



GIST(광주과학기술원) 보도자료

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

보도 일시	배포 즉시 보도 부탁드립니다.	
보도자료 담당	대외협력팀 김미연 팀장	062-715-2020 / 010-5302-3620
	대외협력팀 이나영 행정원	062-715-2024 / 010-2008-2809
자료 문의	전기전자컴퓨터공학부 박사과정 김영재	062-715-2658 / 010-3046-1627

원뿔대 집광구조를 이용한 고효율 광전극 제작

- 원뿔대 구조를 통한 나노 크기의 집광시스템을 활용하여 고효율 물분해 수소생산가능
- 송영민 교수 연구팀, 국제학술지인 에이씨에스 어플라이드 머트리얼 앤 인터페이스 (ACS Materials and Interfaces)에 게재

□ 국내 연구진이 나노구조의 광학적 설계를 통하여 광전극*의 친환경 수소에너지 생산 효율을 향상시킬 수 있음을 확인하였다. GIST(지스트, 총장 문승현) 전기전자컴퓨터공학부 송영민 교수 연구팀은 질화갈륨** 광전극의 기하학적 형태에 따라(원뿔의 비율, 주기, 지름 및 높이) 빛의 흡수율과 흡수 깊이가 달라지는 특성을 가진다는 사실을 밝히고 원뿔대의 나노구조가 효율적인 수소 생산을 위해 가장 적합한 구조임을 밝혔다.

* 광전극(photoelectrode) : 반도체 물질로, 외부에서 조사되는 태양광을 흡수하여 전자와 정공 쌍을 발생시키는 전극

** 질화 갈륨(gallium nitride) : III-V 족 반도체이며, V족 원소로 질소를 이용한 반도체. 인듐 또는 알루미늄의 농도를 변화시켜 빛의 흡수 파장 대역을 조절할 수 있으며, 화학적으로 매우 안정하며 유독 물질을 사용하지 않아 친환경적인 물질

- 효율적인 수소 생산을 위해서는 발생한 전하들이 광전극과 전해질 사이의 계면으로 전달되는 것이 중요하다. 하지만 기존 광전극 물질은 높은 굴절률 특징을 갖고 있어 반도체 표면에서 빛의 반사로 인해 전하의 형성을 방해한다. 이를 해결하기 위해서는 나노 구조 도입을 통해 빛의 흡수 효율 극대화과 동시에 빛을 효율적으로 집광할 수 있는 광학 구조의 설계가 필요하다.
- 본 연구에서는 최근 가장 각광받고 있는 광전극 물질인 질화 갈륨의 나노구조를 광학 시뮬레이션을 통하여 설계하였으며, 원기둥, 원뿔대, 원뿔의 세 가지 구조에서 원뿔대 구조가 광전극 효율 향상을 위한 최적 구조임을 밝혔다.

- 원뿔대와 원뿔 나노구조의 경우 구조물이 표면에서부터 서서히 기울어지는 형태로 되어 있어 굴절률이 표면에서 점점 증가하게 된다. 빛의 반사는 매질 간의 굴절률 차에서 기인하기 때문에 빛의 반사를 줄여 흡수를 향상시킬 수 있다. 원뿔대 나노구조는 나노 구조 중앙에 빛이 집광되며 원뿔 나노구조에서의 빛은 질화 갈륨 깊숙이 흡수된다. 생성된 전하들은 제한된 이동거리를 갖고 있어, 전해질과 가까운 나노 구조로 빛이 집광될수록 유리하다.

- 원뿔대 나노구조의 광전극 제작을 위해 은 박막을 이용한 열적 비젯음 기법*과 건식 에칭 기법을 이용하였으며, 이번 연구 성과는 값 비싼 리소그래피 공정을 이용하지 않고 광전극을 제작할 수 있으며 대면적 공정 또한 가능하다는 데에 의의가 있다. 제작된 질화 갈륨 나노구조의 흡수율 향상을 확인하였으며, 광전류** 밀도는 기존 구조대비 3배가량 증가됨이 확인되었다.

* 열적 비젯음 기법(thermal dewetting technique) : 수 나노의 은 박막을 높은 온도로 가열할 시 은 입자끼리 서로 뭉쳐 다양한 크기의 나노 섬이 형성됨

** 광전류(photocurrent) : 반도체에 빛이 조사 되었을 시, 전자 정공 쌍의 형성에 의해 생성되는 전류

- 송영민 교수는 “이번 연구에서 태양광 물분해의 효율 저하를 일으키는 광전극 물질의 고유특성인 높은 굴절률과 제한적인 전하 이동거리를 동시에 해결하는 나노 구조를 광학적으로 설계 및 제작하였으며, 기존의 반도체 리소그래피 공정 방식 대비 값이 싸면서도 대면적에 응용 가능하여 향후 태양광 물분해 소자에 널리 활용할 수 있을 것으로 기대된다”고 연구의 성과를 시사했다.

