

	지스트(광주과학기술원) 보도자료 http://www.gist.ac.kr	
보도시점	2021년 3월 5일(금) 조간(온라인 3월 4일 낮 12:00)부터 보도해 주시기 바랍니다.	
배포일	2021.03.04.(목)	
보도자료	홍보팀 조동선 팀장	062-715-2061
담당	홍보팀 이나영 선임행정원	062-715-2062
자료 문의	신소재공학부 이상한 교수	062-715-2314

차세대 태양전지 이용한 수소생산 효율 향상 실마리 찾아

- 프롤린으로 페로브스카이트 빈자리 채워, 태양전지 성능 향상
- 물처럼 흐르는 액체금속 밀봉기술 통하여 수분 저항성 확보

□ 차세대 태양전지 후보 가운데 하나인 페로브스카이트 태양전지를 이용해 이산화탄소 배출 없이 수소를 안정적으로 얻을 수 있는 새로운 시도가 소개됐다.

***페로브스카이트** : 1839년 러시아 광물학자 레브 페로브스키(Lev Perovski, 17922-1856)가 발견한 광물의 결정구조(ABX_3)의 명칭, 그중 유·무기 혼합 페로브스카이트는 넓은 영역의 빛을 흡수할 수 있을 뿐만 아니라 흡수도 또한 높아 태양전지의 재료로 널리 사용됨.

□ 지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 신소재공학부 이상한·이광희 교수 연구팀은 페로브스카이트 내부결함 제어 및 액체금속 밀봉기술로 효과적이고 안정적인 수소생산이 가능함을 확인하였다.

◦ 기존에도 페로브스카이트 태양전지로 수소를 생산하려는 연구(수전해 및 광전기화학 물분해)가 있었지만 페로브스카이트의 이온결함과 수분에 대한 취약성이 걸림돌이 되었다.

***이온결함** : 결정물질 내부의 이물질로서 전하를 띠고 있는 것

***수전해** : 물 분자(H_2O)를 전기분해하여 수소 분자(H_2)와 산소 분자(O_2)를 생산하는 방법

***광전기화학 물분해**(photoelectrochemical water splitting): 빛으로부터 생산된 전기로 물 분자를 분해해 수소와 산소를 생산하는 방법

□ 연구팀은 아미노산의 한 종류인 L-프롤린을 첨가제로 사용해 페로브스카이트 자체의 이온결합을 보완하였다.

- 특정한 조건에서 양이온과 음이온을 모두 가질 수 있는 L-프롤린이 페로브스카이트 내부의 양이온 결합 및 음이온 결합을 모두 채움으로써 소자의 효율과 안정성을 향상시킨 것이다.

***L-프롤린**(L-proline) : 단백질을 구성하는 20개의 아미노산 중 하나로써, 아민기(amine) 및 카복실기(carboxyl) 이 두 작용기를 모두 가지고 있으며 이는 용액의 pH에 따라 작용기가 가지는 전하가 달라진다.

***양쪽성이온**(zwitterion) : 한가지의 분자에 양이온과 음이온을 동시에 가지고 있는 이온

□ 또한 인듐 갈륨 액체금속과 티타늄 포일로 페로브스카이트를 밀봉함으로써 수분에 대한 취약성도 해결하였다. 수분에 영향을 받지 않을 뿐만 아니라 전극과 소자 간 전하이동도 역시 높여 수소생산 효율을 한층 높일 수 있었다.

- 실제 이렇게 만들어진 소자는 기존 페로브스카이트 광전기화학 소자 대비 2배 이상의 안정성을 가지며 수소생산효율(반쪽전지 효율) 역시 9.6%로 이는 페로브스카이트 소재를 사용한 광전기화학 소자 중 가장 우수한 성능이다. 연구팀은 향후 더욱 안정적인 수소생산을 위한 페로브스카이트 재료연구 및 생산단가를 낮추기 위한 촉매 연구를 추진할 예정이다.

□ 과학기술정보통신부와 한국연구재단이 추진하는 기초연구실사업(글로벌연구실사업), 원천기술개발사업(기후변화대응기술개발사업), 기초연구사업(중견연구)의 지원으로 수행된 이번연구 성과는 재료분야 국제학술지 ‘어드밴스드 펑셔널 머티리얼(Advanced Functional Materials)’에 1월 21일 온라인 게재되었다. <끝>

