

# MSK NEWS LETTER

한국막학회  
홈페이지  
바로가기

저널  
홈페이지  
바로가기

## 멤브레인



제 33 권 제 4 호 2023년 8월

### 총 설

- 공유 유기 골격체 기반 복합 분리막 : 고찰 ----- 심정환 · 라즈쿠마 파텔<sup>†</sup>  
투과증발을 위한 2차원 복합막 기반의 최근 개발 ----- 하승우 · 라즈쿠마 파텔<sup>†</sup>  
탄소중립형 바이오수소 생산 및 분리막기반 정제 기술 소개 ----- 김효원<sup>†</sup>  
정수 및 발전을 위한 맥신(MXene) 복합막에 관한 고찰 ----- 김서현 · 라즈쿠마 파텔<sup>†</sup>

### 연구논문

- PES 여과막의 물리적 막오염 개선을 위한 기공 구조 개선 연구  
----- 김창현 · 유명민 · 김인철 · 남승은 · 이정현 · 백영빈 · 조영훈<sup>†</sup>  
열안정 공기 여과막용 폴리페닐렌 설파이드 원단과 폴리테트라플루오로에틸렌 필름 사이의 접착력 향상  
----- 김진욱 · 손혜정 · 강상훈 · 이창수<sup>†</sup>  
이중 기능 고분자 전해질 막의 제조 및 탄소 함유에 니켈, 코발트 기반의 나노와이어/MOF 배열을 통한 고성  
능 슈퍼커패시터 연구 ----- 손혜정<sup>†</sup> · 김봉석<sup>†</sup> · 권지민 · 강유빈 · 이창수<sup>†</sup>  
이산화탄소/수소 분리용 중공사형 기체분리막의 제조 및 특성  
----- 고희철<sup>†</sup> · 전미진 · 정상철 · 전용우

## 학술정보

- (국문지) 2023 멤브레인 33권 4호가 발행되었습니다. (<http://membranejournal.or.kr/>)  
ISSN 1226-0088, eISSN 2288-7253
- 학술대회 연구논문초록집 ([http://www.membrane.or.kr/html/sub3\\_02a.html](http://www.membrane.or.kr/html/sub3_02a.html))  
연구논문초록집을 보실 수 있습니다. ('15 춘계~'23 춘계)

## ◆ 2023년 제31회 한국막학회 하계워크숍 참관기

### 막학회의 지속가능한 미래 꿈꾸는 자리 마련돼

2023년 8월 16일 수요일부터 18일 금요일까지 강원도 평창군 용평리조트에서 '지속 가능한 산업화를 위한 막기술의 혁신' 주제로 제31회 한국막학회 하계워크숍이 개최되었다. 코로나19 팬데믹이 공식적으로 종료된 뒤 첫 워크숍이라서 그런지 막학회 여러 고문님들과 회원, 가족 여러분 등 130여 명이 마스크를 벗고 모여 아름다운 풍광과 시원한 용평에서 성황리에 열심히 공부하고 활발히 활동하는 가운데 알차게 실 수 있었다.

8월 16일 오후 김정훈 회장의 개회사로 시작한 첫째 날 워크숍은 밀도 있게 진행되었다. 워크숍 첫 발표자는 미국에서 올해 귀국하여 한국막학회 신입회원으로 데뷔하는 포항공과대학교 환경공학부 송우철 교수였는데, 막단백질 모사 인공포린(artificial porin)의 합성과 생체모사 멤브레인의 수처리 분야 차세대 아이디어에 관해 학계의 생생한 연구동향을 소개했다. 이어서, 두 번째 세션에서는 기체분리 주제로 한국세라믹기술원 김성중 박사과 금오공대(현 부경대학교) 이창수 교수가 각각 탄소분자체 분리막 실증화 연구와 이산화탄소 분리 주제로 기체 분리 분야에서 기술적 성숙도를 확보하려는 공학자들의 노력을 성공적으로 소개했다. 마지막 세션은 막기술 활용 에너지 기술 중 연료전지와 수전해 분야의 학문적 아이디어와 기술 동향을 소개하였다. 특히, 하나의 세션에서 음이온 교환막과 양이온 교환막을 동시에 공부할 수 있는 흔치 않은 훌륭한 기회를 한양대학교 이영무 석좌교수와 KIST 김진영 박사 덕분에 누릴 수 있었다.

둘째 날은 오후 초청강연으로 인기 교양과학서 《판타레이》와 《조선이 만난 아인슈타인》의 저자인 유체공학자 민태기 박사(S&H 연구소장)가 '경계를 넘은 과학자들' 주제로 데카르트가 상상한 이상 유체와 뉴턴의 중력장 개념의 대립에서부터 이어진 350년여에 걸친 유체역학 관련 과학과 기술의 발전을 경청할 수 있었다. 이어서 한양대학교 이영무 석좌교수의 '협동분리막' 강의는 노학자의 삶과 여전히 현재진행형인 연구에의 열정을 이번 워크숍에 참석한 후학들에게 전해주는 데에 성공적이었다. 마지막으로, 경상국립대학교 남상용 교수의 세계맥주 강의 및 맥주 시음 덕분에 다소 밀도 있었던 워크숍 프로그램을 부드럽게 마무리할 수 있었고, 자연스럽게 시원한 용평의 대자연 속에 회원들과 가족분들이 모두 모여 즐긴 바비큐 파티로 이어졌다. 특히, 울여름의 무더위에 용평의 저녁 날씨가 선선하여 알찬 워크숍 뒤의 보람과 보상감을 동시에 느낄 수 있었다. 바비큐 중에 한국막학회 고문님들의 따뜻한 조언, 회원 간의 화기애애한 분위기, 그리고 워크숍 준비로 수고 많으셨던

막학회 이사들과 실무진의 즐거운 모습에 훈훈했다. 그 중 기억에 남는 장면이 하나 있었는데, 막학회 초창기 멤버의 자녀분이 초등학생 때 부모님과 함께 왔던 하계워크숍에 이제는 성장하여 당신의 자녀와 함께 3대가 함께 참석한 모습이었다. 학회를 기획할 때 염두에 두었던 막기술의 혁신이 리드하는 지속가능한 산업화와 더 붙어 오히려 제31회까지 지속되는 하계워크숍의 위엄과 한국막학회의 지속가능성을 느낄 수 있는 순간이었다.

마지막 날 학회 총무이사의 리더로 경품 추첨과 포스터 세션과 함께 알찬 3일 간의 워크숍 일정을 마무리하였다. 긴 팬데믹을 이겨낸 뒤 성공적인 하계워크숍의 진행을 함께하며 우리 막학회의 지속가능한 미래를 꿈꾸게 되었다. 이상 제31회 한국막학회 하계 워크숍 참관기를 마친다.



▲ 열띤 워크숍 분위기(좌)와 8/16(수) 만찬(중) 및 8/17(목) 바비큐 파티(우).



▲ 8/16(수) 워크숍 첫째 날 만찬 후, 학회 임원진 및 참석자 단체 사진.



기획이사 **박형규** 교수

(포항공과대학교 기계공학과, parkhg@postech.ac.kr)

## 제5회 멤브레인 서머스쿨, 열정이 더위를 이기다!

“Abnormal is Normal!”

유난히 매일매일의 기온이 대화 주제로 많이 언급되는 2023년이다. 이제는 여름의 무더위가 더 이상 올해만의 이상 현상이라 생각하는 사람은 없을 것이다. 오늘의 기온이 이제는 내 생애 가장 낮은 온도라는 말이 나올 정도이다. 이러한 무더위를 뚫고 제5회 멤브레인 서머스쿨이 8월 24일~25일 한국화학연구원 분리막그룹 연구동에서 진행되었다. 참가자, 강사진 및 실습 지원 요원 모두 열정적이고 적극적인 자세로 행사에 참여하여 올해 행사도 무사히 마무리되었다고 판단한다.

멤브레인 서머스쿨의 취지는 분리막 분야에 종사하는 연구자를 대상으로 분리막 연구 수행 중에 필요한 특성 및 성능 평가 장비에 대한 실습 교육을 실시하는 것이다. 올해 행사에서는 평막 및 중공사 분리막 제조를 포함하여 분리막 분야에서 가장 널리 활용되는 특성 평가 방법인 기공 크기 측정, 원자간력 현미경 및 환경주사현미경을 통한 분리막 구조 분석, 접촉각 측정 및 제타포텐셜 측정을 통한 분리막의 표면화학 특성 분석과 관련된 실습을 진행하였다.

프로그램의 경우, 우선적으로 분리막 제조 및 장비에 대한 이론 교육을 해당 장비를 판매·교육·유지·보수하는 장비 업체의 최고 전문가를 강사로 초빙하여 진행하였으며, 이후 이론적 지식을 바탕으로 각각의 장비에 대한 실습 교육을 진행하였다.

올해 행사는 지난해(총 27명)와는 달리 총 20명의 수강생(산업계 5명, 연구소 6명, 학교 9명)을 4개 조로 구성하여 행사를 진행하였다. 작년 행사 대비 적은 인원으로 행사를 운영한 결과, 실습 교육 과정에서 발생하는 혼잡한 상황, 교육 참여자의 낮은 참여기회 등의 문제점이 상당 부분 해소되었다고 판단된다.

특히 한국화학연구원 분리막시험평가센터(Membrane Testing and Evaluation Center (MTEC))에 분석을 직접 의뢰하는 산·학·연 종사자의 경우, 본인들이 분석을 의뢰하고 결과를 활용하는 과정에서 발생되었던 궁금증 등을 실습 시간 중 질의응답을 통해 해소함으로써, 의뢰자의 분석 장비 이해도를 높일 수 있는 기회가 마련되었다. 이를 통해 분석자-의뢰자 간의 이견 폭을 최소화함으로써 보다 더 양질의 결과를 도출할 수 있는 계기가 마련되었다고 생각한다.

다만 다양한 분야의 분리막 연구를 수행하는 연구자들이 참여함에 따라 본 행사를 참가하는 수강생의 참여 목적이 다르고, 분리막 연구 분야(예 : 기체/수처리/에너지)도 상이하여 관심 있는 특성 평가, 성능 평가 및 분리막 제조 분야가 다르다는 특징이 있었다. 물론 1 대 1 맞춤형 행사가 아닌 다수를 대상으로 하는 행사이므로 모든 참가자의 요구를 수용할 수 없다는 한계를 가지고 있기는 하

지만, 가능한 많은 참가자의 요구를 만족시킬 수 있는 멤브레인 서머스쿨이 될 수 있도록 지속적인 의견 청취와 이를 통한 개선 방향 도출이 필요할 것으로 판단되었다.

