



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	신소재공학부 경민규 박사과정생	062-715-2717 / 010-4924-7191

페로브스카이트 태양전지의 수명을 높인

신규 정공 수송층 물질 개발

- 보론 화합물을 도입한 신규 반도체성 고분자 개발 및 정공 수송층으로 사용하여 페로브스카이트 태양전지의 수명 연장
- 연구성과, 나노 및 에너지소재 분야 최상위급 과학학술지인 에이씨에스 어플라이드 머티리얼스엔 인터페이스지에 게재

□ GIST(지스트, 총장 문승현) 화학과 홍석원 교수와 신소재공학부 이광희 교수 연구팀이 차세대 태양전지로 각광받는 페로브스카이트 태양전지*의 취약한 수명을 높인 신규 정공 수송층 물질을 개발했다고 밝혔다.

* 페로브스카이트 태양전지: 페로브스카이트 결정구조를 가지는 유·무기 복합 이온성 결정소재를 광활성층으로 이용한 태양전지

□ 페로브스카이트 태양전지는 20%가 넘는 높은 에너지 전환효율로 각광받고 있다. 하지만 수분과 산소에 취약한 페로브스카이트 물질의 특성으로 인해 높은 소자 성능이 지속적으로 유지되지 못한다는 단점이 큰 문제점으로 지적되고 있다.

○ 최근 페로브스카이트 태양전지의 수명을 연장시키기 위해 태양전지의 전극과 페로브스카이트 활성층 사이에 새로운 정공 수송층 물질을 도입해 페로브스카이트 층을 외부로부터 보호하여 소자의 안정성을 높이는 시도들이 보고되고 있다. 그러나 이러한 정공 수송층 물질은 일반적으로 낮은 전하이동도를 지니고 있어 태양전지의 에너지 전환효율을 저하시킨다는데 문제가 있다. 전하이동도를 높이기 위한 도핑첨가물을 넣어주는 방법이 있으나 이 경우 도핑첨가물로 인해 소자의 수명이 크게 떨어지게 된다.

□ 연구팀은 페로브스카이트 태양전지의 수명 연장을 위해 도핑첨가물이 필요하지 않고(dopant-free), 소수성(hydrophobicity)을 지닌 신규 반도체 물질을 개발하였다. 페로브스카이트 층에 **얇고 결함(defect)이 없이 덮을 수 있는 정공 수송층으로 도입하여 높은 태양전지 에너지 전환효율(16%)**을 보이면서도 기존에 정공 수송층 물질로 널리 사용되는 PEDOT:PSS*보다 수명을 5배 이상(초기 소자 효율 대비 80% 이상 기준) 높였다.

* PEDOT:PSS (poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate): 유기전자재료로 널리 사용되는 대표적인 공액고분자 물질.

○ 또한 페로브스카이트 태양전지의 에너지 전환효율에 직접적인 영향을 주는 요인으로 전자의 이동을 막고 정공만 선택적으로 이동시키는 점이 중요하다. 이것은 정공 수송층의 필수적인 역할로서 직접적으로 비교 가능한 새로운 반도체성 물질이 필요하다. 연구팀은 보론* 화합물이 포함된 신규 고분자에 전자 주개(electron donating group)와 전자 받개(electron withdrawing group)의 치환체를 도입하여 에너지 준위(energy level) 중 **피점궤도(the highest occupied molecular orbital)****와 **공궤도(the lowest unoccupied molecular orbital)*****를 선택적으로 조절하였다. 이러한 특성을 이용하여 전자의 이동을 막고 정공만 선택적으로 이동시켜 에너지 전환효율을 높이고 소자 효율에 영향을 주는 주요원인을 밝힐 수 있었다.

* 보론: 주기율표에서 원자번호가 5번인 원소

** 피점궤도(the highest occupied molecular orbital): 전자가 결합에 참여할 수 있는 영역에서 가장 에너지가 높은 영역에 있는 분자궤도함수

*** 공궤도(the lowest unoccupied molecular orbital): 전자가 비결합 영역에서 가장 에너지가 낮은 영역에 있는 분자궤도함수

□ 홍석원 교수와 이광희 교수는 “이번 연구성과는 전자적 특성이 다른 치환체를 간단하게 도입할 수 있는 보론 화합물이 포함된 신규 고분자를 개발하여 정공 수송층으로 사용하였고, 이를 통해 페로브스카이트 태양전지의 에너지 전환효율에 직접 영향을 주는 원인 규명 및 소자의 취약한 수명을 연장시킬 수 있었다.”라고 연구의 의의를 밝혔다.