논문의 주요 내용

논문명	Efficient and stable perovskite-based photocathode for photoelectrochemical hydrogen production
저널명	Advanced Functional Materials
키워드	zwitterion (양쪽성 이온), defect engineering(결함 공학), water splitting (물 분해), hydrogen evolution (수소 생산), organic/inorganic hybrid perovskite (유·무기 혼합 페로브스카이트)
저 자	이광희 교수(대표 교신저자/GIST), 이상한 교수(공동 교신저자/GIST), 김주현(제1저자/GIST), 서세훈 박사(공동 1저자/GIST), 이종훈 박사(공동 1저자/GIST)

1. 연구의 필요성

- 전 세계적으로 지구온난화 같은 기후변화문제의 해결을 위해 탄소중립 사회를 목표로 하고 있다. 이로 인하여 신재생에너지의 사용이 선택이 아닌 필수적이게 되었다. 하지만 신재생에너지의 간헐적인 특성으로 인하여 그 사용이 제한되는 것이 가장 큰 문제점이다.
- 이런 문제를 해결하고자 신 재생에너지원에서 생산된 전기를 이용하여 수소연료를 만드는 일명 광전기화학 물분해 기술이 주목받고 있다. 더군다나 이 기술은 수소가 만들어지는 과정에서 이산화탄소가 나오지 않는 친환경적 방법이기 때문에 일명 ‘그린 수소’ 라고 한다.
- 최근 이런 그린 수소를 보다 값싸고 효과적으로 생산하기 위하여 차세대 태양전지로 떠오르는 페로브스카이트 태양 전지를 광전기화학 물분해 기술에 접목 시키는 연구가 활발히 진행 되고 있다. 하지만 페로브스카이트 물질 자체의 이온 결함과 수분에 대한 취약성이 걸림돌이 되고 있어 이 문제에 대한 근본적인 해결방법이 필요하다.

2. 연구내용

- 연구팀은 소자의 성능을 높이기 위하여 프롤린 첨가제를 이용하여 페로브스카이트 물질 내부에 존재하는 이온 결함을 부동태화 시켰다.

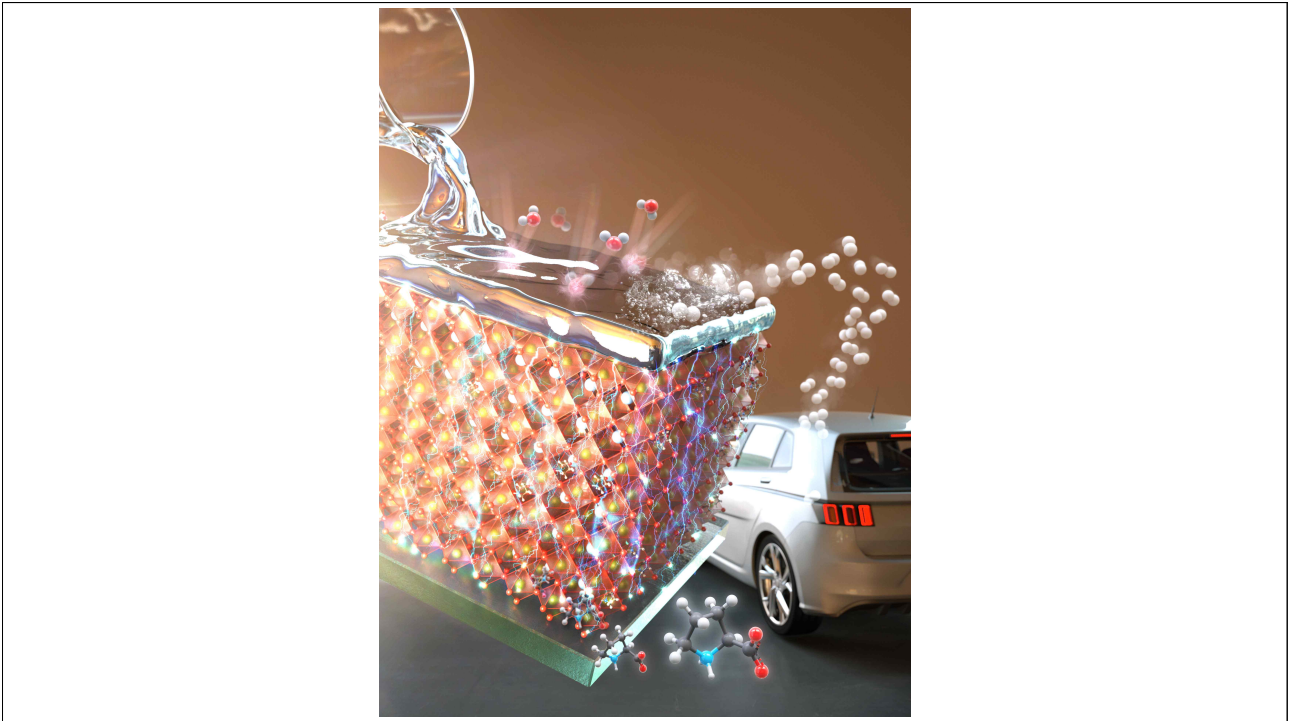
프롤린은 아미노산의 한 종류로서 특정한 수소이온 농도에서 양이온과 음이온을 모두 가지는 양쪽성이온 형태로 존재할 수 있다. 이러한 양쪽성이온은 페로브스카이트 내부의 양이온 및 음이온 결합 모두 부동태화 시킬 수 있으며 그 결과 태양전지 소자 효율 및 안정성 모두 향상 되었다.