한국화학연구원 분리막시험평가센터[Membrane Testing and Evaluation Center(MTEC)]에는 총 23종의 분리막 특성 평가 장비 및 5종의 실증 평가 장비를 보유하고 있다. 멤브레인 서머스쿨의 특성 및 교육 공간 등의 이슈로 인해 올해에도 5종 정도의 분리막 특성 평가 장비 교육 및 분리막 제막 교육을 실시하였다. 상기 장비 이외의 다양한 분석 장비 교육을 통해 참가자가 더 많은 정보를 습득할 수 있는 기회가 되면 좋을 것 같다는 생각은 매년 행사를 진행하면서 느끼는 부분이며, 이를 해소하기 위한 노력이 필요한 상황이다. 아직까지는 실습 교육 중심의 멤브레인 서머스쿨이 초기 정착단계 수준이라고 생각하며, 지속적으로 멤브레인 서머스쿨이 최고의 실습 교육이 될 수 있도록 프로그램을 발전시켜 나갈 계획이다.

마지막으로 본 행사를 추진할 수 있도록 지원해주신 (사)한국막학회 관계자, 한국화학연구원 분리막 연구그룹 연구진, 바쁘신 일정에도 교육을 진행해주신 강사진, 마지막으로 행사에 적극 참여해 주신 수강생 여러분께 감사의 말씀을 드리며 참가기를 마무리한다.



▲ 한국화학연구원 그린탄소연구센터 분리막그룹.



헬스케어바이오분과회장 박호식 박사  
(한국화학연구원, hspark@kriect.re.kr)

## 각종 행사 소식

### ◆ 2023 한국막학회 제31회 하계 워크숍

2023 제31회 하계 워크숍이 2023년 8월 16~18일(수~금), 강원도 평창군 모나 용평리조트에서 개최되었습니다.



### ◆ 제5회 멤브레인 서머스쿨

제5회 멤브레인 서머스쿨이 2023년 8월 24~25일(목~금), 한국화학연구원에서 진행되었습니다.



## 각종 회의 소식

### ◆ 제8차 이사회의

2023년 제8차 이사회의가 8월 16일(수) 용평리조트에서 개최되었습니다.



### ◆ 제9차 이사회의

제9차 이사회의가 9월 14일(목) 온라인으로 진행되었습니다.



### ◆ 부울경지부 제1차 회의

2023년 한국막학회 부울경지부 제1차 회의가 8월 24일(목), 부산 더맛 & 부경대 파라디스크아페에서 열렸습니다.



### ◆ 2023 포상위원회 제3차 회의

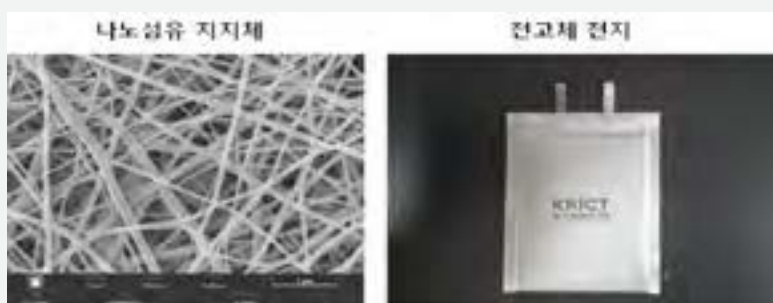
2023년 포상위원회 제3차 회의가 9월 14일(목) 온라인으로 진행되었습니다.



## 분리막 뉴스

### ◆ 국내 분리막

#### [1] 레몬 “차세대 전고체 전지 상용화 기술 선점”...용량 1.5배, 수명 5.5배 향상된 전지 개발



▲ 나노섬유 지지체와 전고체 전지

나노소재 전문기업 (주)레몬(대표 김광진)이 한국화학연구원 에너지융합소재 연구센터 김동욱 박사팀과 ‘다공성 나노파이버 지지체를 이용한 리튬 고분자 전지 개발’을 진행한 결과, 기존 전고체 전지 대비 용량 1.5배, 수명 5.5배 향상된 전고체 전지의 개발에 성공해 관련 제반기술을 25일 특허출원(출원번호:10-2023-0112079)했다고 28일 밝혔다.

레몬이 대량 양산하고 있는 PVDF와 폴리프로필렌(PP)이 결합된 지지체에 한국화학연구원이 개발한 고체 고분자 전해질을 함침한 결과, 전고체 전지에 적합하도록 기공크기와 통기도가 제어되어 기존 지지체 대비 리튬 이온의 전달 속도가 2배 이상 향상되었고, 표면 특성이 개선되어 기존 지지체 대비 고분자 전해질의 함침성이 크게 개선되었다.

한국화학연구원 김동욱 박사는 “금번 개발은 전고체 전지 코인셀을 제작하여 다양한 실험을 수행한 결과로, 높은 이온전도도와 우수한 전해질 함침성으로 고용량/장수명의 우수한 전고체 전지를 개발하여, 관련 기술을 특허출원 하게 되었으며, 현재 상용화를 위한 셀을 제작하여 지속적인 테스트를 진행하고 있다”고 설명했다.

레몬에 따르면 금번 나노파이버를 적용한 전고체 전지의 특성은 첫 번째, 이온전도도 향상 및 고분자 전해질 함침성 개선으로 기존지지체 전고체 전지 대비 높은 용량을 발현했다. 예를 들어

2C의 빠른 율속 조건에서 나노섬유 지지체 적용 전고체 전지는 130mAh의 용량을 나타낸 반면, 기존지지체 적용 전고체 전지의 용량은 80mAh에 불과했다. 즉 나노파이버 지지체 적용 전고체 전지가 기존지지체 대비 1.5배 높은 용량을 발현했다.

둘째, 기존 지지체 대비 사이클 수명이 크게 증가했다. 나노파이버 지지체 전고체 전지는 100 사이클까지 잔존 용량이 84%로 안정적인 성능을 발현했다. 반면에, 기존 지지체 전고체 전지는 100 사이클 후 잔존 용량이 15%에 불과했다. 결국, 나노섬유 지지체를 적용하면 전고체 전지의 수명이 5.5배 이상 향상됨을 확인했다.

출처 : 넥스트데일리 이호 기자

(<http://www.nextdaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=221594>)

## [2] 울산과학기술원(UNIST), 생체 내 기저막 모사 나노섬유 멤브레인 개발

울산과학기술원(UNIST)은 바이오메디컬공학과 박태은 교수 연구팀과 포스텍(POSTECH) 기계공학과 김동성 연구팀이 생체 기저막을 모사한 나노섬유 멤브레인을 활용한 기능성 혈액-뇌 장벽 모델을 개발했다.

혈액-뇌 장벽(BBB; blood-brain barrier)은 혈관내피세포와 그 주위를 둘러싸 지탱하는 기저막(basement membrane), 별아교세포 그리고 혈관주위세포로 이루어진 생체 장벽이다. 뇌 기능에 필수적인 물질만 출입을 허용해 외부 물질의 침입에서 뇌를 보호하는 역할을 한다. 반면, 이는 뇌 질환 약물의 통과까지 거의 완벽히 통제하는 금단의 문 역할도 해 약물 전달에 큰 걸림돌이 돼왔다.

현재까지 뇌 질환 치료제 개발을 위해 이런 장벽을 모사하는 많은 혈액-뇌 장벽 모델이 개발됐다. 하지만 생체의 복잡하고 정교한 기저막 모사의 어려움 때문에 주로 플라스틱(PETE, PC, PDMS) 소재의 다공성 막이 사용됐다. 이는 생체의 기저막과 물리적, 구조적으로 큰 차이를 가져 세포에 생체와 같은 환경을 제공해주지 못하는 한계가 있었다.

이를 위해 UNIST-POSTECH 공동 연구팀은 생체 내 기저막을 모사하는 나노섬유 멤브레인(nEBM)을 개발했다. 공동 연구팀이 개발한 인공기저막은 생체친화적인 소재인 실크피브로인(Silk fibroin)과 폴리카프로락톤(PCL)으로 만들어진 수십~수백 나노미터 직경의 나노섬유 지지체와 콜라겐 등의 기저막 유래 하이드로젤로 구성됐다. 이는 혈액-뇌 장벽의 생체 기저막과 같은 얇은 박판의 3D 섬유 구조를 가지며, 플라스틱 다공성 막보다 백만배 낮은 수준의 기계적 강성을 가졌다.

연구팀은 나노섬유 멤브레인에 인간 줄기세포에서 유래한 혈관

내피세포, 별아교세포와 혈관주위세포를 공배양해 인체 혈액-뇌 장벽의 생체 장벽 기능이 모사된 체외 모델을 성공적으로 구축했다. 이는 기존의 플라스틱 소재 다공성 막을 사용한 모델에 비해 약 2배 이상의 높은 물리적 장벽을 갖추고 동시에 혈액-뇌 장벽의 큰 기능 가운데 하나인 BCRP, MRP와 같은 약물 배출 단백질의 활성을 보였다. 세포가 나노섬유 멤브레인이 모사한 기저막의 물리적, 생화학적 자극에 반응해 향상된 기능을 보임을 검증했다.

연구팀은 한국인 사망원인 가운데 3위에 해당하는 뇌 혈관 질환인 뇌졸중 모델도 개발했다. 일시적으로 산소와 영양분의 공급을 제한함으로써 뇌졸중 환경을 모사했고, 이를 통해 혈관의 장벽이 손상되고 혈류의 면역세포가 뇌로 이동하는 뇌졸중의 증상을 재현했다. 아울러 뇌졸중 치료제를 투여하였을 때 혈액-뇌 장벽이 기능을 회복하는 양상을 제시했다.

