



# GIST(광주과학기술원) 보도자료

<http://www.gist.ac.kr>

보도 일시

**배포 즉시 보도 부탁드립니다.**

보도자료

홍보팀 김효정 팀장

062-715-2061 / 010-3644-0356

담당

홍보팀 이나영 선임행정원

062-715-2062 / 010-2008-2809

자료 문의

신소재공학부 이상한 교수

062-715-2314

## 태양광을 활용한 물 분해 수소 생산용 고내구성 광전극 개발

- 물리적 기상 증착법을 통해 고내구성 구리 기반 금속 산화물 광전극 제작 및 장시간 안정한 수소 생산을 위한 광전류 밀도 확인
- GIST 이상한 교수 연구팀, 화학 분야 국제 저명 학술지 케미컬 커뮤니케이션즈 <Chemical Communications>에 표지 논문으로 선정

- GIST(지스트, 총장 김기선) 신소재공학부 이상한 교수 연구팀이 태양광을 활용해 수소를 생산하는 광전극의 내구성을 향상시키는 기술을 개발했다.
    - 이번 연구성과는 고밀도를 갖는 광전극 박막 증착법이 태양광을 이용한 지속적인 물 분해 수소 생산 기술에 기여할 것으로 기대된다.
  - 차세대 에너지원으로 주목받고 있는 수소를 생산하기 위해서는 태양광을 활용하여 물 분자(H<sub>2</sub>O)를 수소 분자(H<sub>2</sub>)와 산소 분자(O<sub>2</sub>)로 분해해 친환경적으로 수소를 생산할 수 있는 광전기화학전지 시스템이 이용된다.
    - 광전기화학전지 시스템에서 광전극은 수소(H<sub>2</sub>), 산소(O<sub>2</sub>) 분자를 발생시키는 중요한 역할을 한다. 특히 효율적이고 안정적인 물 분해를 위해서는 태양광을 통해 생성된 광전극 내의 전하들이 재결합\*이나 다른 이온들과의 화학 반응없이 물 분자의 계면까지 원활하게 이동하는 것이 중요하다.
- \* 재결합(Recombination): 생성된 전자, 정공 쌍들이 합쳐지면서 전하가 소멸되는 과정
- 수소 분자(H<sub>2</sub>)를 발생시키는 광음극으로써 각광 받고 있는 대표적인 반도체 재료로는 지구상에 풍부하며 넓은 파장의 태양에너지를 효과적으로 흡수할 수 있는 구리 기반 금속 산화물이 있다. 구리 기반 금속 산화물을 이용한 광

음극 박막 제작은 주로 용액 공정이 이용되는데, 용액 공정은 박막의 결정화를 위해서 후열처리가 반드시 필요하다.

- 이때 용액 공정으로 제작된 광음극 박막 내에는 전하 이동 흐름을 방해하는 구조적 결함이 발생할 확률이 높아 광부식현상에 의한 광음극의 내구성이 저하된다. 따라서 기존에는 광음극의 광부식현상을 막기 위해 광음극 표면에 보호층 코팅 또는 값 비싼 촉매의 사용이 필수적이다. 이러한 단점을 해결하기 위해서는 광전극 박막의 품질을 향상 시킬 수 있는 박막 증착 공정이 필요하다.

□ 본 연구팀은 대표적 물리적 증착 방법인 펄스드 레이저 증착법\*을 이용하여 고밀도 이중 구조\*\* (구리 비스무스 산화물( $\text{CuBi}_2\text{O}_4$ )과 니켈 산화물( $\text{NiO}$ )) 광음극 박막을 제작하였다. 고안된 고밀도 이중 구조 광음극 박막의 태양광을 이용한 광전류 밀도는 단일층 구리 비스무스 산화물 광음극 광전류 밀도에 비하여 1.5 배 향상되었다. 특히 고밀도 이중 구조 광음극 박막은 암전류\*\*\* 증가 없이 8 시간 이상 안정적으로 광전류 밀도\*\*\*\*가 유지(초기 광전류 밀도의 약 80%) 되는 것을 확인하였다. 이러한 장시간 안정성은 기존에 보고된 용액 공정으로 제작된 구리 비스무스 산화물 광음극의 안정성 테스트 시간(2~3시간) 보다도 약 3배 이상 지속된 시간이다.

\* 기상증착법(Vapor Deposition)은 증착 공정에 따라 크게 두 가지 분류할 수 있는데, 하나는 PVD(Physical Vapor Deposition)이고 다른 하나는 CVD(Chemical Vapor Deposition)이다. 일반적으로, PVD는 진공 공정을 통해 박막이 증착되어지며, CVD는 화학 용액을 사용하여 고온 열처리 공정을 통해 박막이 형성되어지는 차이가 있다. 펄스드 레이저 증착법(Pulsed Laser Deposition)은 고에너지 레이저광원을 이용하여 진공 분위기에서 고품질 박막을 제작할 수 있는 물리적 기상 증착법이다.

