

그린수소생산을 위한 수전해 핵심소재 및 시스템 기술

기술분류

기계/소재



기술단계구분

상용화·제품화 기술

연구자정보

울산기술실용화본부(저탄소수소통합시스템)

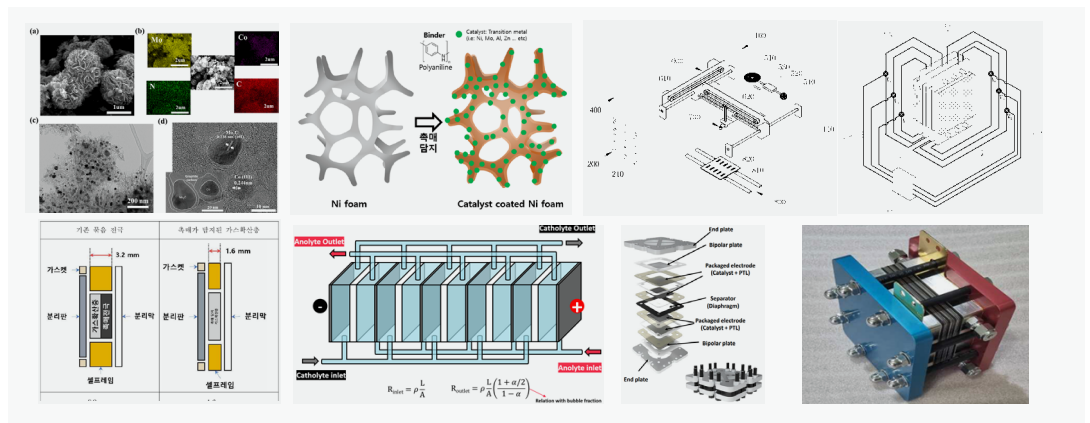
임동하 수석연구원

기술이전문의 | TLO@kitech.re.kr

기술개요

- 회전 수열합성 방법을 이용하여 연료전지 및 수전해 전극촉매 제조 공정을 단순화하고, 제조단가를 절감시킬 수 있으며, 전기화학 촉매의 응집도 및 미세구조의 제어를 통해 전극촉매 안정성을 향상시키는 전극촉매 제조 기술
- 수전해 및 연료전지 전극촉매의 성능 극대화를 위해 효율적인 산소 및 수소 발생 반응을 위한 마이크로 플라워 구조의 전이금속-탄소 복합 촉매 제조 기술
- 수전해 및 연료전지 스택용 핵심소재인 막-전극접합체 제조에 있어 전기화학 촉매를 슬러리로 만들어 고분자 전해질막 표면에 균일하게 분산 코팅하여 막-전극접합체의 성능을 극대화 할 수 있는 자동화 코팅 장치 기술
- 수전해 및 연료전지 스택에서 양극과 분리막과 음극으로 이루어진 복수의 셀이 분리판을 사이에 두고 적층되어 전기화학 반응을 통해 전기에너지 또는 수소를 발생하도록 구성된 온도제어 및 개별 셀의 전기화학적 신호 수신이 가능한 전기화학 스택 기술