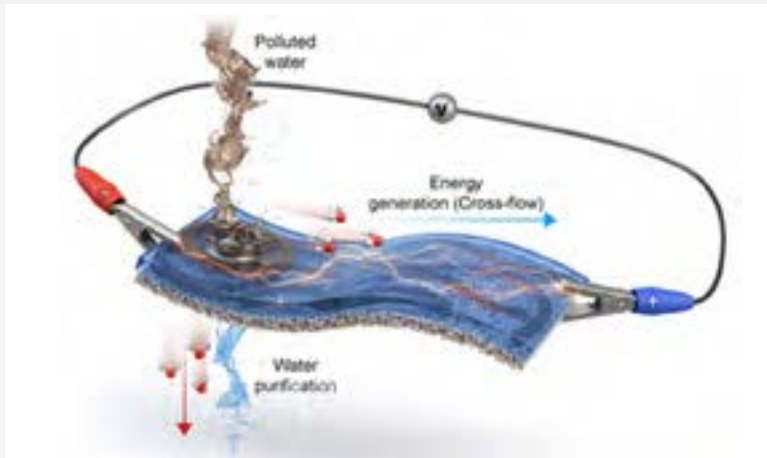
공동 1저자인 최정원, 윤재승 연구원은 "이번에 개발된 나노섬유 멤브레인을 이용한 혈액-뇌 장벽 모델의 높은 기능성은 체외 모델 개발에서의 기저막의 물리적, 생화학적 모사의 중요성을 시사한다"며 "이 모델은 뇌질환 관련 약물 개발 또는 평가에 활용할 뿐만 아니라 중추신경계 질환의 메커니즘 연구에 활용될 것으로 기대한다"고 말했다.

이번 연구는 2022년 12월 23일 '바이오머터리얼즈(Biomaterials)' 저널에 온라인 게재됐다.

출처 : 메트로신문 이도식 기자

(<https://www.metroseoul.co.kr/article/20230215500144>)

### [3] 명지대-KIST연구팀 오/폐수로 전기와 식수를 동시에 생산한다



▲ 명지대 신소재공학과 윤태광 교수팀과 KIST 전자재료연구센터 장지수 박사팀은 공동연구를 통해 물을 정화하는 동시에 전기를 발생시키는 신개념 멤브레인을 개발했다./사진=명지대 제공

명지대는 신소재공학과 윤태광 교수팀이 KIST(한국과학기술연구원) 전자재료연구센터 장지수 박사팀과의 공동연구를 통해 물을 정화하는 동시에 전기를 발생시키는 신개념 멤브레인을 개발했다고 7일 밝혔다. 명지대-KIST 공동연구팀은 기존에 수질 정화 필터 멤브레인으로 활용되는 '필터 멤브레인'과 전기가 통하는 '전도성 고분자'의 결합을 활용했다.

이들이 개발한 신개념 멤브레인은 구조의 하부는 물을 정화하는 다공성 필터 멤브레인이고, 구조의 상부는 전기가 통하는 전도성 고분자로 구성된 '샌드위치 구조'를 띠고 있다. 또한, 연구팀은 멤브레

인에 폐수가 닿게 됐을 때 물의 수직 방향의 흐름과 수평 방향의 흐름을 조절하여 수질을 정화하면서도 동시에 전기를 발생시키는 현상을 활용했다. 이를 통해 폐수를 정화하는 데 필요한 소비에너지를 줄이는 한편 전기 에너지를 지속적으로 발생시킬 수 있는 효과를 얻었다.

해당 멤브레인은 고가의 장비를 이용하지 않고 단순한 용액 프린팅 공정을 통해 크기 제한 없이 개발할 수 있어 상용화와 응용 가능성 측면에서도 주목받고 있다. 작동원리 또한 단순하기에 폐수를 발생시키는 공장에 직접 적용하면 폐수정화와 더불어 전기 에너지를 생산하는 기능성 멤브레인으로 활용될 것이라 기대된다.

이번 공동연구는 한국연구재단의 지원을 받아 수행됐으며 연구 결과는 'Bi-directional water-stream behavior on multifunctional membrane for simultaneous energy generation and water purification'라는 논문명으로 재료 분야의 권위지인 'Advanced Materials' (IF: 32.086, JCR 분야 최상위 2.17%) 최신 호에 표지 논문으로 선정됐다.

출처 : 베리타스알파 박원석 기자  
(<https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2023061307133479591>)

### [4] 씨오텍, K-BATTERY SHOW 2023서 이차전지 배터리 분리막 소재 코팅기 선보인다... "장비 국산화 100% 실현 박차"



▲ 자료1. 2차전지 분리막 코팅기

(주)씨오텍(대표 김영배)은 오는 9월 13일(수)부터 15일(금)까지 3일간 일산 킨텍스(KINTEX) 제1전시장에서 열리는 'K-BATTERY SHOW 2023(이차전지 소재·부품 및 장비전)'에 참가한다고 밝혔다.

전기차 배터리 산업이 커지면서 관련 생태계에 진입하는 국내 업체가 늘고 있다. 과거 일본 의존도가 높았던 소재 및 부품을 제조하는 설비도 내재화가 이루어지는 분위기다. 이에 씨오텍은 배터리 소재관련 장비 국산화를 위해 준비 중이며, 국산화 100% 장비를 통해 본격적으로 전기차 소재 장비 시장에 나서고자 한다.

씨오텍은 이차전지 배터리 분리막 소재 코팅기를 중견기업 및 대기

업에 납품한 실적이 있으며, 앞으로도 대기업 계열사와 협업해 관련 장비를 증설할 예정이다. 이차전지용 파우치 필름 생산을 위한 나노 수준의 균일 코팅이 가능한 융복합 롤투를 생산시스템 개발도 진행하고 있다.

이번 전시회에서는 ▲2차전지 분리막 코팅기, ▲2차전지 전극 코팅기, ▲알루미늄 파우치 필름 코팅기를 선보일 계획이다.

2차전지 분리막 코팅기는 2차전지 내 양극과 음극의 접촉을 차단, 내열성 및 강도 강화를 통해 전지의 안정성을 부여해 주면서 전해액의 리튬이온이 통과할 수 있는 분리막을 생산하는 코팅설비이다. 분리막은 미세한 구멍을 통해 리튬이온을 원활하게 이동시켜주고 양극과 음극이 직접적으로 접촉하지 않게 분리하는 절연막으로 2차전지 안전성을 결정하는 핵심 소재이다.

코팅방식은 Micro Pattern Gravure Coating & Chamber Doctor Gravure Coating으로 양면동시 코팅을 실현하며 회전속도를 조정하여 코팅량을 미세조정할 수 있다. 코팅속도는 노멀 100~200m/min(기계속도 최대 250m/min)이며, 롤폭은 최대 1,650mm이다.

함께 소개될 2차전지 전극 코팅기는 2차전지(리튬이온폴리머 배터리를 생산하는 설비로서, 동박 또는 알루미늄박에 혼합된 활물질을 슬롯다이 헤드를 이용하여 양극과 음극 슬러리를 기재에 일정한 간격과 두께로 연속해서 코팅하는 설비이다. 양극재는 리튬의 공급원으로 배터리의 용량과 평균 전압을 결정하고 음극재는 양극에서 나온 리튬이온을 저장 후 방출하면서 외부 회로를 통해 전류를 흐르게 하는 역할을 한다.

현재 리튬이온전지 설비는 광폭 기재를 고속으로 주행하여 생산성을 극대화하는 것에 중점을 두고 있으며 씨오텍은 이러한 요구에 대응할 수 있도록 다양한 기술을 개발 및 적용하고 있다고 밝혔다. 코팅속도는 노멀 40~100m/min(기계속도 최대 120m/min)이며, 롤폭은 850~1,600mm이다. 또한 Dryer는 5m×10~12 Zone으로 구성된다.



▲ 자료2. 알루미늄 파우치 필름 코팅기

아울러 알루미늄 파우치 필름(AL Pouch film)은 2차전지 외장재로 최외층/배리어층/실런트층 적층 구조의 복합 필름이다. 최근 모바일 기기의 소형화로 인해 두께가 얇은 파우치형 전지에 대한 수요가 증가하고 있다. 또한 파우치형 전지는 다른 타입에 비해 용량과 안정성 부분에서 경쟁력을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 씨오텍의 알루미늄 파우치 필름 코팅기는 슬롯다이 코팅 헤드를 이용한 Dry Lamination 방식을 적용한다. 기계속도는 최대 250m/min이며 롤폭은 최대 1,700mm이다.

씨오텍 관계자는 “자사는 소재 장비뿐만 아니라 향후 수소차 분야 장비도 도전할 계획”이라며 100% 주문제작으로 이뤄지기 때문에 향후 수소차 관련 장비도 준비할 수 있도록 노력해 나갈 것이다.”라고 전했다.

한편, 이차전지 소재·부품 및 장비전(K-BATTERY SHOW)은 사물인터넷, 인공지능 등 미래 IT 기술과의 융합을 통해 4차 산업혁명을 주도할 이차전지산업을 대표하는 전시회이다. 양극소재, 음극소재, 분리막, 전해질 등 이차전지 대표 소재 및 부품, 장비까지 다양한 볼거리를 전시 소개하며 ‘이차전지 전문 산업의 장’을 제공한다. 전시 기간 H2 MEET 전시회와 동시 개최돼 ‘사물배터리’ 시대의 도래에 따라 급증 및 다변화하는 이차전지뿐만 아니라 수소산업의 현재와 미래를 한자리에서 직접 접하고 살펴볼 수 있다.

출처 : 에이빙 최예원 기자

(<https://kr.aving.net/news/articleView.html?idxno=1782975>)

## [5] 탄탄한 멤브레인으로 수소경제 이끄는 ‘코오롱인더스트리’

멤브레인(Membrane)은 액체 또는 기체 환경의 혼합 물질에서 원하는 물질만 통과시키고 그렇지 않은 것은 막아내는 여과막이다. 멤브레인은 분리 성능에 따라 MF(Micro-filtration, 정밀여과막), UF(Ultrafiltration, 한외여과막), RO(Reverse Osmosis, 역삼투막) 등으로 분류되며, 소재에 따라 고분자, 세라믹, 금속으로 나뉘기도 한다.