\*\* 이중 구조(Heterostructure): 서로 다른 이중 결정 간의 접합

\*\*\* 암전류(Dark current): 태양광이 광전극에 조사되지 않았을 때, 전위차에 의해 발생하는 전류

\*\*\*\* 광전류 밀도(Photocurrent density): 태양광이 광전극에 조사 되었을 때, 단위 면적당 광전극에서 발생하는 전자-정공쌍에 의해 발생하는 전류

□ 이상한 교수는 “광전기화학전지 물 분해를 통해 수소 생산의 실용화를 위해서는 광전극의 장시간 안정성이 요구되는데 본 연구에서 적용한 펄스드 레이저 증착법과 같은 물리적 기상 증착법을 이용하면 내구성 있는 광전극 제작이 가능하고, 광전극의 안정성을 높일 수 있을 것으로 기대한다” 고 밝혔다.

□ GIST 이상한 교수가 주도하고 GIST 이종민 박사과정 및 윤희지 석사(공동 제1저자)가 참여한 이번 연구는 한국연구재단이 지원하는 미래소재디스커버리 사업을 통해 수행되었으며, 2019년 9월 9일 화학분야 저명 학술지인 Chemical Communications(케미컬 커뮤니케이션즈, IF=6.164)에 논문이 게재되었고, 논문의 우수성을 인정받아 표지 논문으로 선정되었다. <끝>

# 논문의 주요 내용

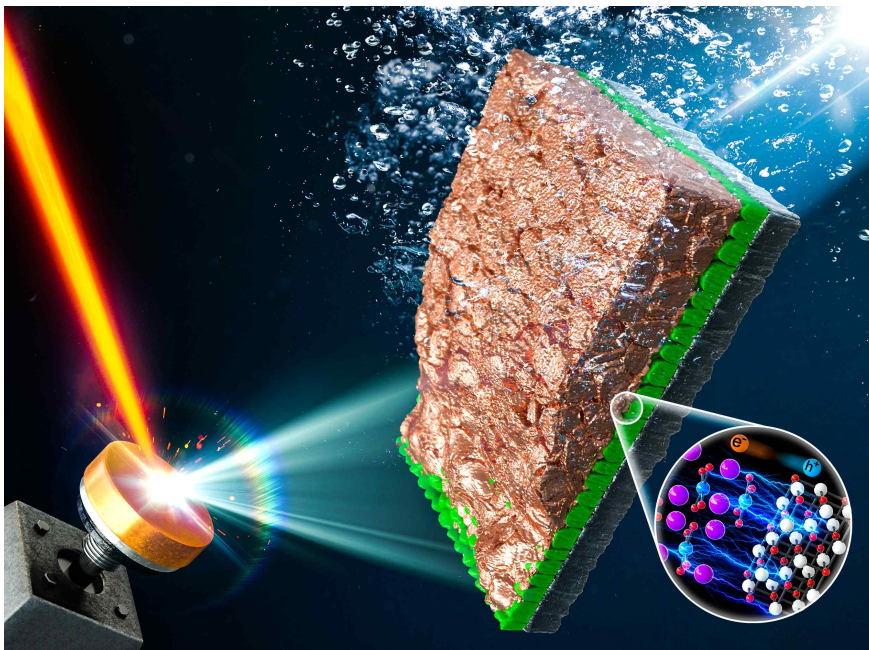
## 1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Chemical Communications

- 논문명 : Long-term stabilized high-density  $\text{CuBi}_2\text{O}_4/\text{NiO}$  heterostructure thin film photocathode grown by pulsed laser deposition

- 저자 정보 : 이종민(GIST 박사과정, 공동 제1저자), 윤홍지(GIST 석사, 現 KICET, 공동 제1저자), 김승규(GIST 박사과정), 서세훈(GIST 박사과정), 송재선(GIST 박사, 現 SK Hynix), 최병욱(KAIST), 최승요(경북대학교), 박현웅 교수(경북대학교), 유상우 교수(경기대학교), 오지훈 교수(KAIST), 이상한 교수(GIST, 교신저자)

## 그림 설명



[그림] 펄스 레이저 증착 공정을 이용하여 내구성 있는 물 분해 광음극 제작 과정에 대한 모식도

\* 오른쪽 하단 원: 이종구조 광 음극 박막을 구성하는 구리 비스무스 산화물과 니켈 산화물의 결정 구조 및 전자-정공 분리 과정