- 이어서 소자의 안정성에 큰 영향을 미치는 수분에 대한 취약성을 해결하기 위해서 인듐 갈륨 액체금속과 티타늄 포일을 이용하여 페로브스카이트 물질을 밀봉, 이는 외부환경으로부터 소자를 완벽히 보호해 줄 뿐만 아니라 전극과 태양전지 소자 간의 전하이동 또한 원활하게 해줌으로써 보다 향상되고 안전한 광전기화학 소자를 구현하는 실마리를 제공했다.
- 이렇게 제작된 새로운 페로브스카이트 기반 광전기화학전지는 기존에 연구된 결과에 대비해 높은 개방 전압, 전류 및 2배 이상의 안정성을 가지며 수소생산효율(반쪽 전지 효율)은 9.6%를 기록하였다.

3. 연구성과/기대효과

- 페로브스카이트 태양전지를 광전기화학 물분해 기술에 접목 시 가장 큰 문제점인 내부의 결함을 양쪽성이온 첨가제를 통해 제어하였으며 액체금속 밀봉기술을 통하여 더욱 효율적이며 안정적으로 수소생산을 할 수 있는 소자를 개발하였다.
- 상용 실리콘 태양전지에 버금가는 높은 에너지전환효율 및 저온의 용액공정으로 제작할 수 있어 차세대 태양 전지로 떠오르고 있는 페로브스카이트 태양전지를 광전기화학 물분해 기술을 통하여 그린 수소를 만듦으로써 재생에너지의 간헐적 문제를 해결할 수 있는 단초를 제공, 탄소 중립사회에 한 걸음 다가갈 수 있을 것으로 기대 된다.

그림 설명



(그림) 페로브스카이트 태양전지를 이용해 제작한 광전기화학소자의 모식도, 페로브스카이트 태양전지에서 생성된 전기를 이용하여 수소를 생산하는 그림

연구 이야기

□ 연구를 시작한 계기나 배경은?

신재생에너지 원에서 생산된 전기를 기반으로 물을 분해해 수소를 생산하면 생산과정에서 이산화탄소가 나오지 않는 친환경적 방법으로 수소연료를 얻을 수 있습니다. 이런 수소를 일명 ‘그린 수소’라고 합니다. 최근, 이런 그린 수소를 더욱 값싸고 효과적으로 생산하기 위하여 차세대 태양전지로 떠오르고 있는 페로브스카이트 태양전지를 광전기화학 물분해 기술에 접목시키는 연구가 진행되고 있습니다. 하지만 페로브스카이트 물질 자체의 이온 결함과 수분에 대한 취약성이 걸림돌이 되고 있어 이 문제에 대한 근본적인 해결방법이 필요하여 관심을 갖게 되었습니다.

□ 이번 성과, 무엇이 다른가?

이번 연구성과는 페로브스카이트 태양전지를 광전기화학 분야에 응용 시 나타나는 문제점을 내·외부적으로 해결하는데 그 의의가 있습니다. 페로브스카이트 물질 자체의 결함을 단순한 첨가제를 이용하여 제어함으로써 더욱 효과적으로 전기를 만들 수 있고 그렇게 만들어진 전기로 액체금속 물질을 통해 외부의 요인에 구애받지 않고 안정적으로 물을 분해해 수소로 만들 수 있었습니다. 이는 기존의 연구에 비교하여 가장 높은 성능과 안정성을 가지고 있습니다.

□ 실용화된다면 어떻게 활용될 수 있나? 실용화를 위한 과제는?

현재 우리나라는 전 세계적으로 페로브스카이트 태양전지 분야를 선도하고 있습니다. 이러한 세계적인 수준의 기술과 본 연구결과를 바탕으로 더욱 안정적이며 효율적으로 그린 수소를 생산할 수 있을 것이라 기대합니다. 이렇게 생성된 수소연료는 에너지 문제뿐만 아니라 세계적인 문제인 기후변화 문제를 해결할 실마리가 될 수 있다고 보입니다.