멤브레인 개발은 19세기에 시작됐으며 2차 세계대전 때 독일이 상수도 시설의 오염도를 측정할 때 멤브레인을 세계 최초로 사용했다. 이를 통해 오염도 검사기간을 기존 4일에서 하루로 단축할 수 있었다. 또 당시 미 해군은 대양에서 수행하는 작전기간이 길어지자 바닷물을 민물로 바꿀 수 있는 담수화 초기 기술을 RO 멤브레인을 이용해 개발했다. 이후 여러 기업이 개발을 통해 멤브레인의 성능을 점점 향상시키면서 정수기, 공기청정기, 반도체 공정, 식품·제약 등 활용처가 확대됐다. 실례로 멤브레인은 맥주 제조 과정에 존재하는 효모와 잡균을 걸러주는 용도로 활용된다. 이를 통해 살균을 위한 열처리 과정을 거치지 않아도 맥주 고유의 맛과 향을 즐길 수 있다.

최근에는 수소경제 활성화에 필요한 핵심소재로 거듭나고 있다. 멤브레인은 연료전지 스택에서는 수소이온만을 선택적으로 통과시키는 이온전도막으로, 연료전지 BOP의 핵심부품인 수분제어장치에서는 수분만을 선택적으로 통과시키는 막가습기로 사용된다. 이뿐만 아니라 그린수소를 생산하는 수전해 시스템에도 멤브레인이 들어간다.

이 멤브레인 기술에 강점을 가진 곳이 있다. 바로 코오롱인더스트리다.

코오롱인더스트리는 1989년 멤브레인 연구에 착수, 1995년 가정용 정수기 소형 분리막을 상업화하고 중공사막 방식의 울트라필터(UF) 모듈을 개발했으며 2002년에는 정수장 및 하·폐수 처리장의 고도화 사업에 제품을 공급하는 등 탄탄한 기술력을 쌓아왔다. 이러한 기술력을 바탕으로 2006년부터 수소연료전지 R&D를 수행했고 세계 최초로 수소차 핵심부품인 수분제어장치 양산체제를 구축했다.



수분제어장치는 수증기만 선택적으로 투과시키는 멤브레인을 이용한다. 연료전지 스택 배출가스 중에 포함된 수증기를 선택적으로 투과시켜 스택으로 공급되는 공기를 가습해 전해질막의 높은 함수율을 유지해준다. 여기에 스택의 물과 온도를 관리해 연료전지의 높은 전기에너지 생산 효율과 장기내구성 확보에 큰 도움을 준다. 특히 코오롱인더스트리는 기존 불소계 멤브레인 기반 수분제어장치 상업화에 가장 큰 걸림돌인 가격문제를 극복하기 위해 탄화수소계 재질에 스펀지처럼 얇은 다공성 구조를 만들어 불소계 제품만큼 수분 통과 성능이 뛰어난 제품을 개발해 가격을 1/10로 낮추며 상업화에 성공했다. 코오롱인더스트리는 이를 통해 IR52 장영실상을 2회나 받았다. IR52 장영실상은 국내 최고 권위 산업 기술상으로 산업기술혁신에 앞장선 국내기업과 기술개발 담당자에게 수여한다.

이렇게 개발한 수분제어장치는 2013년에 출시된 세계 첫 수소전기차 양산 모델인 현대차의 투싼ix FC에 탑재됐다. 2018년에는 2세대 수분제어장치를 개발해 넥쏘에 적용하고 있다. 현재는 3세대 수분제어장치를 개발하며 모빌리티뿐만 아니라 발전용, 산업용으로 적용 분야 확대를 모색하고 있다. 코오롱인더스트리는 자동차 이외의 연료전지 응용분야 다변화 추세가 가속화되고 사업 기회가 확대될 것으로 예상됨에 따라 시장 수요와 고객의 요구에 부합하는 솔루션을 제공할 수 있는 수분제어장치를 적기에 개발·공급해 시장을 선점하고 성장한다는 계획이다. 수분제어장치를 개발하며 쌓은 노하우를 바탕으로 2007년 수소연료전지 핵심소재인 PEM(고분자전해질막) 국산화를 위한 연구개발에 착수했다.

PEM은 수분제어장치와 함께 수소연료전지의 핵심 제품이다. 외부에서 수소가스가 들어오면 연료극의 촉매와 반응해 수소이온과 전자로 분해되는데 전자는 외부 회로를 통해 전류를 만들고 수소이온은 PEM을 통과한 뒤 공기극에서 산소와 반응해 물로 바뀌게 된다.

코오롱인더스트리의 PEM은 자체 보유한 박막 지지체의 적층 기술과 이오노머 나노 분산 기술 기반으로 강화복합막형 구조를 가진 전해질막 중에서도 높은 기계적 강성과 치수 안정성 그리고 안정적인 양산 품질을 자랑한다. 코오롱인더스트리는 2020년 구미공장에 PEM 양산체제를 구축했다. 2019년 9월 상용화 시기를 앞당기기 위해 투자를 결정한 지 1년 만이다. PEM 양산 설비는 연료전지뿐만 아니라 최근 시장이 급성장 중인 에너지저장장치용 산화환원 흐름전지와 친환경 수소 생산을 위한 수전해기술에 적용되는 분리막도 생산할 수 있다. 코오롱인더스트리는 상용화된 불소계 PEM 사업화 추진과 함께 현재 세계적으로 기술 우위에 있는 탄화수소계 PEM 조기 상용화를 목표로 연구개발 중이다. 코오롱인더스트리는 PEM 양산체제를 기반으로 2014년 연료전지 핵심소재인 막전극접합체(MEA) 개발에 착수, 2016년에 삼성SDI로부터 MEA 관련 연구 설비와 핵심 특허, 연구자 등을 인수하고 미국의 고어(Gore)사와 라이선스 계약을 맺고 MEA 기술을 도입했다. 이

는 제품 개발 시간을 단축하고 생산 노하우를 조기에 얻기 위함이다.

MEA는 전기가 생성되는 화학반응이 일어나는 곳으로 외부에서 공급된 수소가 공기 중의 산소와 만나 전기와 물을 생산할 때 핵심 역할을 담당하며 PEM에 두 개의 전극(연료극, 공기극)을 접합하는 방식으로 만들어진다. MEA는 수소연료전지에서 중요한 역할을 하는 만큼 가격이 비싸다. 수소차 전체 원가에서 연료전지 스택이 차지하는 비율이 40%이고 연료전지 스택 원가의 40%를 MEA가 차지한다. 코오롱인더스트리의 MEA는 높은 출력과 함께 내구성과 품질이 균일해 연료전지 시스템의 경량화와 장기간의 안정적 사용에 기여한다. 특히 MEA는 연료전지 스택에 수십에서 수백 장씩 직렬로 배치되는데 단 한 장이라도 품질이 균일하지 못하면 스택 전체 내구성에 영향을 끼쳐 연료전지 수명이 저하된다. 그러나 코오롱인더스트리의 MEA는 성능 편차가 적다는 평가를 받는다. 이는 코오롱만의 차별화된 기술로 전극층을 PEM에 균일하게 전사할 수 있기 때문이다. 또한 MEA에서 가장 취약한 전극층과 PEM 사이의 계면을 강화하고, 서브가스켓과 전극층과의 계면을 보호하며 내구성을 향상시키는 기술인 계면제어 기술도 코오롱의 차별화된 기술 중 하나다.

이같이 코오롱인더스트리는 수소산업의 핵심소재 기술인 멤브레인을 기반으로 수분제어장치 시장 세계 1위를 차지하고 PEM과 MEA를 함께 공급할 수 있는 역량을 보유하게 됐다. 코오롱인더스트리 관계자는 “PEM은 양산 체계 구축과 함께 고객사의 최종 승인 단계를 앞두고 있으며 MEA는 고객사로부터 긍정적인 테스트 결과를 받고 있다”라고 밝혔다. 코오롱인더스트리는 이렇게 축적한 멤브레인 기술을 활용해 신소재를 개발했다. 바로 ‘벤트(Vent)’다.

벤트는 부품에 물과 같은 액체 또는 먼지의 침투를 막아주는 방수·방진 기능과 온도변화 등에 의한 부품 내부의 압력 변화를 방지하는 통기성을 동시에 부여하는 소재로 전자기기, 자동차 부품 등 방진·방수 기능을 요구하는 부품 위에 스티커를 붙이듯이 장착된다. 이를 통해 부품의 수명연장과 신뢰성 증대 효과를 제공한다. 벤트는 AV(Acoustic Vent)와 PV(Air Pressure Vent)로 구성됐다. AV와 PV의 방진·방수 등급은 최대 IP68이다. IP 등급에서 앞자리 숫자는 방진 등급을 나타낸다. 방진 등급은 0~6등급으로 나뉘는데 6은 완전한 방진을 의미한다. 뒷자리 숫자는 방수 등급이다. 방수 등급은 0~8로 나뉘는데 8은 수심 1m 이상 깊이의 물속에서 보호한다는 것을 의미한다. 즉 벤트의 방진·방수 성능은 매우 우수하다. 여기에 AV는 음성이 입력되는 마이크 부위의 홀 내부에 조립돼 액체와 먼지를 막으면서 음량 손실을 최소화하고 다양한 주파수의 높은 음향 투과율을 제공한다. PV는 기기 내부로 공기가 유입될 수 있도록 마련된 틈에 설치돼 액체와 먼지를 막으면서 내외부의 압력 평형이 유지될 수 있도록 한다.

코오롱인더스트리 관계자는 “고객사마다 많은 소재를 지정하

지만 실질적으로 멤브레인을 제조하는 기술이 다 다르다”라며 “예를 들어 어떤 제품은 나노 방사를 한다든지, 어떤 제품은 다공막과 지지체를 쓴다든지, 제조 기술도 다르고 원료도 다르지만 최종 제품은 똑같이 나와야 한다. 그런 요구를 맞추면서도 저렴하게 공급하는 것이 기술”이라고 밝혔다. 이러한 성능을 가진 벤트는 스마트폰, 태블릿 PC, 블루투스 헤드셋, 카메라, 웨어러블 디바이스 등 다양한 전자기기에 탑재되고 있다. 코오롱인더스트리는 자동차, 이차전지 등의 분야로 벤트를 적용해 나갈 예정이다.

