



지스트(광주과학기술원) 보도자료

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

보도 일시	배포 즉시 보도 부탁드립니다.	
보도자료 담당	홍보팀 김효정 팀장	062-715-2061 / 010-3644-0356
	홍보팀 이나영 선임행정원	062-715-2062 / 010-2008-2809
자료 문의	전기전자컴퓨터공학부 장재형 교수	062-715-2209/2293

버려지는 자외선 영역까지 전기에너지로 변환 가능한 하이브리드 유연박막태양전지 기술 개발

- 지스트 장재형 교수 공동연구팀, 나노기술 분야 대표 국제 학술지인 <Nanoscale>에 표지논문으로 선정
- 차세대 하이브리드 태양전지 양산화에 큰 역할을 할 것으로 기대

□ 광주과학기술원(총장 김기선, 지스트) 전기전자컴퓨터공학부 장재형 교수와 한국광기술원(원장 신용진) 정호중 박사 공동 연구팀이 가시광-적외선 태양광만을 사용하던 기존 CIGS 유연박막태양전지에 차세대 형광물질인 페로브스카이트를 적용하여 자외선-가시광-적외선 태양광을 모두 전기에너지로 변환할 수 있는 하이브리드 유연박막태양전지 기술 개발에 성공하였다.

○ CIGS 박막태양전지*는 비 실리콘 태양전지 중에서도 에너지 변환효율이 가장 높으며, 가볍고 유연한 특성을 갖고 있어 차세대 태양전지로서 주목받고 있다. 차세대 형광 물질인 페로브스카이트는 금속과 할로젠족(불소, 염소, 브롬, 요오드)이 결합된 반도체 물질로, 자외선을 가시광으로 변환하는 발광특성을 갖고 있어 최근 LED, 디스플레이 및 태양전지의 광 소재로 널리 사용되고 있다.

* CIGS 박막태양전지: 구리(Cu), 인듐(In), 갈륨(Ga), 셀레늄(Se)의 4원소로 구성된 화합물은 광흡수계수가 실리콘에 비해 10배 이상 크고, 화학적으로 안정적이며 내구성도 높다. 이를 광 흡수층으로 사용하면 태양전지 제조 시 적은 재료 소모와 간소화된 공정만으로도 높은 효율을 구현할 수 있다.

□ 기존 CIGS 유연박막태양전지는 자외선 영역을 포함하는 짧은 파장대역(300~390 나노미터)의 태양광이 태양전지 상부의 투명전극*에서 흡수되어,

해당 파장대역의 태양에너지를 전기에너지로 변환하지 못하는 한계가 있다. 따라서 짧은 파장대역의 태양광을 효과적으로 활용할 수 있는 새로운 CIGS 유연박막태양전지 기술 개발이 요구된다.

* 투명전극 : 가시광선영역의 빛을 투과하면서도 전기전도성을 가지는 기능성 박막전극으로 평판 디스플레이, 터치패널, 태양전지 등의 전극기판으로 널리 사용되고 있다.

□ 지스트-한국광기술원 공동 연구팀은 자외선 영역의 빛을 흡수하여 가시광 대역의 빛을 발광하는 나노 결정의 CsPbBr₃ 페로브스카이트 고효율 형광체 개발에 성공하였으며, 이를 CIGS 태양전지의 투명전극 층 위에 적용하였다.

◦ 그 결과, 가시광 및 적외선 영역뿐만 아니라 자외선 영역까지 포함하는 광대역 태양광을 전기에너지로 변환할 수 있는 CIGS/페로브스카이트 하이브리드 유연박막태양전지를 개발하였다. 기존 CIGS 박막태양전지 상부에서 발생하는 자외선 대역의 손실을 해결하였을 뿐만 아니라, 페로브스카이트의 두께를 조절해 소자 표면에서의 반사를 최소화하여 효율을 극대화하도록 설계하였다.

□ 장재형 교수는 “이번 연구성과를 통해 개발된 고효율 유연 태양전지는 건물일체형 태양전지, 전기자동차, 드론과 같은 다양한 분야에 응용 가능할 것”이라면서, “기존 파장변환 형광체에 비해 제작 공정이 간단하며, 가격 경쟁력 및 광 변환 효율이 우수한 페로브스카이트 응용 연구는 차세대 하이브리드 태양전지 양산화에 큰 역할을 할 것으로 기대한다”고 말했다.