□ 본 연구는 한국연구재단의 글로벌연구실 사업과 GIST GRI 사업의 지원을 받아 수행되었으며, 나노 및 에너지소재 분야 최상위급 과학학술지인 **에이씨에스 어플라이드 머티리얼스 엔 인터페이스(ACS Applied Materials & Interfaces, IF: 8.097)**지에 최근 게재되었다. <끝>

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 논문명 : BODIPY-Based Conjugated Polymers for Use as Dopant-Free Hole Transporting Materials for Durable Perovskite Solar Cells: Selective Tuning of HOMO/LUMO Levels
- 저자 정보 : 홍석원 교수(교신저자, 광주과학기술원), 이광희 교수(공동 교신저자, 광주과학기술원), 경민규(제1저자, 광주과학기술원), 이진호(공동 제1저자, 광주과학기술원)

용어 설명

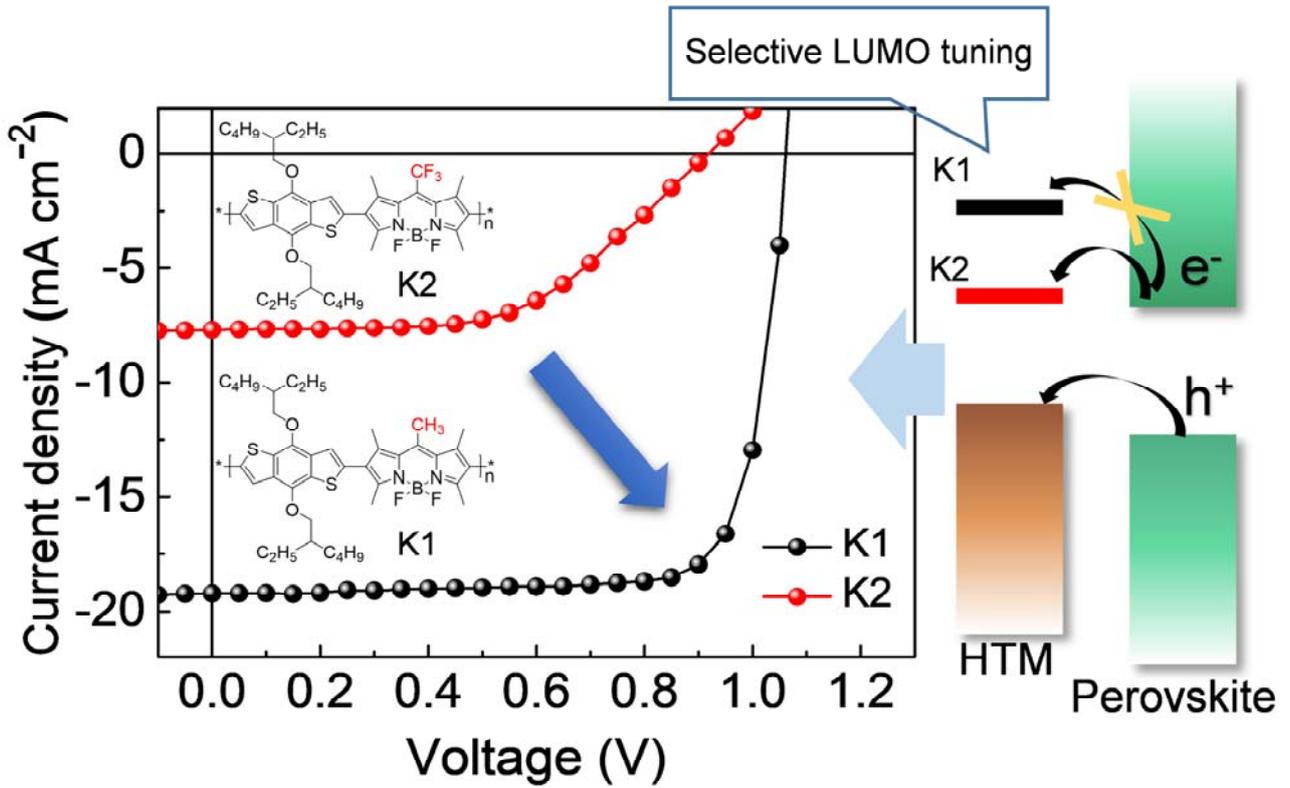
1. 페로브스카이트 태양전지

- 페로브스카이트 태양전지는 태양전지의 한 종류로서 납이나 주석 등과 같은 무기물과 메틸암모늄 등과 같은 유기물이 결합하여 페로브스카이트 구조를 가진 결정화된 소재를 광활성층으로 사용한 태양전지이다. 페로브스카이트 물질은 용액공정이 가능하여 저온에서 쉽게 제조할 수 있어 상용화에 중요한 장점을 가진다. 또한 가시광선 영역에서 높은 흡수율을 보여 태양전지 효율이 20% 이상 보고되었다.