코오롱그룹은 코오롱인더스트리, 코오롱글로벌, 코오롱글로벌텍, 코오롱플라스틱 등 각 계열사가 보유한 기술력과 외부 파트너와의 협업을 바탕으로 생산부터 저장 및 운송, 발전에 이르는 ‘코오롱 H2 플랫폼’을 구축하고 고객이 원하는 솔루션을 제공할 계획이다. 코오롱그룹은 2022년 7월 서울 동대문 디자인 플라자에서 열린 ‘코리아 H2 비즈니스 서밋 2022 인베스터데이’에서 ‘코오롱 H2 플랫폼’을 소개한 바 있다. 코오롱은 한국판 수소위원회라 불리는 수소기업협의체인 ‘코리아 H2 비즈니스 서밋’ 회원사다. 코오롱글로벌은 발전소 EPC 역량과 대규모 풍력단지 건설 실적 및 노하우를 바탕으로 코오롱인더스트리의 PEMFC 기술과 힘을 합쳐 그린수소 생산 사업을 전개해 나갈 계획이다.

코오롱글로벌은 현재 경주 풍력발전단지 1·2단계(37.5MW)와 태백 가덕산 풍력발전단지 1단계(43.2MW)를 운영 중이며 양양 만월산(46.2MW), 태백 가덕산 2단계(21MW), 영덕 해맞이(34.4MW), 영덕 호지마을(16.7MW) 프로젝트를 시공 중이다. 또 400MW 규모 완도 장보고 해상풍력발전사업 허가를 2022년 9월에 취득하는 등 해상풍력발전사업도 추진 중이다. 코오롱글로벌은 이러한 풍력발전을 기반으로 코오롱인더스트리의 수분제어장치, 수전해 분리막 기술을 활용해 수전해 사업도 진행할 계획이다.

코오롱글로벌텍과 코오롱플라스틱은 모빌리티용 고압수소저장탱크, 수소탱크 라이너 및 다양한 플라스틱 소재를 개발하고 있다. 코오롱글로벌텍은 수소압력용기에 필수적인 드라이 와인딩(대형수소탱크 성형기술) 및 투우프레그(드라이 와인딩에 사용되는 탄소섬유 중간재) 기술력을, 코오롱플라스틱은 수소전기차용 연료전지의 효율성을 극대화하는 하우징 부품 소재와 수소압력용기 소재 개발 기술력을 보유하고 있다.

또한 코오롱그룹은 수소 분야 기술을 보유한 기업과의 긴밀한 파트너십 구축을 위한 오픈 이노베이션 시스템도 추진한다. 오픈 이노베이션은 수소의 생산, 운송, 저장, 발전 등 ‘코오롱 H2 플랫폼’ 사업에 누구라도 함께할 수 있는 협력 시스템이다. 그 일환으로 코오롱인더스트리는 2022년 7월 산업용 가스제조 전문기업인 어프로티움(舊 덕양)과 그린·블루수소 공급

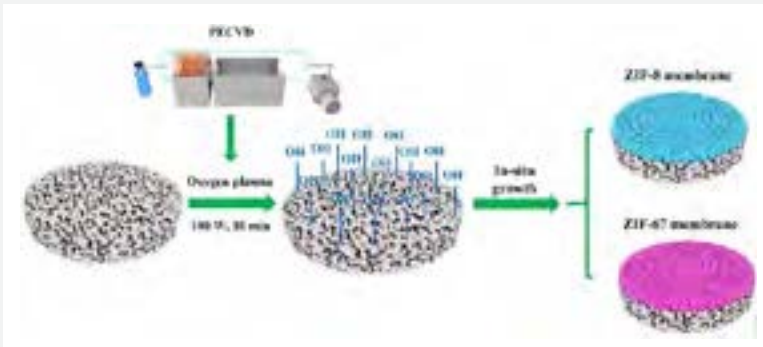
을 위한 협력체계를 구축했다. 이 협약을 통해 코오롱인더스트리는 어프로티움으로부터 안정적으로 수소를 공급받고 청정수소 공급 및 해외시장 수소사업화 등에 적극적으로 협력하기로 했다. 또 이스라엘 스타트업 에어로베이션과 탄소 포집 및 활용 기술(CCU)에 대해 MOU를 체결하고 협력을 진행 중이다.

이같이 코오롱그룹은 각 계열사의 기술력으로 생산, 운송, 저장, 활용 등 수소전주기 핵심 사업을 만들어가고 있다. 그 중심에는 30년 이상 축적해온 멤브레인 기술로 수분제어장치부터 PEM, MEA 등 수소분야 핵심 소재 역량을 갖춘 코오롱인더스트리가 있다.

출처 : 월간수소경제 박상우 기자  
(<https://www.h2news.kr/mobile/article.html?no=10932>)

## ◆ 국외 분리막

### [1] 투과성이 높은 내산성 나노 여과막 제조를 위한 촉매 고정식 2차 중합



나노여과(nanofiltration, NF)는 산성 흐름 처리를 위한 경쟁력 있는 기술로 간주된다. 그러나 반응성이 낮은 내산성 모노머는 일반적으로 투과성이 매우 낮은 두껍고 고르지 않은 분리층을 생성하게 된다. 본 연구에서는 트리메소일 클로라이드(TMC)

와 3-아미노벤젠설포아미드(ABSA) 사이의 계면 중합(interfacial polymerization, IP) 반응 후 촉매 고정 이차 중합을 사용하여 내산성이 매우 높은 NF 멤브레인을 제조한다. 에탄올의 아실화 촉매는 잔류 아실 염화물기와 반응하여 초기 층에 접목되어 모노머 반응성을 향상시켜, 에탄올에 의한 균일한 초기 층 구조가 형성된다. 해당 연구를 통해 제조된 내산성 멤브레인은 향상된 자체 억제 효과 및 변형된 IP 공정을 통한 최적화된 상 통일성을 활용하여 뛰어난 수분 투과성(최대 31.4 Lm<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup>bar<sup>-1</sup>) 및 높은 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 제거율(92.8%), 높은 염료/H<sup>+</sup> 선택성 및 인상적인 산 안정성(50일 동안 20 wt% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)을 나타낸다.

[J. Membr. Sci., 2023, 686: 121991]

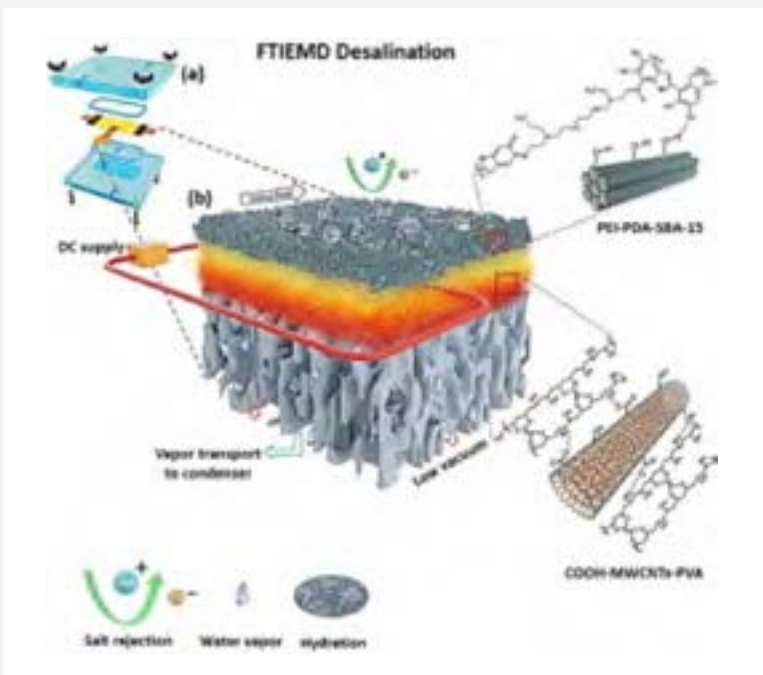
### [2] 막 상분리를 통해 유도하는 수용체 신호영역의 반응성 조립

세포 막의 이질성은 많은 세포 기능과 관련되며 종종 막 상 분리와 유사성을 이용하여 설명한다. 그러나 막 상 분리만을 고려한 모델은 세포 막 내 다양한 조직을 완벽하게 설명하지 못한다. 여기서 우리는 단백질 골조에 반응하여 형성되는 막 도메인이라는 새로운 플라즈마 막 이질성 모델을 근거 있는 실험적 증거를 통해 제시한다. 라이브 B 세포에서 수용체인 B 세포 수용체 (BCR)를 클러스터링하면 막 도메인이 나타나는 것을 양적 초해상도 나노스코피 측

정을 통해 확인했다. 이러한 도메인은 액체 정렬 상을 선호하는 막 단백질을 함유하고 유지한다. 상 분리된 막과는 달리 BCR 클러스터 내의 막 조성은 클러스터 내의 단백질 성분과 전체 막 조성을 통해 조절된다. 이러한 조절 가능한 도메인 구조는 막 프로브의 가변적인 정렬을 통해 검출되며 BCR 활성의 크기에 영향을 미친다.

