈이미다졸(PBI)의 최근 다양한 산업에서 많이 활용되고 있는 슈퍼 엔지니어링 플라스틱(SEP)을 활용한 나노 섬유 지지체를 제조 및 연구하고자 한다. PBI는 다양한 고분자들 중에서도 내열성이 가장 우수한 이종고리 화합물중 하나이다. PBI는 우수한 물리, 화학적인 특성으로써 나노, 전기, 재료공학 등 다양한 분야에서 적용되고 있다. 현재 이를 응용하여 다양한 첨단 산업 분야로 활용되기 위한 연구가 다양하게 진행 중이다. 해당 연구에서는 PBI 지지체를 제조하기 위해 전기방사를 이용했다. 전기방사란 전기적인 힘을 이용해 고분자 용액을 나노 섬유로 만들 수 있는 기술이다. 용액의 점도, 유속, 습도, 인가전압 등의 조건을 조절하여 제조 및 연구가 이루어진다. 또한 본 연구에서 PBI 방사 시 용매로 DMAc를 사용했고 LiCl을 안정제로 사용하였다. 다양한 전기 방사의 조건을 조절시킴에 따라 나타나는 모폴로지를 관찰하고자 했다. 나노 섬유의 열적 특성은 DSC, 화학 구조 및 성분은 FT-IR를 통해 확인하였고, 전기 방사 섬유의 모폴로지는 SEM을 통해 확인했다.

Keyword: PBI, 전기방사, DSC, FT-IR, SME

내 알칼리성이 우수한 알칼리 수전해용 다공성 격막 개발

임광섭, 정하늘, 한성민, 남상용*
경상국립대학교

Development of porous membrane for alkaline water electrolysis with excellent alkali resistance

Kwang Seop Im, Ha Neul Jeong, Seong Min Han, and Sang Yong Nam*
Department of Materials Engineering and Convergence Technology,
Engineering Research Institute, Gyeongsang National University, Jinju, 52828,
Korea

알칼리 수전해 시스템은 다양한 수소 생산 공정 중에서 온실가스 발생량이 적은 그린 수소를 생산하는 방식중 가장 오래된 기술로서 고분자 전해질막 수전해와는 다르게 니켈, 코발트, 은 등의 안정한 전이금속을 전극촉매로 사용할 수 있다는 장점이 있다. 알칼리 수전해의 핵심으로는 스택을 말할 수 있으며 이중 격막은 다공질 석면을 주로 사용해왔으나 수산화이온에 대한 낮은 선택성과 전해효율이 낮고 환경 및 유해물질로 인한 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 양쪽 극액의 혼합을 방지함과 동시에 수산화이온의 선택투과성이 높은 격막의 개발을 위하여 내 화학성이 우수한 polyphenylene sulfide (PPS)를 지지체로 이용하고 그 위에 무기입자로 BaTiO₃와 ZrO₂를 이용하고 고분자로 PVDF, PSf, PESf을 이용하여 슬러리 제조 후 다공성 격막을 개발하였으며 내알칼리성 테스트와 전기화학적 특성평가를 진행하여 최종적으로 내 알칼리성이 우수한 다공성 격막을 개발하였다.

Keywords : alkaline water electrolysis, diaphragm membrane, PSf, PPS felt

Screening of Porous Adsorbents for High-Performance Hydrogen Storage

Hye Leen Choi, Yong-Ju Park, and Tae-Hyun Bae*
KAIST

Hydrogen storage and transportation technology has been utilized by compression or liquefaction of gaseous hydrogen. However, compression technology has already reached its limit (700-800 bar). In addition, since there are safety problems due to the use of high-pressure gas and cost problems caused by excessively low hydrogen liquefaction temperature, the need for a new hydrogen storage method is emphasized. In this study, porous materials exhibiting high-density hydrogen storage potential by physisorption were experimentally selected. Through the hydrogen adsorption test at 77 K and 1 bar, ultramicroporous carbon with an effective storage capacity of 2.66 wt% was selected, and through this result, the possibility of developing a high-performance hydrogen adsorption material at 273 K and more than 100 bar was confirmed.

A dip-coating method-induced Thermally stable and High Performance Lithium ion battery Separators derived from Novel Fluorine-based Polymers

박재원, 조계용*
부경대학교 공업화학과,

Jaewon Park and Kieyong Cho*
Department of Industrial Chemistry, Pukyong National University, 45
Yongso-ro, Nam-gu, Busan 48513, Korea Pusan 48547, Republic of Korea

Many researchers have focused on developing high-performance and thermally stable separators in Lithium-Ion batteries (LIBs). In general, the fluorine-based polymers are more thermally stable and have a relatively high dielectric constant to dissociate Lithium salts than polyolefin-based separators. Herein, the dip-coating method introduced double bond contained poly(vinylidene fluoride) (DPVDF) onto the PP separators. DPVDF-coated PP separators (DPVDF-PP) exhibited excellent electrolyte contact angle and uptake which are the primary parameters for high performance separators in LIB applications. In addition, the cross-linkable properties of DPVDF can provide thermal and mechanical stability for LIBs separators. We believe that the development of the DPVDF-PP separators may give rise to overcoming various issues in the PP separators.

양쪽 친화성 빗살 공중합체 전해질과 1차원 계층형 탄소나노튜브 전극 기반의 유연한 고성능 고체 슈퍼커패시터

High performance, flexible solid-state supercapacitors with amphiphilic comb polymer electrolyte and 1D hierarchical carbon nanotube electrode

Ji Min Kwon¹, Jong Hak Kim², and Chang Soo Lee^{1,*}

¹Department of Polymer Science and Engineering, Kumoh National Institute of Technology, 61 Daehak-ro, Gumi, Gyeongbuk 39177, South Korea

²Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, South Korea

Solid-state supercapacitors have attracted tremendous interest because supercapacitors that use liquid electrolytes have issues with production cost and durability. Therefore, development of non-aqueous gel electrolyte is required to solve the fault of general gel electrolyte. In this study, an amphiphilic P(VDF-co-CTFE)-g-POEM comb polymer was consisted of both hydrophobic P(VDF-co-CTFE) main chain and hydrophilic poly(oxyethylene methacrylate) (POEM) and synthesized *via* atom transfer radical polymerization. POEM ratio of comb polymer was varied such as 1:1(CP1), 1:3(CP3), 1:5(CP5) and ion conductivity and mechanical properties were confirmed by FT-IR, DSC, XRD, SAXS and EIS measurements. Particularly, a large d-spacing of P(VdF-co-CTFE) domains provides ionic liquid pathway and exhibits high ionic conductivity. Mesoporous carbon nanotubes (mpCNTs) were fabricated with 1D-Te nanotubes as structure-directing agent and coated ZIF-8 and polydopamine. The specific capacitance of the ssSCs with mpCNT/CP5IL (220.8 F) was better than ssSCs with pCNTs and CP5/IL (113.2 F). mpCNT/CP5IL, which represents best performance among CP-based ssSCs is the result of the superior porosity of mpCNT, lowest resistance of CP5IL electrolyte.