- GIST 전기전자컴퓨터공학부 송영민 교수가 주도하고 신소재공학부 이상한 교수의 참여 및 김영재 박사과정(제1저자)이 수행한 이번 연구는 교육부, 과학기술정보통신부 및 한국연구재단이 추진하는 정보보호 핵심원천기술개발사업(IITP) 및 미래소재디스커버리사업(NRF)의 지원과 한국기초과학지원연구원(KBSI) 사업의 지원으로 수행되었으며, 연구결과는 화학 분야의 세계적인 국제학술지인 에이씨에스 어플라이드 머트리얼 앤 인터페이스 (ACS Materials and Interfaces, IF=8.097) 8월 29일에 게재되었다. <끝>

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 논문명 : Efficient Light Absorption by GaN Truncated Nanocones for High Performance Water Splitting Applications
- 저자 정보 : Yeong Jae Kim (GIST), Gil Ju Lee (GIST), Seungkyu Kim (GIST), Jung-Wook Min (KAUST), Sang Yun Jeong (GIST), Young Jin Yoo (GIST), Sanghan Lee (GIST), Young Min Song (GIST)

용 어 설 명

1. 광 전극 (photoelectrode)

- 반도체 물질로, 외부에서 조사되는 태양광을 흡수하여 전자와 정공 쌍을 발생시키는 전극이다.

2. 질화 갈륨 (gallium nitride)

- III-V 족 반도체이며, V족 원소로 질소를 이용한 반도체. 인듐 또는 알루미늄의 농도를 변화시켜 빛의 흡수 파장 대역을 조절할 수 있으며, 화학적으로 매우 안정하며 유독 물질을 사용하지 않아 친환경적이다.

3. 전자 정공 쌍 (electron hole pair)

- 외부에서 반도체로 빛이 조사 되었을 시, 전자(음의 전하를 띠고 있는 기본 입자)와 정공(양의 전하를 띠고 있는 기본 입자)이 형성되며 물과 반응할 시 수소와 산소를 생성시킨다.

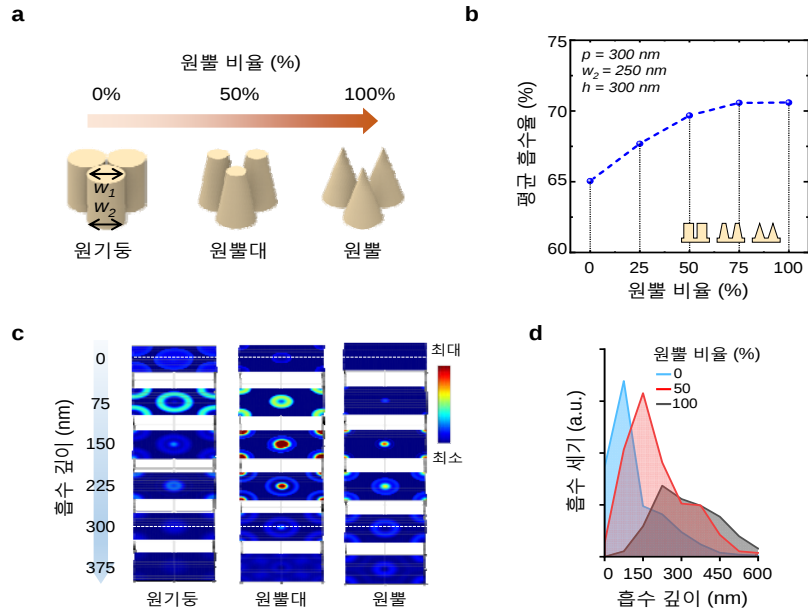
4. 광 전류 (photocurrent)

- 반도체에 빛이 조사 되었을 시, 전자 정공 쌍의 형성에 의해 생성되는 전류

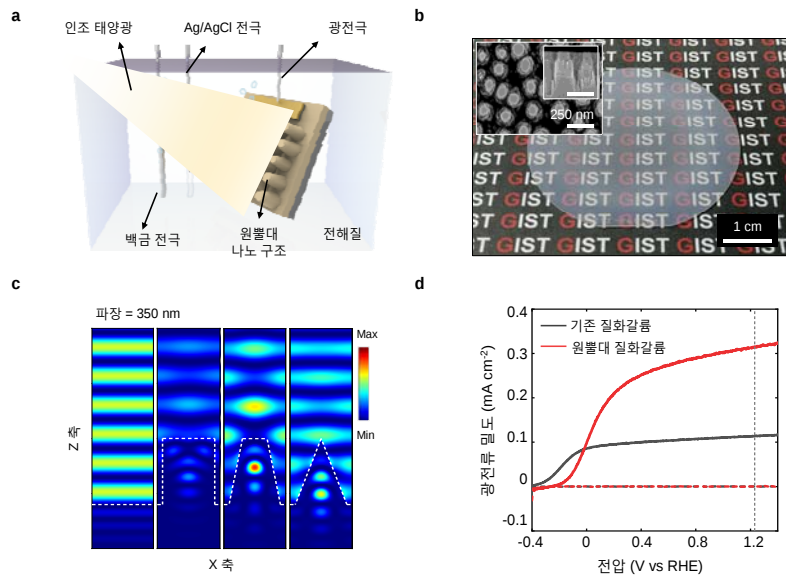
5. 열적 비젯음 기법 (thermal dewetting technique)

- 수 나노의 은 박막을 높은 온도로 가열할 시 은 입자끼리 서로 뭉쳐 다양한 크기의 나노 섬이 형성된다.

그림 설명



(그림 1) (a) 원기둥, 원뿔대, 원뿔 구조 모식도 (b) 원뿔 비율에 대한 평균 흡수율 향상 그래프 (c, d) 원뿔 비율에 대하여 달라지는 흡수 깊이 정도



(그림 2) (a) 광전류 밀도를 측정하기 위한 셋업 모식도 (b) 2인치 크기의 기판위에 GaN 나노구조 형성 (c) 원뿔 비율에 대해 빛의 집광 정도를 보여주는 그래프 (d) 나노구조 형성 전과 후의 광 전류 밀도 그래프