[Nat. Chem. Biol., 2023, 19: 750-758]

### [3] 초염수의 효율적인 담수화를 위해 자가-가열 멤브레인 증류가 가능한 Flow-through in-situ 증발막



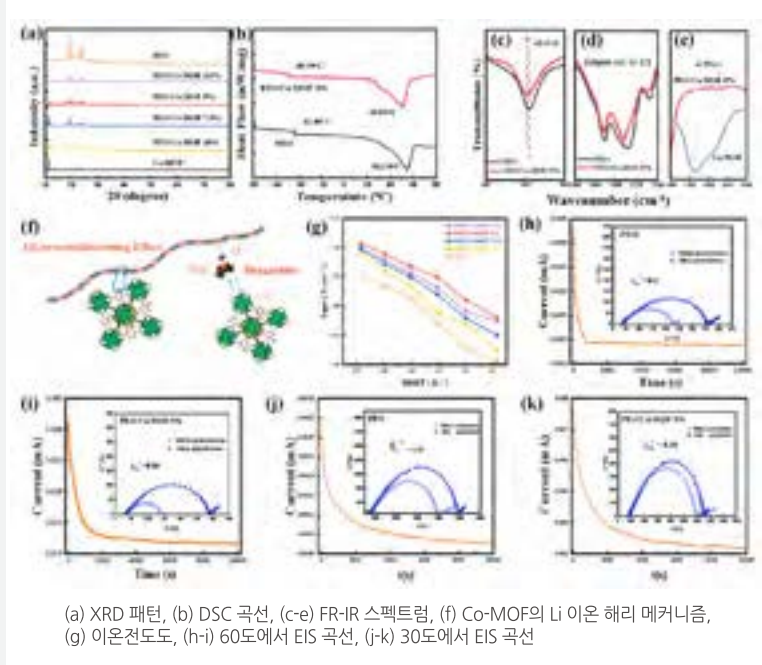
물 부족과 고 염수 처리는 전 세계적으로 커지고 있는 과제다. 최근에 등장한 자가 가열 또는 표면 가열 막 증류 (MD)는 염수 및 기타 폐수원으로부터 신선한 물을 얻는 유망한 방법일 수 있다. 그러나 이 방법은 고유한 단점들이 있어 현실적인 적용을 제한한다. 높은 주입 흐름율에 대한 인내심 부족, 낮은 플럭스, 그리고 대량 주입 스트림을 통한 열 에너지 손실과 같은 것들이 이러한 단점에 해당한다. 이에 본 연구에서는 독창적인 trilayered flow-through in-situ evaporation membrane (FTIEM)을 통한 막 증류 과정을 성공적으로 시연하였다. FTIEM의 최상층으로 PEI-PDA-SBA-15가 스프레이 코팅되며, 이는 수화, 염소 차단 및 열 절연 역할을 하여 중간 주류 가열 층(즉, 물 증발이 일어나는 COOH-MWCNTs-PVA 층)에서 대량 주입 스트림으로 열 손실을 방지한다. 한편 바닥 PVDF 미세 다공성 막은 적절한 진공 압력 하에서 오직 수증기만 통과시키도록 되어 있다. 막 가열에 필요한 전원은 D.C. 공급을

통해 제공된다. 해수 MD 염소 제거 시, FTIEMs는 0.024 kWhL-1 의 가장 낮은 특정 가열 에너지를 달성한다. 게다가, FTIEMs는 높은 염수 처리를 위해 장기간 MD 작동 중에도 최대 플럭스 및 염소 제거율인 각각 29.25 Lm-2h-1 및 99.99 %의 우수한 안정성

과 성능을 나타낸다. 이러한 연구 결과는 고 염수 수 처리를 위한 FTIEMs의 개발을 촉진할 수 있을 것이다.

[J. Chem. Eng., 2023, 452: 139170]

#### [4] 시너지 해리 효과를 통한 PEO 기반 고체 전해질의 이온 전도성 향상



낮은 이온 전도도는 PEO의 높은 결정성과 낮은 세그먼트 운동으로 인해 PEO 기반 고체 고분자 전해질의 상업적 응용을 실현하는 데 장애가 된다. 이 연구에서는 일종의 Co 기반 금속-유기 프레임 워크 (Co-MOF)를 필러로 합성하여 PEO 결정을 억제하고 LiTFSI와 PEO 간의 시너지 해리 효과를 생성하여 이온 전도성을 향상시켰다. 금속 Co<sup>2+</sup>와 TFSI- 사이에 형성된 루이스 산-염기 쌍은 LiTFSI의 해리를 용이할 수 있다. 유기 프레임워크의 니트로 그룹

은 PEO의 에테르 단위를 끌어당겨 Li<sup>+</sup>를 방출하고 Li<sup>+</sup> 호핑 효과를 개선시킨다. PEO/Co-MOF-5%의 이온 전도도는 1.26×10<sup>-4</sup> S cm<sup>-1</sup>에 달하며, 상온에서 120 사이클 후 Li|(PEO/Co-MOF-5%)|LiFePO<sub>4</sub> 셀의 가역 용량은 111 mAh g<sup>-1</sup>에 달한다.

[Mater. Lett., 2023, 362: 134981]

#### [5] 보다 안전한 배터리를 위한 스마트 위험 대응 폴리머 멤브레인

남용 작동과 열 폭주와 관련된 안전 문제가 고에너지 밀도 충전식 리튬 배터리의 대규모 고용을 방해하고 있다. 여기서, 우리는 탄화수소 기반 폴리머에 인을 포함한 작용기를 통합함으로써 배터리 열 폭주의 효과적인 완화를 위해 스마트 위험 대응 폴리머가 준비되었음을 보고한다. 상온에서 폴리머는 전극과 화학적으로 호환되어 안정적인 배터리 작동을 보장한다. 열이 축적되면 인을 포함한 라디칼이 폴리머 골격에서 자발적으로 분리되고 수소 및 하이드록실 라디칼을 제거하여 발열 사슬 반응을 종료하여 초기 단계

에서 열 발생을 억제한다. 스마트 위험 대응 전략을 사용하여 1.8-Ah Li-이온 파우치 셀에 대해 일반 셀에 비해 열 폭주 전 시간을 100%(~9시간) 연장하여 안전 관리를 위한 중요한 시간 창을 생성하는 것을 입증한다. 온도 트리거 자동 안전 대응 전략은 열 남용 위험에 대한 고에너지 밀도 배터리 내성을 향상시키고 더 안전한 충전식 배터리로 가는 길을 열 것이다.

[Sci. Adv., 2023, 9: eade5802]

## [1] SEPARATOR FOR NON-AQUEOUS SECONDARY BATTERY AND NON-AQUEOUS SECONDARY BATTERY

- 등록번호 : US20230275320A1
- 발 명 자 : Megumi Sato, Satoshi Nishikawa
- 출 원 인 : Teijin limited

Provided is a separator for a non-aqueous secondary battery, the separator contains a porous substrate, and a heat resistant porous layer that is provided on one side or on both sides of the porous substrate, and that contains a heat resistant resin and barium sulfate particles, in which an average primary particle size of the barium sulfate particles contained in the heat resistant porous layer is from 0.01  $\mu\text{m}$  to less than 0.30  $\mu\text{m}$ , and in which a volume ratio of the barium sulfate particles in a solid content portion of the heat resistant porous layer is from 5% by volume to less than 30% by volume.

## [2] LITHIUM ION SECONDARY BATTERY AND SEPARATION MEMBRANE

- 등록번호 : US20230178850A1
- 발 명 자 : Masayo HORIKAWA, Akihiro ORITA, Naoto KURODA, Hiroki MIKUNI
- 출 원 인 : LG ENERGY SOLUTION, LTD.

A lithium ion secondary battery containing a positive electrode mixture layer, a separation membrane, and a negative electrode mixture layer, in this order, wherein the positive electrode mixture layer contains a positive electrode active material, a first lithium salt, and a first solvent, the negative electrode mixture layer contains a negative electrode active material, a second lithium salt, and a second solvent different from the first solvent, and the separation membrane contains at least one resin selected from the group consisting of a resin containing, as a monomer unit, at least one monomer having a (meth) acryloyl group, and a resin containing, as a monomer unit, at least one olefin containing fluorine.

## [3] Hollow Fiber Membrane Module for Direct Contact Membrane Distillation-Based Desalination

- 등록번호 : US20230149855A1
- 발 명 자 : Kamallesh Sirkar, Dhananjay Singh, Lin Li, Thomas J. McEvoy
- 출 원 인 : New Jersey Institute of Technology, Applied Membrane Technology, Inc.

Exemplary embodiments in desalination by direct contact membrane distillation present a cylindrical cross-flow module containing high-flux composite hydrophobic hollow fiber membranes. The present embodiments are directed to a model that has been developed to describe the observed water production rates of such devices in multiple brine feed introduction configurations. The model describes the observed water vapor production rates for different feed brine temperatures at various feed brine flow rates. The model flux predictions have been explored over a range of hollow fiber lengths to compare the present results with those obtained earlier from rectangular modules which had significantly shorter hollow fibers.

## [4] COATING METHOD OF SEPERATOR FOR FUEL CELL AND SEPERATOR FOR FUEL CELL

- 등록번호 : US2017/0033374A1
- 발 명 자 : Kwang Hoon CHOI, Woong Pyo HONG, Jiyoun SEO, Hyun Dal PARK, Bokyung KIM, Jungyeon PARK, In Woong LYO
- 출 원 인 : HYUNDAI MOTOR COMPANY

A coating method of a separator for a fuel cell includes steps of vaporizing a precursor to prepare a precursor gas; introducing the precursor gas and a reactive gas into a reaction chamber; and forming a coating layer on a base material by applying a voltage to the reaction chamber to change the precursor gas and the reactive gas into a plasma state.

## [5] Compact membrane module system for gas separation

- 등록번호 : US11660565B2
- 발 명 자 : So Young Lee, Seung Ju Lee, Hyun Seo Park, Jin Young Kim, Sung Jong Yoo, Jong Hyun Jang, Hyoung-Juhn Kim, Hee-Young Park
- 출 원 인 : Korea Advanced Institute of Science and Technology KAIST

A device for separating a gas, such as air, into components, includes a plurality of modules, each module having one or more polymeric membranes capable of gas separation. A set of valves, pipes, and manifolds together arrange the modules in one of two possible configurations. In a first configuration, the modules are arranged in parallel. In a second configuration, the modules are divided into two groups which are arranged in series. The device can be switched from parallel to series, or from series to parallel, simply by changing the positions of a small number of valves, typically three valves. The device can therefore produce gas either of higher purity, or moderate purity, depending on the settings of the valves. The device also includes improved structures for connecting the modules to inlet and outlet manifolds, and also includes devices for temporarily isolating one or more modules from the system.



정리 · 편집이사 **박정태** 교수(건국대학교)  
(jtpark25@konkuk.ac.kr)

## 한국막학회 부울경지회

# 2023

## 정기총회 및 학술대회

일시 : 2023년 10월 4일(수) ~ 5일(목) (1박 2일)

장소 : 금호통영마리나리조트 미륵홀(별관 스포츠센터 2층)

주최 : (사)한국막학회

주관 : (사)한국막학회 부울경지부, 경상국립대학교 국립대학육성사업,  
경상국립대학교 해양산업연구소

### 등록안내

· 등록기간 : 2023. 09. 11(월) ~ 2023. 10.03(화)

· 등록비

구분	등록비	등록비+숙박
학생	50,000원	100,000원
일반	100,000원	150,000원

### 발표접수안내

· 초록접수 마감일 : 2023. 10. 03(화)

- 발표자료는 PPT 10분 이내로 작성해 주십시오.