고농도 암모니아 폐수를 활용한 CO₂ 포집을 위한 비료유도형 정삼투공정 및 접촉분리막 융합공정 평가

장인정, 전동건, 김영진*
고려대학교 환경시스템공학과

Evaluation of a novel fertilizer-drawn forward osmosis and membrane contactor hybrid system for CO₂ capture using ammonia-rich wastewater

Injeong Jang, Donggun Jun, and Youngjin Kim*
Department of Environmental Engineering, Korea University

본 연구에서 고농도 암모니아 폐수를 농축하고 고농도 비료 용액을 희석시켜 관개용수로 사용하기 위한 비료유도형정삼투공정과 고농도 암모니아 폐수를 활용한 CO₂ 포집을 위한 접촉분리막 공정을 결합한 저에너지 친환경 융합공정의 적용 가능성을 평가하였다. 접촉분리막 공정 실험을 위해서 소수성 분리막 및 암모니아 합성폐수를 이용하였고, 암모니아 농도, 유입유량, pH 등의 운영조건의 영향을 평가하였다. 비료유도형정삼투공정의 암모니아 농축 가능성을 평가하기 위해 암모니아 pH, 비료용액 특성 등의 영향을 평가하였다. 실험 결과, 본 융합공정을 통해서 암모니아의 농축 및 CO₂의 회수 가능성을 확인하였다.

Acknowledgment

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020R1F1A1068914).

혐기소화슬러지탈리액 내 암모니아 포집을 위한 MD공정 장기운영 평가

이대호, 김지은, 김현철, 김성표, 김영진*
고려대학교 환경시스템공학과

Long-term evaluation of a MD system for the ammonia recovery from the anaerobic digestion leachate

Daeho Lee, Jieun Kim, Hyun-Chul Kim, Sungpyo Kim, and Youngjin Kim*
Department of Environmental Engineering, Korea University

본 연구는 하수처리장 혐기소화슬러지 탈리액 내 존재하는 암모니아 회수를 위한 막증류(membrane distillation) 공정의 장기운영 가능성을 평가하였다. 유입수와 암모니아 흡수제는 혐기소화슬러지 탈리액 및 황산용액을 각각 사용하였다. 유입수의 pH는 NaOH용액을 사용하여 조절하였다. 본 연구를 위해서 PTFE 재질의 소수성 분리막을 사용하였고, 각 용액의 온도 40°C, 유량 0.8 LPM 조건에서 7일간 장기간 공정을 운영하였다. 7일 연속운전 시 암모니아 회수율은 1일 운영 후 암모니아 회수율이 증가하지 않고 오히려 감소한 결과가 나타났다. 따라서, 황산용액의 pH가 급격히 증가하는 지점인 8시간마다 새로운 황산용액으로 교체하여 운전하였고, 암모니아 회수율을 증대 가능성을 확인하였다.

Acknowledgement

이 연구는 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1A4A1032746).

기체 제습을 위한 높은 수증기 투과성을 갖는 그래핀 옥사이드 분리막

유승연, 박호범*
한양대학교 에너지공학과

Graphene oxide membranes with high water vapor permeability for dehumidification

Seung Yeon Yoo and Ho Bum Park*
Department of Energy Engineering, Hanyang University, Seoul, 04763,
Republic of Korea

Graphene oxide membranes, which are hierarchically stacked two-dimensional materials, have a massive interest in water vapor/gas separation due to their excellent permeability and selectivity. In this study, we prepared free-standing GO membranes with different flake sizes and various modified methods. The effect of the GO nanosheet size and C/O ratio on the water vapor transport characteristics was investigated. The GO membranes exhibit extremely high water vapor permeability of 1.110^5 Barrer and a water vapor/ N_2 selectivity of 10^4 at a relative humidity of 70% and 30 °C. These results show the great potential of GO membranes to improve gas dehumidification from flowing gas mixtures.

상용 나노여과막을 이용한 저품위 공정 폐액에서의 니켈 회수: 도전 및 기회

이호준¹, 유철훈¹, 신정한¹, 김 정^{2,*}, 이종석^{1,*}
¹서강대학교 화공생명공학과, ²인천대학교 에너지화공과

Recovery of nickel from low-grade wastewater using commercial nanofiltration membranes : challenges and opportunities

Ho Jun Lee¹, Cheol Hun Yoo¹, Jeong Han Shin¹, Jeong F. Kim^{2,*}, and
Jong Suk Lee^{1,*}

¹Department of Chemical & Biomolecular Engineering, Sogang University

²Department of Energy & Chemical Engineering, Incheon National University

Recovery of nickel from low-grade wastewater discharged from various industries is essential owing to its serious toxicity and high economic value. Herein, we investigated the separation performance of various commercial nanofiltration membranes, including DL, RL, TS40 and TS80. All the tested membranes showed moderate rejection of NiSO₄ and Na₂SO₄ in the range of 85 to 95%. Also, we confirmed that the separation efficiency can be significantly improved by applying a two-stage membrane process. However, the osmotic pressure caused by a high salt concentration acts as a serious hurdle for high water flux. For instance, the water flux essentially approached zero for all the membranes when 12,000 ppm Na₂SO₄ was added into 1,000 ppm NiSO₄ solution.

알칼리 전기분해용 고분자 전해질 막의 음이온 전도도 측정의 중요성

임준현, 안주희, 정진우, 이창현*
단국대학교 천안캠퍼스 에너지공학과

The significance of anion conductivity measurement in polymer electrolyte membranes for alkaline water electrolysis application

Jun Hyun Lim, Juhee Ahn, Jinwoo Jung, and Chang Hyun Lee*
Energy Engineering Department, Dankook University, 31116, Republic of
Korea

Alkaline water electrolysis (AWE) is one of the representative water electrolysis technologies capable of producing large volumes of hydrogen. AWE requires an anion exchange membrane that is durable and requires high hydroxide ion conductivity and good gas barrier properties. However, the method of measuring the hydroxide ion conductivity of the anion exchange membrane has not yet been clearly determined and is basically measured indirectly in deionized water. Such a measurement method is different from the actual operating conditions, and thus it is difficult to reflect practically. For direct comparison, it is necessary to measure the anion conductivity under the same conditions as the operating conditions. The purpose of this study is to provide more accurate information on how to measure the anion conductivity of AEM under the same conditions as the actual AWE operating conditions.