□ 지스트 장재형 교수(교신저자)가 주도하고, 김예찬 박사과정 학생(공동1저자)과 한국광기술원 정호중 박사(공동1저자)가 수행한 이번 연구는 산업통상자원부(MOTIE)가 추진하는 한국에너지기술평가원(KETEP) 사업, 한국산업기술진흥원(KIAT)의 국제공동기술개발사업 및 한국전력(KEPCO)의 전력산업 기초연구 연구개발 사업 지원으로 수행되었으며, 관련 논문은 11월 28일 영국왕립학회가 발간하는 나노기술 분야 대표 국제 학술지인 나노스케일(Nanoscale)에 게재되었고, 표지논문으로 선정되었다. <끝>

- 논문명 : Luminescent down-shifting CsPbBr₃ perovskite nanocrystals for flexible Cu(In,Ga)Se₂ solar cells
- 저자 정보 : 장재형 교수 (교신저자, 광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부 교수), 김예찬 (공동1저자, 광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부 박사과정), 정호중 (공동1저자, 한국광기술원 연구원), 김성태 (공동저자, 광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부 통합과정), 송영현 (공동저자, 한국광기술원 선임연구원), 김보영(공동저자, 한국광기술원 연구원), 김재필 (공동저자, 한국광기술원 수석연구원), 강봉균 (공동저자, 전자부품연구원 연구원), 윤주형 교수 (공동저자, 인천대학교 전기공학과 교수)

연구결과개요

1. 연구배경

- 파리 기후변화협정에서 제시된 에너지 신산업 육성 비전(2030년까지 100조 원 규모, 2025년 제로에너지 빌딩 의무화 등)달성을 위해 미래 지향적이며 친환경적인 태양에너지 기술 개발이 중요하게 되었다.
- CIGS 박막태양전지는 비 실리콘 태양전지 중에서도 에너지 변환효율이 가장 높으며, 가볍고 유연한 특성을 갖고 있어 차세대 태양전지로서 주목받고 있다.
- 기존 CIGS 유연박막태양전지는 짧은 파장대역 (300~390 나노미터)의 태양광이 태양전지 상부의 투명전극에서 흡수되어, 본 파장대역의 태양에너지를 전기에너지로 변환하지 못하는 한계가 있다. 따라서 짧은 파장대역의 태양광을 효과적으로 활용할 수 있는 새로운 CIGS 유연박막태양전지 기술 개발이 요구된다.

2. 연구내용

- 지스트-한국광기술원 공동 연구팀은 차세대 형광물질인 페로브스카이트를 이용하여, 기존 태양전지에서 효과적으로 사용되지 못한 짧은 파장대역의 태양광을 전기에너지로 변환할 수 있으리라는 아이디어에서 연구를 시작하였다.
- 자외선 영역의 빛을 흡수하여, 가시광 대역의 빛을 발광하는 나노 결정의 CsPbBr_3 페로브스카이트 형광체 개발에 성공하였으며, 이를 태양전지의 투명전극 위에 적용하였다. 그 결과 자외선 영역의 태양광이 투명전극층에 흡수되기 전에 가시광으로 변환되어 이를 전기에너지로 사용할 수 있게 되었다. 페로브스카이트의 두께를 조절해 페로브스카이트 형광체의 발광효율을 극대화했고 동시에 표면반사 손실을 최소화하여 광대역 고효율 하이브리드 유연박막태양전지 개발을 실현하였다.

3. 기대효과

□ 현재까지 형광체를 적용한 하이브리드 태양전지 기술개발은 카드뮴 기반의 양자점*, 형광염료*, 희토류 원소*등을 이용한 연구가 주를 이루고 있으나 이와 같은 형광체는 원소 자체가 비싸거나 제작 공정이 복잡하다는 단점이 있다. 본 연구 결과는 기존의 형광체보다 제작 공정 간단하고 저렴한 차세대 형광물질인 페로브스카이트를 응용하여 하이브리드 태양전지 제작에 성공했다는 데 의의가 있으며, 향후 차세대 하이브리드 태양전지 양산화에 큰 역할을 할 것으로 기대하고 있다.

* 양자점 : 나노 크기의 반도체 입자로서, 구성물질 및 크기 조절을 통하여 광학적 특성을 조절할 수 있다. 이러한 양자점의 성질들을 이용하여 최근 디스플레이 및 광전 소자의 광학 소재로서 널리 응용되고 있다.

* 형광염료 : 형광을 발하는 색소의 총칭. 예를 들면 녹색 형광을 수반하는 황색의 산소염료인 플루오레세인이나, 에오신 · 로다민B · 티오플라빈 등이 있다.

