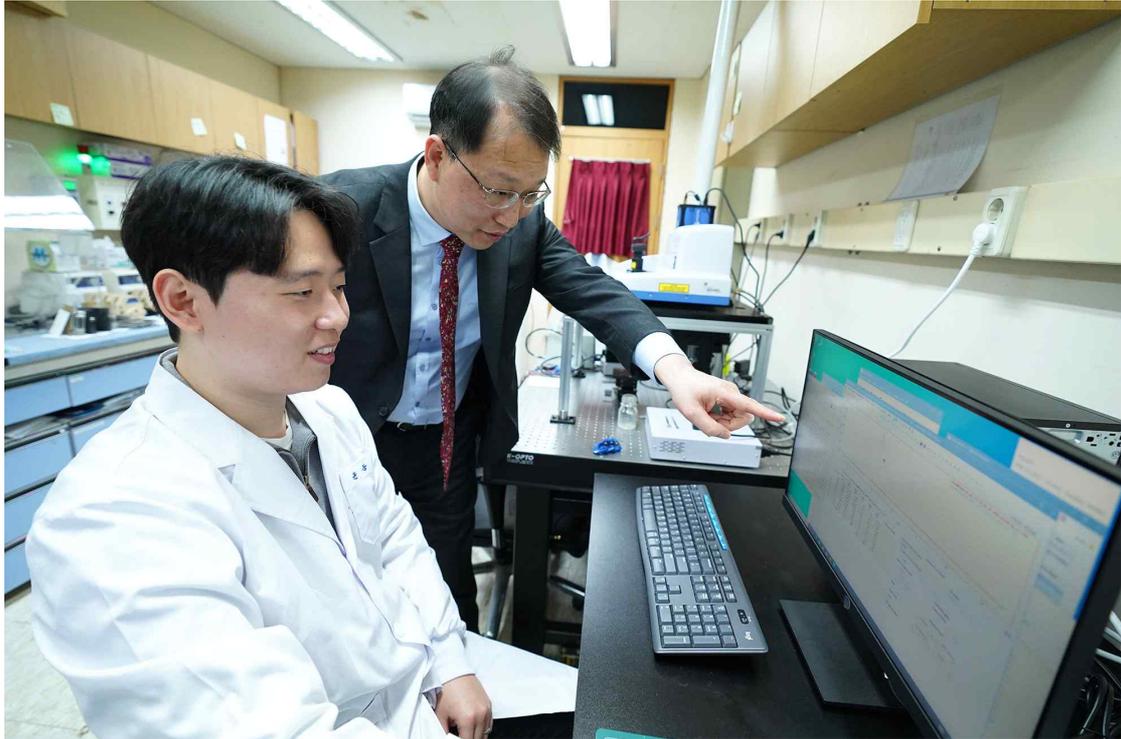


“청정에너지 시대 한걸음 더 가까이”

GIST, 100와트급 수전해 시작품 개발...

암모니아수 활용 친환경 저전력 그린수소 생산

- 이재영 교수 연구팀 백금-이리듐(Pt-Ir) 촉매를 이용한 이중층 구조 전극 통해 일반 수전해 대비 57% 에너지 절감.. 탄소 배출 없이 고순도 수소 대량 생산 가능
- 국제학술지 'Journal of Energy Chemistry'에 게재



▲ (왼쪽부터) GIST 윤동현 박사과정생, 이재영 교수

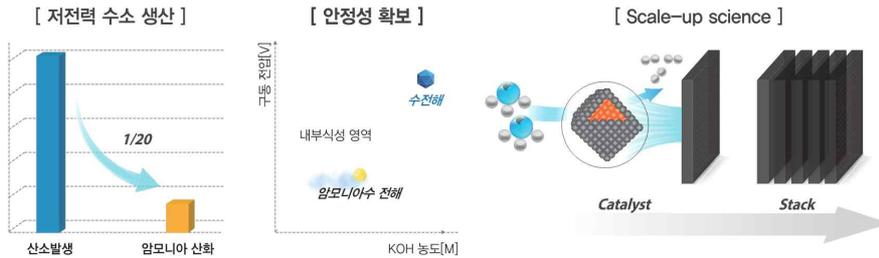
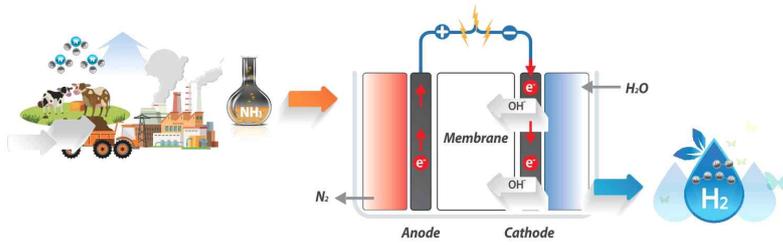
국내 연구진이 암모니아(수)를 이용해 적은 에너지로 온실가스 발생 없이 그린수소를 생산하는 데 성공했다. 이번 연구 성과는 **친환경 수소경제 확장**과 **안정적인 에너지 공급**에 기여할 것으로 기대된다.