그레이워터 처리를 위한 혐기성 유동상 분리막 생물반응기의 운전 효율 및 계면활성제에 대한 영향

김민석, 김정환*
인하대학교 환경공학과*

Operation efficiency of anaerobic fluidized bed membrane bioreactor for treatment greywater and impact on surfactant

Minseok Kim and Jeonghwan Kim*
Department of Environmental Engineering, Inha University

그레이워터는 가정 내 변기를 제외한 세탁기, 세면대, 싱크대 등에서 배출되는 하수로써 유기물 및 병원균 오염 정도가 낮고 배출량이 많기 때문에 매력적인 수자원으로 여겨진다. 혐기성 생물반응기에 분리막 기술을 결합하고 막 파울링을 저감하는 방안으로 유동상 매디아를 포함시킨 혐기성 유동상 분리막 생물반응기는 그레이워터의 재이용을 위한 지속 가능한 기술로써 연구되었다. 서로 다른 유동상 매디아 (GAC 및 폴리아닐린으로 전도성 코팅된 PET 비드)가 포함된 독립적인 두 개의 반응기는 200 일 동안 운전되었다. 생성된 메탄 가스로부터 에너지 균형을 계산하여 본 시스템의 지속 가능성을 제안한다. 또한 그레이워터의 주요 성분으로써 계면활성제는 미생물 활동을 방해하여 메탄 가스의 생산을 억제시키는 효과를 보였다.

상향된 이온교환능력을 가진 입자를 이용한 SEBS계 이온교환 하이브리드막의 제조 및 특성평가

김성헌, 임광섭, 손태양, 남상용*
경상대학교 나노신소재융합공학과, 그린에너지융합연구원

Preparation and characterization of SEBS-based ion exchange hybrid membrane using particles with increased ion exchange capacity

Seong Heon Kim, Kwang Seop Im, Tae Yang Son, and Sang Yong Nam*
Department of Materials Engineering and Convergence Technology,
Engineering Research Institute, Gyeongsang National University, Jinju 660-701
Korea

널리 알려진 수처리 공정에서 사용되는 이온교환막공정에는 양/음이온교환막을 이용한 전기투석법(Electrodialysis)과 이온교환수지법 양/음이온교환수지를 이용한 이온교환수지법이 있으며, 이 두 개의 공정을 혼합하여 이온교환능력이 상향된 전기탈이온 공정(EDI)이 있다. 이러한 전기탈이온 공정에서 사용되어지는 모듈을 제조할 때 양이온교환막과 음이온교환막사이에 이온교환수지를 채워 넣어야 하기 때문에 모듈의 규격이 커질 수 있어 모듈의 소형화를 위한 연구가 계속해서 연구 되고 있다. 따라서 본 실험에서는 수질 오염의 원인인 이온의 이동을 줄이기 위해 낮은 물의 투과계수를 가짐과 동시에 이온교환물질의 성능을 향상시키기 위한 균일한 분포도 및 이온교환수지의 당량비를 실험하여 상용화된 이온교환공정 모듈보다 이온교환능력이 상향된 이온교환 하이브리드막을 제조하고, 제조된 막을 사용하여 열적, 기계적, 전기화학적 특성평가를 진행하였다.

Keywords : electrodeionization, nanoparticle, sulfonation, amination, hybrid membrane, bipolar membrane

Multi bore 형 PVDF 중공사막의 화학용액을 동반한 역세척 효율

임광섭¹, 권현웅¹, 김성현¹, 이정우², 장재영², 남상용^{1,*}
¹경상국립대학교, ²(주)퓨어엔비텍

Backwashing efficiency with chemical solution of multi bore type PVDF hollow fiber membrane

Kwang Seop Im¹, Tae Yang Son¹, Jeong Woo Lee², Jae Young Jang², and Sang Yong Nam^{1,*}

¹Department of Materials Engineering and Convergence Technology, Engineering Research Institute, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea

²Pure Envitech Co. Ltd., Siheung-si, 15118, Korea

본 연구는 열유도상분리법(Thermally Induced Phase Separation, TIPS)으로 제조된 multi bore 형 PVDF 중공사 막을 이용하여 수처리 분리막의 문제점인 Fouling을 해결하기 위한 화학적 용액을 동반한 역세를 실시하여 중공사 막의 내화학적 테스트 및 세척시 회복율에 대한 테스트를 진행하였다. 먼저 PVDF 중공사 막은 퓨어엔비텍을 통해 제공 받았으며 연구에서는 막의 파울링을 위해 BSA를 이용하여 파울링을 진행후 SEM과 streaming potential 측정을 실시하여 확인하였다. 이후 90일간 화학적 용액 침전을 통해 추후 화학적 역세척에 따른 막의 손상 여부를 파악하였으며 다양한 화학용액을 이용하여 막의 회복율을 파악하였다.

자외선 차단제의 미세플라스틱 흡착특성과 세라믹 분리막 여과 성능 평가

국희진, 차민주, 박찬혁*
이화여자대학교 환경공학과

Adsorption behavior of ultraviolet (UV) filter contaminants on microplastics and their retention performances in ceramic membranes

Heejin Kook, Minju Cha, and Chanhyuk Park*
Department of Environmental Science and Engineering, Ewha Womans
University

자외선 차단제 성분으로 사용되는 물질들은 하수에서 미량의 농도이지만 다양한 종류가 검출되고 있으며, 제거 효율 향상을 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 최근 하수에서는 미세플라스틱도 검출되고 있어, 본 연구에서는 하수에서 주로 검출되는 자외선 차단제 성분 4가지 대표 물질을 대상으로 미세플라스틱 존재 유무에 따른 이동 현상을 조사하고, 세라믹 분리막 여과 성능을 평가하였다. 자외선 차단제 대표 물질만 있는 경우, 세라믹 분리막에 의해 30% 내외로 제거되었으나, 미세플라스틱이 함께 존재하는 환경에서는 82~98%로 크게 증가하였다. 이는 자외선 차단제 물질이 미세플라스틱의 표면에 먼저 흡착되고, 자외선 차단제 물질이 흡착된 미세플라스틱이 세라믹 분리막을 통해 제거되기 때문인 것으로 판단된다.