주요도면/사진



기술의 특징 및 장점

기존기술 한계

전극코팅 과정에서 막이 우는 현상에 의해 막-전극 접합체 제조가 어려움

기존 스택은 열관리가 되지 않아 스택 과열로 인해 전극과 분리막이 열화되는 등의 문제가 발생

종래의 수전해용 음극은 촉매 지지체와 가스확산층이 따로 구분되어 스택의 두께가 두꺼워지는 문제

재생에너지 기반 간헐적 전력에 의한 스택의 부하변동에 대응이 어려움

개발기술 특성

고분자막 표면에 촉매 슬러리를 균일하게 코팅하고, 막의 변형을 제어하여 막-전극 접합체의 성능을 극대화

스택 내 개별 셀의 전기화학 신호와 분리하여 수득할 수 있고, 열매체 공급관을 통해 냉각수 또는 온수로 각각 셀의 온도를 관리 제어

촉매를 가스확산층에 직접 담지하여 얇은 셀 구조를 가져 경제적·효율적인 음극 제조 기술

간헐적 전력에 대응하기 위한 부하변동 운전 프로토콜로 재생 에너지와 직접 연계하여 운전될 수 있는 기술

기술적용 제품 및 활용분야

- 지역 맞춤형 수전해 시스템의 차별화 방식에 의해 재생에너지 기반 분산형 수소생산방식으로는 부하대응성이 좋고 수소생산 밀도가 높은 고분자전해질막 수전해(PEMEC) 방식을 활용하고, 집중형 수소생산 방식은 기술성숙도가 높고 고용량 수전해에 적합한 알칼라인 수전해(AKLEC) 방식을 적용 가능
- 재생에너지 및 원자력 전력을 활용하여 P2G 형태의 CO₂-free 그린수소생산이 가능하며, 이를 통한 그린수소 환경 인프라 구축의 기반을 구축
- 성능이 우수하지만 고비용인 고분자전해질막 수전해와 경제적이고 안정적이지만 성능이 낮은 알칼라인 수전해 시스템의 융합을 통해 효율적이며 경제적인 수전해 기술을 적용
- 수소모빌리티 산업 확산에 대응하기 위한 이동식 수소 생산 시스템으로 적용이 가능
- 고효율 수전해 시스템 기술 확보로 그린수소 공급 인프라를 구축하기 위한 경제적 비용이 감소하고, 수소를 저가로 안정적인 공급이 가능해짐에 따라 보다 빠른 수소경제 확립에 이바지
- 수전해 핵심소재·부품 및 시스템 국산화가 가능하여 국내외 시장에서의 기술경쟁력 확보가 가능하며, 이를 기반으로 세계 수소경제 전방위에 걸친 수소시장을 타겟으로 관련 산업간 비즈니스 모델을 발굴/구축하여 산업·경제적 이윤창출이 가능

국·내외 시장동향

- 딜로이트 그룹이 발표한 '2023 글로벌 그린수소 전망'에 따르면 전 세계 청정수소 시장의 규모는 2030년 약 6420억 달러, 2050년에는 약 1조 4000억 달러에 달할 것이며, 2030년에는 약 55%의 시장 가치가 아시아 지역에 집중될 것으로 전망
- 전 세계 수소 관련 프로젝트는 현재 1,000개 이상에 달하며, 이는 약 3,200억 달러의 투자비를 포함함. 또한, 청정수소 공급량은 2030년 연간 3,800만 톤 이상에 달할 것이며, 특히 수전해의 경우 2030년 가동을 목표로 한 설비의 총 용량이 230 GW 이상에 달할 것으로 분석
- 전세계 수전해 시스템 시장은 20~30억 달러 규모로 매년 성장할 것으로 전망되며, 시스템 단가 하락을 감안해도 50억 달러 이상의 신규 수소시장이 유지될 것으로 전망되며, 우리나라에서도 수전해 시스템 시장은 급격하게 성장할 것으로 기대
- EU는 수소경제 활성화를 위하여 '지속가능한 산업 밸류체인'을 목표로 세우고, 세계 수소산업 주도권 확보를 위한 노력의 일환으로 2050년까지 그린수소와 관련된 예산을 1,800억에서 4,700억 유로로 증대할 계획을 발표
- 미국은 '청정에너지 혁신' 정책을 기반으로 2035년 온실가스 배출량 제로(net-zero) 실현을 청정에너지표준(CES)에 명시하고, 향후 10년간 그린수소를 기반으로 한 수소경제 활성화에 대한 노력을 진행할 것임을 공표
- 전 세계에서 가장 큰 규모의 태양광 연계 그린수소 생산 과제인 'Hydeal ambition'은 수소생산 단가 목표를 1 kg 당 1.3 €로 제시하였으며, 이를 실현하기 위해 수전해조의 산업화(electrolyzer industrialization)를 제시
- 국내외의 수소시장은 각국의 정책에 발맞추어 가파른 성장을 나타내고 있으며, 수소경제의 핵심이 되는 전해조 기술에 대한 가치는 급격히 상승 중

기술완성도

TRL 1	TRL 2	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 7	TRL 8	TRL 9
TRL 1	응용 및 개발을 위한 기초 원리가 확인, 보고된 단계							
TRL 2	기술적 개념 및 응용성이 확인된 상태							
TRL 3	수치적, 실험적으로 기술개념의 주요기능/특성이 입증된 단계							
TRL 4	구성품/Breadboard에 대한 실험실 수준의 성능 입증 단계							
TRL 5	구성품/Breadboard의 성능이 유사환경에서 입증된 단계							
TRL 6	시스템/서브시스템 모델 또는 시제품이 유사환경에서 시험 및 검증된 단계							
TRL 7	시스템 시제품(Prototype)이 우주 환경(운용환경)에서 시험된 단계 (TRL 8단계 이후는 별도 표시)							
TRL 8	실제 시스템 성능이 운용환경에서 입증 및 인증된 단계							
TRL 9	실제 시스템의 운용 능력이 임무환경에서 입증된 단계							

지식재산권 현황

No.	특허명	출원일자	출원번호	등록번호
1	고분자 전해질 연료전지 및 수전해용 막-전극 접합체 자동화 코팅 장치	2022.03.22	10-2022-0035563	-
2	온도제어 및 개별 셀의 전기화학적 신호 수신이 가능한 전기화학 스택	2023.04.17	10-2023-0050219	-
3	고효율 알칼리 수전해용 전이금속-탄소 복합체 촉매 및 이의 제조 방법	2023.06.21	10-2023-0079775	-
4	이산화탄소 환원용 전극 촉매 및 이의 제조 방법	2022.12.30	10-2022-0190599	-