* 희토류 원소 : 주기율표의 17개 화학 원소의 통칭으로, 스칸듐(Sc)과 이트륨(Y), 그리고 란타넘(La)부터 루테튬(Lu)까지의 란타넘족 15개 원소를 말한다.

그림 설명

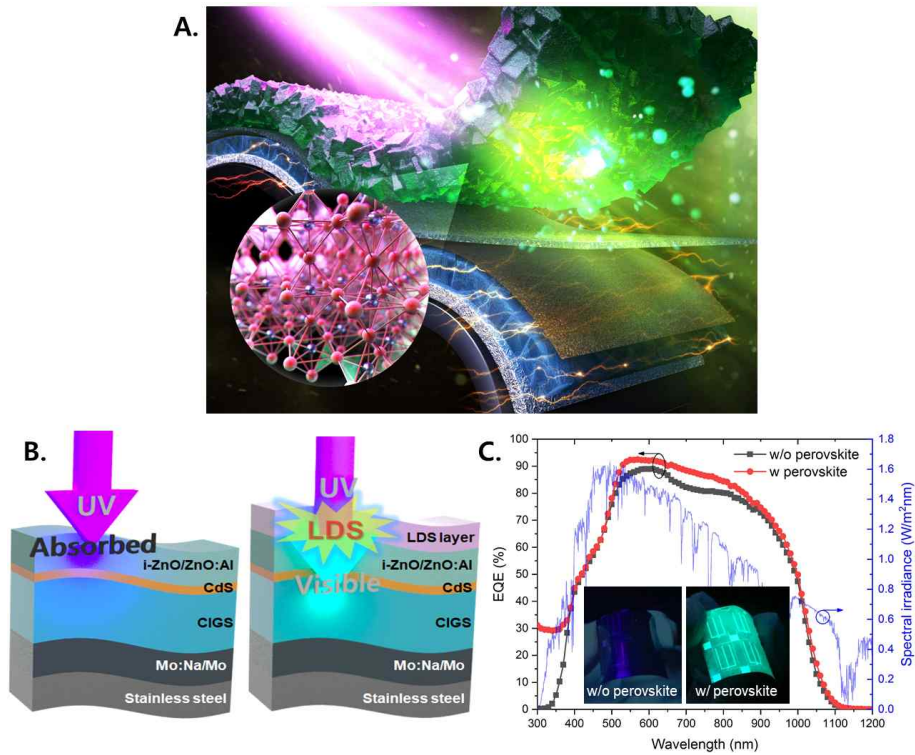


그림 A. 페로브스카이트를 이용해 자외선 영역의 태양광을 가시광선으로 변환(luminescent down-shifting, LDS)시켜 추가적인 전기에너지를 생산하는 CIGS/페로브스카이트 하이브리드 유연박막태양전지 모식도.

* 왼쪽 하단 원: CsPbBr₃ 페로브스카이트의 결정 구조

그림 B. 형광층이 없는 일반적인 CIGS 유연박막태양전지의 구조도와 투명전극 위에 페로브스카이트 형광층이 집적된 CIGS/페로브스카이트 하이브리드 유연박막태양전지 구조도.

그림 C. 형광층이 없는 일반적인 CIGS 태양전지(검은색)와 페로브스카이트가 집적된 CIGS 태양전지(빨간색)의 외부양자효율(External Quantum Efficiency)* 비교 그래프. 페로브스카이트 형광체가 없는 CIGS 태양전지의 경우 390 나노미터 이하 파장 대역의 빛이 윈도우층에서 흡수되어 외부양자효율이 거의 0%에 가까운 반면, 페로브스카이트를 적용할 경우 기존 손실되는 짧은 파장대역의 빛을 가시광으로 변환하여 손실 없이 흡수층까지 도달할 수 있게 되고 최종적으로 외부양자효율이 증가하게 된다. 500 나노미터 이상 파장대역에서도 태양전지 표면에서 발생하는 빛의 반사를 감소시켜 양자효율이 증가함을 알 수 있다.

* 외부양자효율 : 외부로부터 태양전지에 입사한 빛 에너지의 광자의 수당 태양전지에 의해 생성된 전하 캐리어의 수

* 중앙 하단 사진 : 페로브스카이트를 적용하지 않은 소자와 적용한 소자에 자외선램프를 비췄을 때 비교 사진. 페로브스카이트를 적용한 소자에서 청록빛이 발광하는 것을 알 수 있다.