※ 사전등록과 초록등록은 학회 홈페이지를 이용해 주십시오.

**학술발표회 프로그램**

날짜	시간	행사	미특출	당사출	
10월 4일	12:00~14:00		등록 부울경지부 이사회		
	14:00~14:10	개회	정상현 부울경지부장		
	14:10~14:30	축사 및 사진 촬영	<b>축사 : 김정훈 회장(한국막학회)</b>		
	14:30~18:00	초청 강연 및 구두 발표	<b>이강우</b> 대표 (선진환경)	CO2 광물자원화 공정에서 분리막시스템 활용	구두발표 1
			<b>임승주</b> 교수 (경상국립대)	Gas phase resources recovery technique from liquid waste by pH swing-joule heating membrane	
			<b>박상훈</b> 교수 (국립부경대)	세라믹 막을 이용한 담수화 전지 기술	
			휴식		
18:30~20:00	간담회 및 저녁 식사	<b>김리나</b> 박사 (한국지질자원연)	청정에너지 전환과 리튬 자원 회수 기술 동향	구두발표 2	
		<b>김정환</b> 교수 (인하대)	하수에너지화 및 유용자원회수를 위한 혐기 성 유동상 MBR 기술의 연구개발 동향		
10월 5일	10:00~12:00	구두 발표 및 막공정기반 IT 교육	<b>배효관</b> (UNIST)	막공정기반 IT 교육	구두발표 3

2023 한국막학회 - 한국공업화학회 공동심포지엄

# 탄소중립 실현을 위한 차세대 청정에너지 생산 저장 및 활용 기술







[일 시] 2023년 10월 12~13일(목~금)

[장 소] 한국화학연구원 디딤돌플라자

[주 최] 한국막학회, 한국공업화학회

[후 원] 한국화학연구원

## 초대의 글

21세기에 들어서면서 인류는 급격한 인구증가 및 산업의 비약적인 발전으로 인해 에너지 부족, 천연자원 부족, 수자원 부족 등으로 심각한 위기를 겪고 있습니다. 특히 화석연료의 과다한 사용으로 지구온난화가 심각해지면서 탄소중립을 이끌어 가는 청정한 에너지를 확보하고 활용할 수 있는 차세대 첨단기술에 대한 관심이 전 세계적으로 고조되고 있으며 기술경쟁이 가속화될 전망입니다.

분리막(membrane)은 지속가능한 청정 에너지의 확보 및 활용을 할 수 있는 미래 핵심 첨단기술의 하나로 주목받고 있습니다. 고분자/세라믹/금속 소재의 다양한 기능성 분리막 및 촉매를 결합한 전극/모듈 및 스택/시스템/공정로 등 제반 기술들이 융합되어 이차전지 배터리, 수전해, 저장체, 연료전지 형태로 개발되어 청정 수소의 생산, 청정 에너지의 변환, 생산, 저장 및 전기/수소자동차로 활용 등의 다양한 분야로 확대 적용되고 있어 전 세계 연구자와 산업계로부터 커다란 주목을 받아 매년 괄목할 성장을 지속해 오고 있습니다.

지난 2006년부터 한국공업화학회와 한국막학회는 10여 년 이상 에너지, 환경, 자원 분야의 공동 심포지엄을 개최하여 왔으며 이를 통하여 산·학·연간의 협력을 도모하고, 학술연구와 기술산업화의 활성화를 이끌어 오고 있습니다.

올해 2023년에는 두 학회가 이러한 국내·외에서 이러한 산업계, 학계, 연구계의 시대적인 요구와 의견을 수렴하여 두 학회의 공동 관심 분야인 지속가능한 청정한 에너지 생산, 저장, 변환 및 활용 분야를 선정하여 매년 공동 개최하기로 합의하였으며 “탄소중립 실현을 위한 차세대 청정에너지 생산 저장 및 활용 기술”이라는 주제를 선정하고 국내 최고의 전문가들을 초청하여 관련 기술의 제조 및 개발전략, 연구개발 동향 및 실증 및 시장동향 등에 대한 기술 강좌를 기획하였습니다.

이번 심포지엄은 관련 연구자, 산업체 종사자, 학생들의 관심을 끄는 다양한 주제들로 구성되어 있어 참석하시는 모든 분들께 많은 도움이 될 것이라고 판단합니다. 두 학회 회원 여러분들의 적극적인 관심과 참여를 통해 첨단 기술정보를 교류하실 뿐 아니라 활발한 토론과 협의를 통하여 향후 지속가능한 청정에너지 산업 분야의 발전과 국내외 시장경쟁력을 높이는데 크게 기여할 수 있는 소중한 기회가 되기를 기대합니다.

2023년 10월 12일  
한국막학회 회장 **김정훈**  
한국공업화학회 회장 **심상준**

## ▶ 프로그램

10월 12일(목)

시 간	내 용	
09:00-09:45	등 록	
09:45-09:50		<p><b>개회사 I</b>  <b>김정훈</b> 회장(한국막학회)</p>
09:50-09:55		<p><b>개회사 II</b>  <b>심상준</b> 회장(한국공업화학회)</p>
09:55-10:00		<p><b>축 사</b>  <b>이영국</b> 원장(한국화학연구원)</p>
10:00-10:30		<p><b>연료전지용 탄화수소계 고분자 전해질 막 연구동향</b>  <b>김기현</b> 교수(경상국립대학교)</p>
10:30-11:00		<p><b>리튬황전지와 수계아연전지 응용 소재 및 계면 연구</b>  <b>박호석</b> 교수(성균관대학교)</p>
11:00-11:30		<p><b>전산모사를 이용한 리튬전고체전지용 고이온전도성 고체전해질 설계</b>  <b>류승호</b> 박사(KIST 에너지저장연구센터)</p>



**사회자 : 윤상준** 박사  
(한국화학연구원)




**좌장 : 윤상준** 박사  
(한국화학연구원)

11:30-12:00	 <p><b>하이니켈계 리튬이온전지용 양극재 기술 동향</b> 남승훈 교수(명지대학교)</p>	
12:00-13:20	중 식	
13:20-13:50	 <p><b>고성능/고내구 음이온 교환막 수전해를 위한 전해질막 구조 개선</b> 김성준 박사(한국화학연구원)</p>	
13:50-14:20	 <p><b>직접 방사 CNT 필름을 이용한 에너지 제어 소재 연구</b> 양승재 교수(인하대학교)</p>	
14:20-14:50	 <p><b>그린수소 생산을 위한 수전해용 분리막 기술</b> 이재훈 박사(한국에너지기술연구원)</p>	
14:50-15:20	 <p><b>리튬회수기술 현황 및 기술개발 동향</b> 류태공 박사(한국지질자원연구원)</p>	 <p><b>좌장 : 허윤석 교수</b> (인하대학교)</p>
15:20-15:30	휴 식	
15:30-16:00	 <p><b>효율적인 에너지 저장을 위한 얇은 강화 이온교환막</b> 강문성 교수(상명대학교)</p>	

16:00-16:30		<b>KIER의 암모니아 크래킹 기술개발 현황</b> 정운호 박사(한국에너지기술연구원)
16:30-16:40		<b>폐회사</b> 김정훈 회장(한국막학회)
17:30-19:00	저녁식사 및 간담회	

### 10월 13일(금)

시 간	내 용	
08:30-11:00		-미래 환경, 에너지 변화에 대응하는 분리막 산업 동향 및 연구발전 현황 종합토론 -한국막학회-한국공업화학회의 공동 심포지엄 및 협력 방안 협의 좌장 : 조철희 교수(충남대학교)

# 2023 한국막학회 추계 총회 및 학술발표회

- 일시 : 2023년 11월 22~24일(수~금)
- 장소 : 제주 신화월드 랜딩컨벤션센터

(사)한국막학회는 2023년  
추계 학술대회를 제주 신화월드에서 개최합니다.  
회원분들의 적극적인 참여를 바랍니다.

**사전등록** 10월 23일(월)까지

**초록제출** 10월 16일(월)까지

**문의처** 학회 사무국

Tel. 02-3443-5527

E-mail. [msk@membrane.or.kr](mailto:msk@membrane.or.kr)

## 회의 일정 안내

### ◆ 2023 고문단 제1차 회의

일시 : 2023년 10월 6일(금)  
장소 : 수담한정식

### ◆ 2023 제10차 이사회의

일시 : 2023년 10월 12일(목) 15:00  
장소 : 한국화학연구원

### ◆ 2023 제11차 이사회의

일시 : 2023년 11월 22일(수) 18:00  
장소 : 제주 신화월드 랜딩컨벤션센터

### ◆ 2023 추계 평의원회

일시 : 2023년 11월 23일(목) 11:30(예정)  
장소 : 제주 신화월드 랜딩컨벤션센터

### ◆ 2023 추계 총회

일시 : 2023년 11월 23일(목) 11:30(예정)  
장소 : 제주 신화월드 랜딩컨벤션센터

## 공지사항

### ◆ 2023 한국막학회 부울경지회 정기 총회 및 학술대회

일시 : 2023년 10월 4~5일(수~목)  
장소 : 통영금호마리나리조트 미륵홀

### ◆ 2023 한국막학회-한국공업화학회 공동 심포지엄

일시 : 2023년 10월 12일(목)  
장소 : 한국화학연구원 디딤돌플라자

### ◆ 2023 한국막학회 추계 총회 및 학술발표대회

일시 : 2023년 11월 22~24일(수~금)  
장소 : 제주 신화월드 랜딩컨벤션센터

### ◆ 2023년도 행사 전체 일정

No.	행사명	일시	장소
1	신년회	1월 12일(목)	서초원
2	멤브레인 윈터스쿨	1월 26~28일(목~금)	경상국립대 가좌캠퍼스 & 온라인
3	임원 Workshop	2월 16~17일(목~금)	대전 유성호텔 다모아홀
4	한국막학회-대한환경공학회 공동 심포지엄	3월 30일(목)	한국화학연구원 디딤돌플라자
5	춘계 총회 및 학술발표회	5월 17~19일(수~금)	수원컨벤션센터
6	제31회 하계 Workshop	8월 16~18일(수~금)	강원도 용평리조트 그린피아콘도
7	제5회 멤브레인 서머스쿨	8월 24~25일(목~금)	한국화학연구원 W5연구동
8	2023 한국막학회 부울경지부 정기 총회 및 학술대회	10월 4~5일(수~목)	금호통영마리나리조트
9	한국막학회-한국공업화학회 공동 심포지엄	10월 12~13일(목~금)	한국화학연구원 디딤돌플라자
10	추계 총회 및 학술발표회	11월 22~24일(수~금)	제주 신화월드 랜딩컨벤션센터
10	송년회	12월 7일(목)	흑돈가 삼성점

## 회원 및 회원사 동정

### ❖ 참가고인의 명복을 빕니다

- 재무이사 김종표 박사(롯데케미칼) 부친상(발인 8/13)
- 산학이사 허훈 박사(한국생산기술연구원) 모친상(발인 9/13)

### ◆ 임용을 축하드립니다

- 평의원 이창수 교수 부 경대학교 임용(9/1)

※ 한국막학회에서는 회원님들께 회원 소식(결혼, 부고, 이직, 승진 등)을 안내해드리고 있습니다. 회원님들의 소식을 학회로 알려주시기 바랍니다.