산업폐수 처리용 분리막 생물반응기에서 정족수 감지 억제를 통한 생물막 오염 저감

김혁¹, 압둘바헤드 누리¹, 응웬탕 타우¹, 김명희², 황병국², 오현석^{1,*}
¹서울과학기술대학교 환경공학과, ²삼성디스플레이 Facility 팀

Mitigation of biofouling in membrane bioreactors for industrial wastewater treatment by quorum quenching

Hyeok Kim¹, Abdolvahed Noori¹, Nguyen Tang Thau¹, Myung Hee Kim²,
Byung-Kook Hwang², and Hyun-Suk Oh^{1,*}

¹Department of Environmental Engineering, Seoul National University of
Science and Technology,

²Facility Team, Samsung Display Co. Ltd

분리막 생물반응기(MBR)에서 발생하는 생물막오염은 미생물의 정족수 감지(QS) 대화를 방해하는 정족수 감지 억제(QQ)에 의해 저감될 수 있는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 디스플레이 산업에서 현상액으로 사용되는 Tetramethyl-ammonium hydroxide (TMAH)가 포함된 산업폐수 유입 Lab-scale MBR을 운전하면서 QQ에 의한 생물막오염 저감을 연구하였다. QQ 박테리아는 TMAH를 처리하는 슬러지에서 분리한 *Bacillus* sp. SDC-U1을 비드에 고정하여 사용했다. SDC-U1 비드가 적용된 MBR은 대조군과 비교했을 때 세척주기를 약 60% 지연시켰고, 이를 통해 QQ 기술 적용이 TMAH 폐수처리용 MBR에서 생물막오염을 저감시킬 수 있음을 확인하였다.

An active layer coating based on polyelectrolyte multilayer for water filtration membrane

Eun Kyoung Lee¹, Gyeong deok Park¹, Sung Yun Yang^{1,2,*}

¹Department of Organism Material Engineering, Chungnam University,

²Department of Polymer Science and Engineering, Chungnam University

Creating polymer multilayer with polyelectrolyte is the method of making the functional thin films for specific use of them. In our lab, we have studied many years in the development of functional surface coatings created by polyelectrolyte multilayer film by layer-by-layer method. Using Layer-by-layer process, we can provide the variety of characteristics of the surface like thickness, wettability, composition of morphology. Especially, we have prepared film of polyelectrolytes on PDVF membrane to increase hydrophilicity and anti-fouling property. We studied the surface morphology of the films by AFM and SEM. Also we tested water flux and filtration using nanoparticles. As a result, these films have a potential to be used in environmental and biomedical fields.

장기간 CIP운전에서의 세라믹막(α -Al₂O₃)과 유기막(Polyvinylidene fluoride)의 구조 및 성능에 대한 노후도 비교 평가

송이현¹, 이강훈², 이용수¹, Imtiaz Afzal Khan¹, 김종오^{1,*}
¹한양대학교 건설환경공학과, ²가톨릭대학교 에너지환경공학과

Evaluation of structural / performance variation between α -Al₂O₃ and PVDF membrane under long term clean in place (CIP) analysis

Yi - Hyeon Song¹, Kang Hoon Lee², Yong Su Lee¹, Imtiaz Afzal Khan¹, and
Jong-Oh Kim^{1,*}

¹Department of Civil and Environmental Engineering, Hanyang University,

²Department of Energy and Environmental Engineering, The Catholic
University of Korea

Operation of the membrane filtration process aims to maintain stable filtration which increase in water deterioration of treated water quality, various efforts were made to reduce membrane contamination. Purpose of this study was to compare stabilities of alumina (α -Al₂O₃) and polyvinylidene fluoride (PVDF) membranes against clean in place (CIP) and fouling conditions. Fouling propagation and flux recovery were examined by using an acid and oxidant as cleaning chemicals. Result showed that the α -Al₂O₃ membrane was less susceptible to fouling compared with the PVDF membrane. In particular, α -Al₂O₃ showed 12 % lower residual fouling with stable rejection efficiency, recoverable fouling resistance of 61.17 – 66.07%, a quantitatively unchanged irreversible fouling resistance, and relative decreases from 25.49 – 16.24% at the end of the experiment.

제올라이트 흡착 결합형 중력구동식 막여과 시스템에서 수중 칼슘 제거 성능 연구

채도원¹, 손광표¹, 임주완¹, 강승모¹, 이진², 박병규^{1,*}
¹연세대학교 미래캠퍼스 환경에너지공학과, ²(주)아모그린텍

Calcium Removal in Water Phase in a Gravity-Driven Membrane Filtration System Combined with Zeolite Adsorption

Dowon Chae¹, Kwang Pyo Son¹, Joowan Lim¹, Seung Mo Kang¹, Jin Lee²,
and Pyung-Kyu Park^{1,*}

¹Department of Environmental and Energy Engineering, Yonsei University
(Mirae Campus),

²Amogreentech Co., Ltd

중력식 막여과 공정의 경우 동력을 사용하지 않는 적정 기술로서 에너지수급이 어려운 나라에서 용수를 공급하기 위하여 사용되고 있다. 하지만 중력식 막여과 공정에 사용되는 일반적인 분리막은 칼슘이온을 여과할 수 없어 높은 칼슘이온 농도의 원수를 처리할 경우 생산수의 품질과 용도가 제한된다. 고농도의 칼슘이온을 함유한 용수의 경우 배관과 보일러에 스케일링을 발생시켜 성능을 저하시키며 세제와 개인위생용품 사용을 어렵게 한다. 이번 연구에서는 여러 종류의 제올라이트를 특성별로 분석하고 수중 칼슘제거 성능과 중력구동식 막여과 성능에 미치는 영향을 연구하고자 하였다. 제올라이트 특성 분석에는 IR, XRD, Zeta potential 등을 이용하였다.

나노전기방사막을 이용한 중력구동 막여과 시스템에서 응집제 종류에 따른 여과 성능 비교

손광표¹, 임주완¹, 채도원¹, 강승모¹, 이진², 박병규^{1,*}
¹연세대학교 미래캠퍼스 환경에너지공학과, ²(주)아모그린텍

Comparison of Filtration Performance in a Gravity-Driven Membrane Filtration System with Electrospun Nanofibrous Membranes According to Coagulants

Kwang Pyo Son¹, Joowan Lim¹, Dowon Chae¹, Seung Mo Kang¹, Jin Lee², Pyung-Kyu Park^{1,*}

¹Department of Environmental and Energy Engineering, Yonsei University (Mirae Campus),

²Amogreentech Co., Ltd

Water treatment with membrane filtration to solve the water shortage in the third world has difficulties due to insufficient energy supply. To solve the problem, gravity-driven membrane (GDM) filtration systems have been developed. However, the stable but low flux in the systems requires large membrane area to maintain water production, which leads to a high capital cost. To overcome the problem, a coagulation protocol without electricity was applied to a GDM system with an electrospun nanofibrous membrane. It was confirmed that the flux increased due to the use of both aluminum and iron salts. However, there was a difference in flux enhancement between the two kinds of coagulants: Aluminum salts showed better flux improvement than iron salts, which will be further investigated.