광주과학기술원(GIST, 총장 임기철)은 지구·환경공학부 이재영 교수 연구팀이 **정밀화학(기초무기화학) 분야의 핵심인 질산과 암모니아를 기반으로 화학산업의 중추적인 역할**을 하고 있는 'TKG 휴켄스'와 함께 암모니아(수) 전기분해에 가장 효율적인 전극을 개발하고, 나아가 **스케일 업(Scale-up) 접근을 통해 그린수소 생산을 위한 100와트(W)급 수전해 시작품을 개발**하는 데 성공했다고 밝혔다.

* **암모니아(수) 전기분해**: 음이온 교환막을 사이에 두고 산화극(anode)에 암모니아를 사용하며 환원극(cathode)에 물을 사용하여 전기화학적으로 질소와 수소를 생성하는 기술로 추가적인 분리공정 없이 고순도의 수소를 얻을 수 있다.

암모니아(수) 전기분해 공정은 **낮은 반응 온도(상온-80°C)와 상압에서 구동이 가능**하며, 화석연료 개질을 통한 기존 수소 생산 공정과 달리 **이산화탄소를 전혀 배출하지 않는 그린 수소를 생산하는 장점**이 있다.

[암모니아수 완전 전기분해를 통한 저전력 수소 생산]



▲ 저전력 암모니아(수) 전기분해를 이용한 그린 수소 생산 시스템 및 전극 Scale-up 연구 : 전극촉매의 기본 특성만을 확인할 수 있는 소규모(0.2~5.0 cm²) 반응기의 기술적 한계를 극복하고 산업화에 기여하는 계기를 마련하기 위한 총 면적 200 cm²의 스택-모듈 시작품 제작개발 연구.

또한 유사한 공정인 일반 수전해와 비교했을 때 **95% 낮은 이론전압(0.06 V vs. 1.23 V)**에서 실질적으로 동일한 양의 수소 생산 시 **약 1/3에 해당하는 전력**이 소요된다.

반면 기존 열분해 공정에 비해 수소 생산 속도와 효율이 낮다는 단점이 있는데 이를 극복하기 위해 **높은 전류 밀도에서 안정적으로 반응할 수 있는 전극의 개발**이 필수적이다.

연구팀은 백금-이리듐(Pt-Ir) 촉매를 이용한 전극을 이중층 구조로 만들어 암모니아 물질이 보다 잘 전달되도록 하는 한편 내구성을 향상시킴으로써 기존 암모니아(수) 전기분해보다 **높은 전류 밀도를 확보하고 대량의 수소를 안정적으로 생산**했다.

▲ 저전력 암모니아(수) 전기분해를 이용한 그린 수소 생산 시스템 및 전극 Scale-up 연구 : 전극촉매의 기본 특성만을 확인할 수 있는 소규모(0.2~5.0 cm²) 반응기의 기술적 한계를 극복하고 산업화에 기여하는 계기를 마련하기 위한 총 면적 200 cm²의 스택-모듈 시작품 제작개발 연구.

조밀하면서도 작은 구멍이 많은 특징을 가진 **촉매층**이 암모니아(수)의 물질 전달 기능을 효과적으로 수행하고, 가장 바깥에 쌓여 있는 촉매 유실을 막는 **이중층 구조의 촉매층 전극**은 암모니아 산화 반응에 대한 높은 활성과 내구성을 보인다는 것을 확인했다.

결과적으로 연구팀은 **이중층 전극을 포함한 막-전극 일체형 전기분해 반응기 (Single-cell)로 반응 온도와 암모니아(수) 농도를 최적화**하였고, 막-전극 접합체 (MEA) 8개를 쌓아 총 면적 200 cm²의 100와트급 암모니아(수) 전기분해 스택을 개발하는 데 성공했다.

이번에 개발된 100와트급 암모니아(수) 전기분해 스택*은 175 mA cm^{-2} 의 전류 밀도에서 25 L h^{-1} 의 수소 생산량을 달성하였으며, 생산된 수소의 고순도는 가스 크로마토그래프 분석법으로 확인했다.

* 스택: 공급된 물을 분해해 실제로 수소를 생산하는 수전해 설비의 핵심 장치

이재영 교수는 "이번 연구 성과는 '스케일 업'된 스택-모듈 시스템을 최적화함으로써 무탄소 배출 친환경 신기술의 잠재력을 확인하는 동시에 전력 사용량이 57% 이상 감소했다는 점에서 의미 있다"고 평가하며 "(주)이씨스와 후속 연구를 통해 친환경 그린수소 생산의 새로운 패러다임을 제시하는 기술로 성장시킬 것"이라고 덧붙였다.

GIST 지구·환경공학부 이재영 교수팀이 수행한 이번 연구는 TKG 휴켄스와 한국연구재단이 지원하는 공학분야 선도연구센터(ERC 에코시스템 연구센터) 및 산업통상자원부가 지원하는 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원으로 수행되었으며, 화학·응용 기술 분야 상위 2.78 % 의 권위 있는 국제학술지 'Journal of Energy Chemistry'(IF=13.599)에 2024년 2월 7일 온라인으로 게재되었다.

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Journal of Energy Chemistry (Impact factor: 13.599, 2023년 기준)
- 논문명 : 100 W-class Green Hydrogen Production from Ammonia at a Dual-layer Electrode containing a Pt-Ir Catalyst for an Alkaline Electrolytic Process
- 저자 정보 : 윤동현 (공동 제1저자, GIST), 정선기 (공동 제1저자, GIST), 최민준 (공동저자, GIST), 양은혁 연구원 (공동저자, TKG 휴켄스), 이재영 교수 (교신저자, GIST)