### ◆ 회원정보 업데이트 요청

개인정보가 변경되신 회원분들께서는 학회 홈페이지(www.membrane.or.kr)에 접속하셔서 최신 정보로 업데이트해 주시기 바랍니다. 이메일 주소가 변경된 분은 학회로 바뀐 메일 주소를 알려주시기 바랍니다.

※ 학회지 발송 또는 메일 발송 시 제대로 전달이 되지 못하고 있습니다. 회원님들의 많은 관심과 적극적인 참여를 부탁드립니다.

### ◆ 회원 및 회원사 홍보 안내

- 한국막학회에서는 학회 홈페이지에서 회원 및 회원사를 홍보하고 있습니다. 많은 관심 부탁드립니다.
- 한국막학회 뉴스레터에 회원 연구실 탐방을 게재하려고 합니다. 연구실을 소개하고 싶으신 회원님들은 학회로 연락 부탁드립니다.

## 해외 컨퍼런스 정보

### 2023 AIChE Annual Meeting

5~10 November 2023 / Hyatt Regency Orlando, Orlando, FL

### Membrane Desalination 2023 (MEMDES2023)

19~22 November 2023 / Sitges, Spain

### 53<sup>rd</sup> Petroleum-Petrochemical Symposium of JPI

26-27 October 2023 / Osaka Science & Technology Center

### 2023 MRS Fall Meeting

November 26. December 1 2023 / Boston, Massachusetts | 5~7 December 2023 / Virtual

### 9<sup>th</sup> ACCIS(Asian Conference Colloid and Interface Science) 2023

12~15 December 2023 / The Chinese University of Hong Kong Shatin, NT, Hong Kong SAR, China

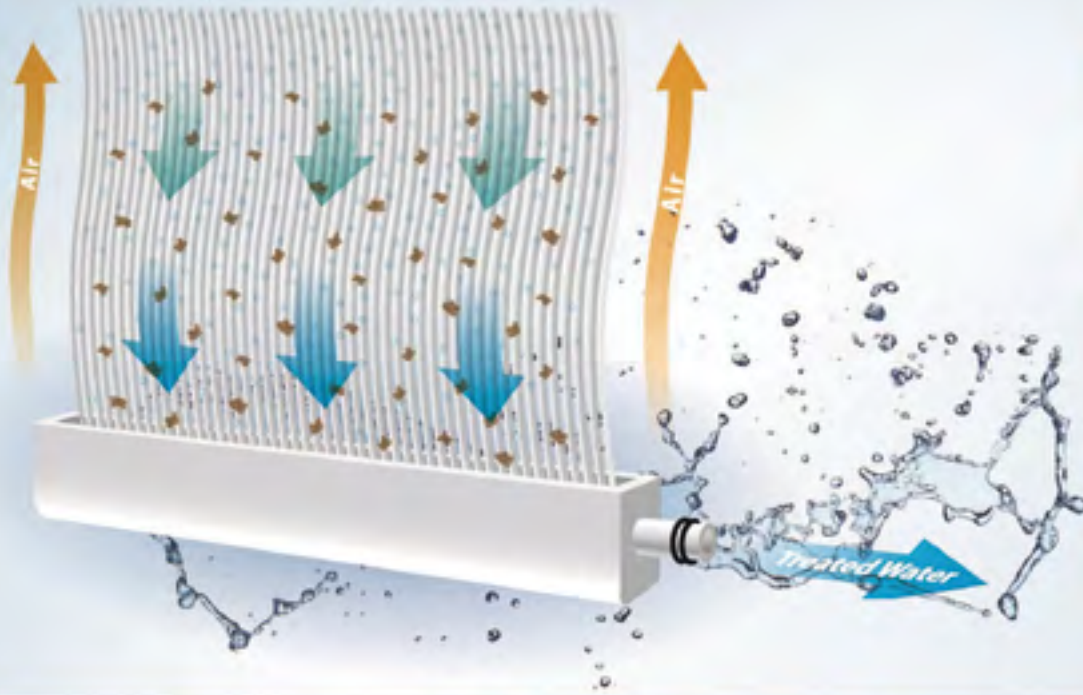
### 9<sup>th</sup> International Conference on Mechanics of Biomaterials and Tissues

16~20 December 2023 / Waikoloa Beach, Hawaii, USA



### End Free 기술이란?

중공사막의 한쪽 끝부분이 고정되지 않고 자유롭게 움직일 수 있도록 설계된 기술집약형 모듈입니다. 처리성능과 효율이 비약적으로 향상된 기술입니다.



분리막 집적도  
25% 증가



분리막 운전 플렉스  
50% 증가



프레임 처리용량  
150% 증가



소요 부지 면적  
60% 감소



막 오염방지 송풍량  
50% 감소

# ECONITY CF Series (E-Type)

처리 효율은 **UP!** 유지관리비는 **DOWN!**



### 세정 방식 변경

- ▶ 막 오염방지 송풍량 50% 감소
- ▶ 조 내 세정 가능
- ▶ 물리적 세정 편의성 증대

### 운영 비용 절감

- ▶ 경제적인 산기 방식 적용에 의한 에너지 절감 (송풍 전력량 0.05kw/m<sup>3</sup>)
- ▶ 세정 방식 변경에 따른 세정 주기 및 약품비 절감
- ▶ 전처리 비용 감소



[www.econity.com](http://www.econity.com)





# Meet Our Water Values, Total Solutions for Water Treatment

## 수처리 멤브레인의 새로운 SOLUTION

소재부터 시스템까지 ONE-STOP SERVICE

에너지 효율이 높은 제품  
자체 개발한 차별화된 소재 기반의 최적 공정설계  
사후 서비스를 통한 품질 보증



고강도 PVDF 분리막



에너지 절감형 모듈



저에너지 고효율 카세트

MEMBRIO

(본사) 의왕시 고산로 56 롯데케미칼 의왕사업장  
(공장) 대구광역시 달성군 구지면 국가산단대로40길 35 롯데케미칼 대구공장

T.031.596.4903  
E. membrane@lottechem.com

LOTTE CHEMICAL



PTFE membrane Coating 공정 ▶

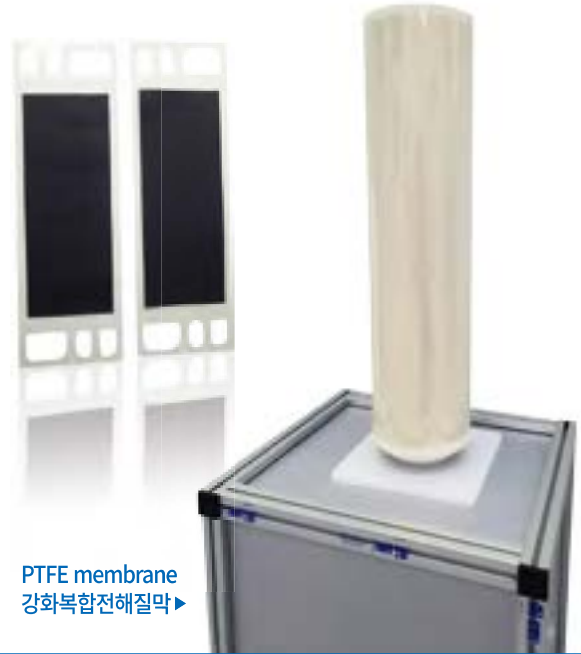


PTFE membrane 공장 ▲



PTFE membrane 제작 공정 ▶

PTFE 전해질막 MEA (Membrane Electrode Assmely) ▶

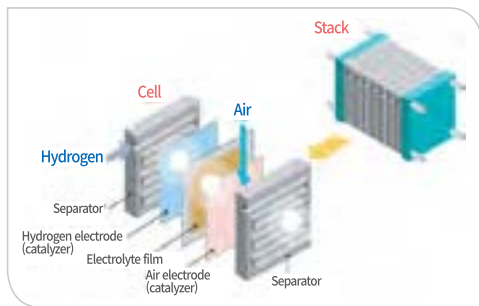


PTFE membrane 강화복합전해질막 ▶

- 국내 최초 국산화 한 PTFE membrane을 적용한 강화 복합막 Trania
- PTFE 강화복합막을 적용한 고성능 MEA
- 순수 및 LNG 개질 수소를 이용한 10kW 건물용 및 500kW PEMFC 소형 발전 시스템

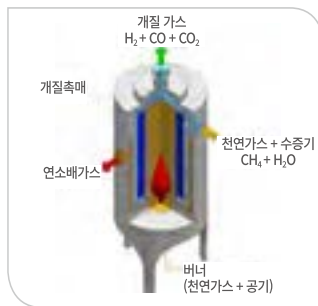
### PEMFC Stack

소형화/고효율화 고성능 PEMFC 스택



### H2 Generator

고순도/고효율 수소추출기



### PEMFC System

시스템간소화/고효율 건물·발전용 고분자전해질 연료전지 시스템 (10~500kW급)



# 2022~2023 후원사

## 골드



## 실버



## 브론즈



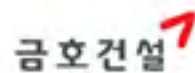
## 일반



태영건설



## 광고 및 전시



## 후원