해수담수화에서 자외선 조사에 의한 바이오 파울링 영향분석

이은수*, 허해민, 장용수, 이승용, 김윤중
포스코건설

Analysis of the Effect of Bio-fouling by Ultraviolet Irradiation in Seawater Desalination

Eunsu Lee*, Haemin Huh, Yongsu Jang, Seungyong Lee, Yunjung Kim
POSCO E&C

본 연구는 해수담수화 공정에서 자외선 조사를 통한 바이오 파울링 제어를 목표로 하며, 적용성을 평가하고, 바이오 파울링에 대한 분석을 진행하였다.

사사

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 플랜트연구사업의 지원을 받아 연구되었습니다. (과제번호: 146847)

비흡착성 고분자 유동상이 적용된 혐기성 유동상 세라믹 생물막반응기에서 메틸파라벤 제거 및 메탄 발생 관찰

허준석¹, 권대은², 김정환^{2,*}

¹인하대학교 고분자환경융합전공, ²인하대학교 환경공학과

Removal Efficiency of Methylparaben, Fouling Rate and Methane Production in Anaerobic Fluidized Bed Ceramic Membrane Bioreactor with Non-Adsorbing Polymeric Fluidized Media

Junseok Heo¹, Daeun Kwon², and Jeonghwan Kim^{2,*}

¹Program of Environmental and Polymer Engineering, Inha University,

²Department of Environmental Engineering, Inha University

Polyvinylidene fluoride (PVDF)메디아가 적용된 혐기성 유동상 세라믹막 반응기(AFCMBR)에서 수리학적체류시간(HRT)에 따른 메틸파라벤의 제거 및 메탄발생을 관찰하였다. AFCMBR에서 PVDF메디아의 분리막 표면 유동은 투과수의 역세척과 함께 막간차압(TMP)를 0.15bar이하로 유지시킬 수 있었다. 운전기간동안 COD제거율과 생산되는 바이오가스 메탄조성은 90와 85%이상 유지되었다. 메틸파라벤의 제거율은 HRT의 점진적인 증가에 따라 증가하여 HRT 16시간에서 90% 이상의 제거율을 달성하였다. 회분식 실험에서 PVDF 메디아의 물리화학적 흡착에 의한 메틸파라벤의 제거는 20% 미만으로 매우 낮았으며 AFCMBR 메틸파라벤 제거는 혐기성 미생물 내 생흡수 혹은 생분해에 기인된 것으로 판단되었다.

POSS와 PEBAX에 블렌딩화를 적용한 다층복합막의 제조 및 이산화탄소 기체 분리 특성평가

정하늘, 김성헌, 임광섭, 남상용*
경상대학교 나노신소재융합공학과

Manufacture of multilayer composite membrane with blending applied to POSS and PEBAX and evaluation of carbon dioxide gas separation characteristics

Ha Neul Jeong, Seong Heon Kim, Kwang Seop Im, and Sang Yong Nam*
Department of Materials Engineering and Convergence Technology,
Engineering Research Institute, Gyeongsang National University, Jinju 660-701
Korea*

본 연구에서는 Poly(ether block amide)(PEBA), polyhedral oligomeric silsesquioxane (POSS)와 poly(ethylene oxide) (PEO) 고분자를 사용하여 사이드 체인을 포함하고 있는 다면체형 polysilsesquioxane (POSS-PEG)를 혼합한 블렌딩화된 막을 제조하여, 이산화탄소 기체의 분리성능을 향상시키고자 하였다. 그리고 PEBAX는 PA함량에 따른 다양한 grade를 비교하여 이산화탄소 분리성능에 최적 조건을 분석하였다. POSS-PEG와 PEBAX는 투과특성의 비교를 위해 각각 단일막과 블렌딩화한 막으로 제조하였고, 이러한 과정으로 제조된 막은 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 막의 morphology를 분석하였다. 또한, 기체투과특성은 각각의 제조된 막을 Time lag법을 이용하여 N₂, O₂, CO₂ 순으로 투과도 및 순수 기체에 대한 확산도 및 용해도를 측정하였다.

수소분리용 금속막의 VEC와 수소투과도의 상관관계

신민창, 이정인, 장학룡, 황재연, 박정훈*
동국대학교 화공생물공학과

Correlation Between VEC and Hydrogen Permeability in Metal Membrane for Hydrogen Separation

Min Chang Shin, Jung In Lee, Zhuang Xuelong, Jae Yeon Hwang, and
Jung Hoon Park*

Department of Chemical & Biochemical Engineering, Dongguk University

수소분리막은 금속 자체를 분리막으로서 이용하거나, 세라믹, 고분자, 금속과 같은 소재의 다공성 지지체 표면에 수소 흡착 및 해리성이 높은 금속을 도금하여 분리막으로서 사용된다. 이때 대부분의 수소분리막은 Pd와 같은 고가의 Pd계 금속을 수소 분리층으로 사용된다. 그러나 이러한 금속들은 대개 아주 비싼 가격에 형성되어 있기 때문에 최근에 들어서 수소 분리막의 가격을 낮추고자 Ni, V, Ta, Nb와 같은 Pd에 비해 비교적 적은 가격대를 형성하는 금속을 이용한 수소 분리막 연구가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 다양한 조성의 합금으로 이루어진 수소분리막 설계를 위해 선행 연구로부터 합금의 조성으로 계산되어지는 VEC와 수소 투과도와의 상관관계를 조사하였다.

α -Al₂O₃ 중공사를 지지체로 하는 Pd, Pd-Ag 분리막의 제조 및 수소 투과 성능

이정인, 신민창, 윤성순, 곽승현, 박정훈*
동국대학교 화공생물공학과

Production and Hydrogen Permeance Performance of Pd, Pd-Ag Membrane Using α -Al₂O₃ Hollow Fiber as Support

Jeong In Lee, Min Chang Shin, Seong Soon Yoon, Seung Hyeon Kwak, and
Jung Hoon Park*

Department of Chemical and Biochemical Engineering, Dongguk University

화석연료의 무분별한 사용으로 인해 지구의 생태계는 급격하게 파괴되고 있는 실정이다. 따라서 최근 대체에너지를 중심으로 하는 에너지 산업을 구축하려 하고 있으며, 그 중에서 적은 양으로 고효율의 에너지를 만드는 수소 에너지가 떠오르고 있다. 그리고 다른 수소 분리 공정에 비해 수소에 대한 높은 투과성, 선택도를 가지며 낮은 유지 비용과 설치 면적이 작은 분리막 공정 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 α -Al₂O₃ 중공사 표면에 무전해 도금을 통해 Pd, Pd-Ag 수소 분리막을 제조하였다. 실험은 350-450°C, 1-4 bar에서 수소 단일 가스, 혼합 가스(H₂:N₂)를 이용하여 수소 투과 실험을 진행하였다. 또한 SEM, EDS 분석을 통해 분리막의 두께와 합금 여부를 확인하였다.

고순도 메탄 가스 정제를 위한 air gap 조건별 고강도 중공사 분리막 제조

심정후^{1,2}, 류위잉^{2,3}, 이종훈², 노호정², 박광덕², 우윤철^{1,2,*}
¹과학기술연합대학, ²한국건설기술연구원 환경연구본부,
³연세대학교 화공생명공학과

Fabrication of highly-strengthened hollow fiber membranes via different air gap lengths for the methane gas purification

Jeonghoo Sim^{1,2}, Yuying Liu^{2,3}, Jonghun Lee², Hojung Rho²,
Kwang-Duck Park², and Yun Chul Woo^{1,2,*}

¹University of Science and Technology (UST),
²Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (KICT),
³Yonsei University

폐기물의 자원화는 폐기물 처리의 요구 증대와 온실가스 대응의 필요성 대두됨에 따라 폐기물의 처리와 신재생에너지원 확보를 병행 할 수 있는 장점으로 인해 전 세계적으로 부각되고 있다. 그 중 메탄과 이산화탄소로 구성된 바이오가스는 천연 가스 대체 자원으로 주목 받고 있으며, 이를 대체하기 위해서는 바이오가스의 메탄 고순도화가 요구된다. 분리막을 이용한 방법은 적은면적으로 고순도화가 가능하여 각광받고 있으나, 고순도화를 위해 여과 및 분리성능을 높일 수 있는 방안의 연구가 필요하다. 본 연구에서는 메탄의 순도를 높이기 위해 PES를 이용하여 3cm부터 15cm의 air gap 길이 조건에서 고강도 중공사 분리막을 제작하여 표면 및 구조 형태, 선택도, 투과도 등을 평가하였다.

Interconnected structure in high-molecular-weight poly(ethylene oxide) membranes for CO₂ separation

Bomi Kim, and Jong Hak Kim*

Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Yonsei University

High-molecular-weight poly(ethylene oxide) (high-Mw PEO) has a great advantage as a raw material for CO₂ gas separation membrane for its low cost and good physical properties. However, high crystallinity of high-Mw PEO could lead to defects between PEO crystals and eventually, a lack of gas selectivity. Therefore, it is crucial to prevent defects between crystallites and increase the permeability of CO₂. Herein, we designed a defect-free high-Mw PEO membrane by fabricating interconnected structures in the membrane. An interconnected structure was formed by crosslinking reaction between epoxy and amine groups in macromonomers, which prevented defects between the PEO crystallites. Moreover, the interconnected structure could be utilized as a gas transport pathway.

실험실 규모의 막 접촉기 성능평가 시스템 구축

김도용, 김 정*

인천대학교

막 접촉기 공정은 반도체 공정에 사용되는 초순수 물을 제조하기 위한 혹은 액체에 녹아있는 연료 가스를 얻기 위한 탈기 공정, 인공 폐 공정 등 다양한 분야에서 사용되고 있다. 현재, 많은 연구실에서 막 접촉기에 효율을 높이기 위해서 물질 전달 계수 계산을 통해 가장 큰 저항성을 지니는 즉, 병목 현상이 일어나는 곳을 파악하고 이를 해결하기 위해 노력하고 있다. 막 접촉기 대부분은 액체 부분에서 큰 비율의 저항이 발생한다. 그러나, 분리막 특성에 따라서 분리막 부분의 저항성도 무시할 수 없다. 이러한 이유로, 막 접촉기에서 각 부분(액체, 분리막)의 물질 전달 저항성을 파악하고 그에 맞는 공정 설계 및 분리막을 채택할 필요가 있다. 이를 평가하기 위한 실험실 규모의 시스템을 구축하였고 분리막의 성질, 운전상태 등 다양한 변화에 따른 막 접촉기의 효율 변화를 평가하고자 한다.

Halloysite Clay Nanotubes(HNTs)를 혼입한 고분자 막에서의 CO₂/N₂ 기체 투과 특성

김예성¹, 이현경², 홍세령^{2,*}

¹상명대학교 화공신소재학과, ²상명대학교 계당교양교육원

CO₂/N₂ Gas permeable property of polymeric membrane by using Halloysite Clay Nanotubes(HNTs)

온실가스 규제로 인해 이산화탄소 배출량을 감소시키는 추세이다. 이에 고분자 분리막을 사용하여 CO₂를 분리하는 연구가 진행되고 있다. HNTs는 경제적으로 부담이 적으며 원통형 다층의 넓은 표면에 존재하는 hydroxy기가 CO₂ 및 고분자와 친화적인 특성을 가진 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 Pebax2533을 기반으로 다양한 함량의 HNTs를 혼입한 고분자 막을 통해 CO₂ 및 N₂ 기체 투과 특성을 알아볼 것이다.

Water vapor transport properties of modified nanocellulose membranes

Hyeok Jin Kwon and Hyo Won Kim*

Chemical, Environmental and Climate Technology Laboratory,

Korea Institute of Energy Technology (KENTECH), 58330

200, Hyeoksin-ro, Naju, Republic of Korea, 58330

Dehumidification in the air is crucial for a building's air quality and industrial CO₂ captures. So far, traditional ways of dehumidification may be well-adopted and cost-advantageous, however they face challenges in regeneration and space constraints. To overcome these issues, it raises a demand on innovative strategies and implementation of new technologies. One such way is membrane-based system, which is considered a viable substitute or complement to existing dehumidification systems. Water vapor like other acid gases may plasticize the membrane, which lose membrane's separation ability. So, it is essential to develop the polymeric membranes with water vapor tolerant plasticization. To do so, we describe modification method of nanocellulose to control amphiphilic ratios, which simultaneously improve resistance to plasticization.

이중 기능성 PVI-POEM 빗살 공중합체와 ZIF-8 필러 기반의 CO₂ 고투과성 비대칭 박막 혼합 매트릭스 막

손혜정¹, 김종학², 김기출³, 이창수^{1,*}

¹국립금오공과대학교 화학소재공학부, ²연세대학교 화공생명공학과

³건국대학교 화학공학과

Highly CO₂ permeable asymmetric thin-film MMMs with the dual-functional PVI-POEM comb copolymer and ZIF-8 filler

Hyae Jeong Son¹, Jong Hak Kim², Ki Chul Kim³, and Chang Soo Lee^{1,*}

¹Department of Polymer Science and Engineering, Kumoh National Institute
of Technology, 61 Daehak-ro, Gumi, Gyeongbuk 39177, South Korea

²Department of Chemical and Biomolecular Engineering, Yonsei University, 50
Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, South Korea

³Division of Chemical Engineering, Konkuk University, Seoul, 05029, South
Korea

Studies on gas separation have focused on the development of highly permeable mixed matrix membranes without significant loss of selectivity. In this study, the comb copolymer, poly(vinyl imidazole)-poly(oxyethylene methacrylate) (PVI-POEM) is synthesized *via* free-radical polymerization and thin-film mixed-matrix membranes were prepared using PVI-POEM with different zeolitic imidazole framework (ZIF-8) loadings coated on poly(trimethylsilyl propyne)/polysulfone (PTMSP/PSf) substrate *via* the bar-coating method. Interestingly, MMMs with high filler loadings ($\geq 30\%$) exhibit asymmetric morphology comprising both porous top and dense bottom layers. Strong adhesion property of the PVI-POEM comb copolymer resulting from the rubbery POEM domain prevents the formation of defect at high filler loadings. Therefore, MMMs with high loadings displayed the high selectivity as well as excellent gas permeance. The best performance of the thin-film MMMs was achieved at 50% loading of ZIF-8 with CO₂ permeance of 4474 GPU and CO₂/N₂ and CO₂/CH₄ selectivities of 32.0 and 12.4. This work suggests that the CO₂-philic, dual-functional comb copolymer matrix and highly porous ZIF-8 can be a promising approach to improve CO₂ permeance without a loss of selectivity.

CO₂/N₂ 분리를 위해 개질된 Graphene oxide를 혼입한 PEBAX 막의 제조

이은선¹, 이현경¹, 홍세령^{2,*}

¹상명대학교 화공신소재학과, ²상명대학교 계당교양교육원

Fabrication of PEBAX Membrane with modified Graphene oxide for CO₂/N₂ Separation

Eun Sun Yi¹, Hyun Kyung Lee¹, and Se Ryeong Hong^{2,*}

¹Department of Chemical Engineering and Materials Science, Sangmyung
University,

²Kyedang College of General Education, Sangmyung University*

The polymeric membrane has been spotlighted as a material for carbon dioxide separation, but shows a trade-off of permeability and selectivity. In order to solve this problem, attempts are being made to overcome gas permeation and separation characteristics by adding other materials. Graphene oxide is a material with various functional groups and is attracting attention because it is easy to modify. Polyethylenimine is abundant in amine groups with high affinity with carbon dioxide, and ZIF-8, a type of MOF, is known to exhibit excellent performance in carbon dioxide separation. Therefore, in this research, graphene oxide was modified with branched polyethyleneimine and ZIF-8, and then mixed with PEBAX 2533 to analyze the gas permeability of the polymer membrane.

효율적인 가스분리를 위한 6FDA-폴리이미드/UIO-66 혼합기 질막의 계면상호작용 조정

이병관, 이태훈, 박호범*
한양대학교 에너지공학과

Tuning Interfacial Interaction of 6FDA-Polyimide/UIO-66 Mixed Matrix Membranes for Efficient Gas Separation

Byung kwan Lee, Tae Hoon Lee, and Ho Bum Park*
Department of Energy Engineering, Hanyang University, Seoul 04763,
Republic of Korea

Metal-organic framework (MOF) embedded mixed-matrix membranes (MMMs) attract great interest to alternate the conventional polymeric membranes. However, MMMs face the challenge of the defects at the polymer/filler interface which must be optimized to achieve the ideal membrane morphology and gas separation performance. Herein, we demonstrate the effect of hydrogen bonds between the metal-organic frameworks and polymer functionality tuning the concentration of DABA groups. As expected, the gas selectivity of membrane candidates gradually enhanced with rising the ratio of DABA groups while the permeability showed the opposite tendency. As a result, this study provides meaningful insights to fabricate MOF- based mixed matrix membranes for ideal interface morphology with the feasible method.

철강 부생가스내 수소회수를 위한 부분지환족 폴리이미드 블렌드막과 비대칭막의 제조 및 수소 분리특성 연구

서채희, 박보령, 임시우, 안이삭, 민수빈, 최기환, 김정훈*
한국화학연구원 화학공정연구본부 C1가스*탄소 융합센터

Preparation of semi-alicyclic polyimide blend membrane and asymmetric membrane for hydrogen recovery

Chae-Hee Seo, Bo-ryung Park, Si-Woo Lim, Isaac An, Su-bin Min,
Ki-Hwan Choi, and Jeong-Hoon Kim*
C1 Gas Separation and Conversion Research, Korea Research Institute of
Chemical Technology (KRICT)

국내 철강산업에서 발생하는 철강부생가스(COG 및 FOG)에는 약 100만톤의 수소가, 메탄, 질소, 이산화탄소, 일산화탄소 등과 함께 혼합가스 형태로 50~60% 정도 포함되어 있으나 경제적인 수소 분리기술이 부족하여 주로 저부가가치의 발전용으로 사용되고 있다. 수소는 고부가가치의 신재생 수송원료이자 탄소자원화 화학제품 제조의 기초원료로 사용할 수 있으며 경제적인 수소회수를 위해 수소선택성 막분리소재 및 막분리공정기술이 중요하다. 본 연구에서는 철강부생가스 내 수소를 회수할 수 있는 폴리이미드 블렌드 막과 비대칭 폴리이미드막의 제조연구를 수행하였다. 이를 위해 지환족 다이안하이드라이드 및 다이아민을 사용하여 유기용매에 대한 용해성 폴리이미드인 DOCD-ODA와 BCDA-ODA를 합성하였다. 이들을 여러 혼합비로 혼합하여 치밀막을 제조하여 수소, 메탄, 질소, 일산화탄소, 이산화탄소, 산소 등의 기체투과특성을 확인하였다. 그 중 수소선택성 및 수소투과성이 높은 폴리이미드 특성을 살려 상전이공정에 의한 수소투과성이 높으면서 동시에 수소/메탄, 수소/질소, 수소/일산화탄소 선택성이 높은 비대칭구조의 폴리이미드막의 제조 및 투과특성을 연구하였다.

삼중 유기리간드 개질을 통한 CO₂ 고선택성 ZIF 나노입자 및 이를 이용한 하이브리드 분리막

남기진, 안희성, 이종석*
서강대학교 화공생명공학과

Highly processable CO₂-selective zeolitic imidazolate frameworks via triple ligand modification and mixed matrix membranes thereof

Ki Jin Nam, Heseong An, and Jong Suk Lee*
Department of Chemical & Biomolecular Engineering, Sogang University

Herein, we report highly CO₂-selective zeolitic imidazolate frameworks, containing triple ligands of 2-methylimidazole (MIm), tributylamine (TBA), and 3-amino-1,2,4-triazole (Atz), referred to as TAZIF-8. The role of the respective ligand is as follows: 1) The Zn-MIm retained the porous sodalite structure, 2) the Zn-TBA enhanced dispersibility via the inductive effect, and 3) the Zn-Atz enabled CO₂-selective permeation via a combination of enhanced size discrimination and specific chemical interactions. the TAZIF-8/6FDA-DAM (40/60 wt/wt%) mixed matrix membrane (MMM) showed CO₂ separation performance superior to that of most previously reported membranes. Additionally, it efficiently suppressed both physical aging and CO₂ plasticization due to the enhanced interfacial interaction between TAZIF-8 and 6FDA-DAM polymer.

학 회 임 원 명 단

회 장 수석부회장 부 회 장	장 문 석 ㈜에코니티 김 정 훈 한국화학연구원 이 호 원 제주대학교 홍 승 관 고려대학교 김 형 수 성균관대학교 김 노 원 동의대학교 장 암 성균관대학교 이 경 희 한국수자원공사 박 유 인 한국화학연구원 김 형 준 한국과학기술연구원 도 재 구 롯데케미칼㈜ 임 희 석 도레이첨단소재㈜ 최 원 근 더블유스코프코리아 장 재 영 퓨어엔비텍 최 준 영 효림산업㈜ 이 무 석 코오롱인더스트리㈜ 이 강 석 ㈜태영건설 김 정 학 ㈜필로스 임 충 균 세프라텍 최 동 찬 환경시설관리주식회사 허 형 우 롯데케미칼 김 정 식 ㈜테크윈 노 중 암 ㈜청암수처리산업 장 연 석 ㈜퓨어멤 하 상 용 ㈜에어레인 이 의 신 하이엔텍(테크로스) 신 용 철 ㈜하이필 김 인 석 에코비티워터 정 범 석 명지대학교 남 상 용 경상대학교 김 진 수 경희대학교 조 철 희 충남대학교 강 석 태 한국과학기술원 정 상 현 부산대학교 이 정 현 고려대학교 이 용 수 한양대학교교수 박 철 호 한국에너지기술연구원 유 영 민 한국화학연구원 여 정 구 한국에너지기술연구원 김 종 표 롯데케미칼㈜ 전 성 일 ㈜멤브레어 조 영 훈 한국화학연구원 고 형 철 한국산업기술시험원 고 은 주 경희대학교 박 치 훈 경남과학기술대학교	조직이사 재무이사 학술이사 홍보이사 산학이사	우 윤 철 한국건설기술연구원 양 상 윤 충남대학교 배 태 현 KAIST 문 중 호 충북대학교 권 영 남 울산과학기술원 이 중 석 서강대학교 김 정 인천대학교 김 대 우 연세대학교 이 재 우 전북대학교 권 학 택 부경대학교 조 계 응 부경대학교 강 호 동아대학교 지 원 석 전남대학교 박 호 식 한국화학연구원 박 호 범 한양대학교 이 창 현 단국대학교 박 형 규 POSTECH 박 진 수 상명대학교 최 정 구 고려대학교 김 기 현 경상대학교 이 평 수 중앙대학교 오 현 석 서울과학기술대학교 고 동 연 KAIST 소 순 용 한국화학연구원 김 진 호 ㈜에코니티 장 은 석 삼보과학㈜ 황 명 구 금호산업 윤 경 석 더블유스코프코리아 김 완 호 ㈜코리아인바이텍 연 경 호 ㈜태영건설 김 형 건 포스코건설인프라본부 류 태 열 코오롱글로벌주식회사 모 세 웅 ㈜디어포스멤브레인스 이 용 환 도레이첨단소재㈜ 박 민 구 금호산업㈜ 석 유 민 시노펙스 김 준 영 코오롱인더스트리㈜ 김 영 덕 THE.WAVE.TALK,INC. 김 대 식 롯데케미칼 권 은 희 웰크론연구소 정 창 훈 주식회사하이젠에너지 박 병 재 비비씨주식회사 임 윤 목 한국원자력연구원 문 지 훈 (재)경북하이브리드 임 재 림 K-water	산학이사 편집이사 지부장 대경지부장 대전세종총청지부장 호남지부장 제주지부장 위원장 학술위원장 편집위원장 연구윤리위원장 학회발전위원장 산학위원장 포상위원장 여성인재육성위원장 추천심의위원장 분과회장 수처리분과회장 기체분리분과회장 에너지분과회장 분리막공정분과회장 헬스케어바이오분과회장	최 준 석 한국건설기술연구원 유 덕 만 한국화학연구원 탁 세 완 K-water 최 영 옥 한국생산기술연구원 강 상 현 서강대학교 이 상 호 국민대학교 이 상 영 연세대학교 김 희 탁 KAIST 김 정 환 인하대학교 박 정 태 건국대학교 강 상 욱 상명대학교 강 문 성 상명대학교 김 태 현 인천대학교 전 성 일 ㈜멤브레어 김 노 원 동의대학교 박 유 인 한국화학연구원 이 재 영 GIST 허 훈 한국생산기술연구원 조 철 희 충남대학교 김 종 학 연세대학교 박 정 훈 동국대학교 김 정 훈 한국화학연구원 김 형 수 성균관대학교 김 정 훈 한국화학연구원 양 성 윤 충남대학교 장 문 석 ㈜에코니티 김 인 철 한국화학연구원 박 호 범 한양대학교 이 창 현 단국대학교 김 유 창 한국기계연구원 남 상 용 경상대학교
--	---	---	---	--	---

한국막학회

2022년도 춘계 총회 및 학술발표회

2022년 4월 28일 발 행

발 행 : 사 단 법 인 한 국 막 학 회

서울특별시 강남구 학동로 64길 7, 101-1403

전 화 : (02) 3443-5523, 5527

F A X : (02) 3443-5528

발행인 : 장 문 석

인 쇄 : (주)청솔미디어

전 화 : (02) 2274-1128, FAX : (02) 2266-4427