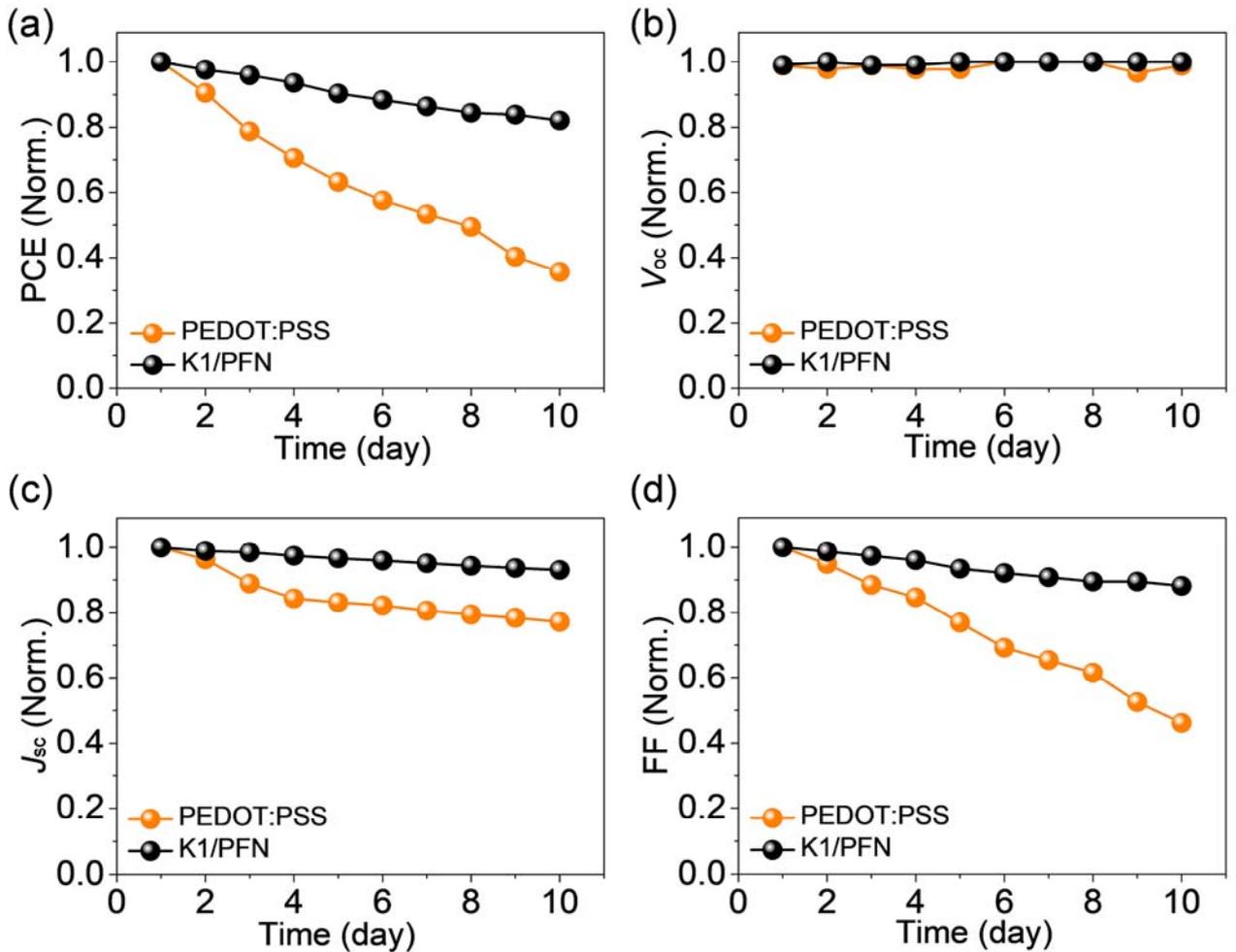
2. 정공 수송층

- 정공 수송층은 음전하를 띤 전자의 이동은 저하시키거나 이동을 막고 양전하를 띤 정공을 선택적으로 이동시키는 역할을 가진다. 뿐만 아니라 광활성층과 전극이 직접 닿지 못하게 하여 분로(shunt)가 발생되지 못하게 막는 것이 중요하다.

그림 설명



(그림 1) 보론 화합물에 있는 치환체의 종류에 따른 에너지 레벨 조절과 이를 이용한 태양전지의 에너지 전환효율 그래프



(그림 2) 연구팀이 개발한 정공 수송층용 고분자와 기존에 널리 알려진 PEDOT:PSS와의 태양전지 수명 비교 그래프

- (a) 시간에 따른 에너지 전환효율 변화
- (b) 시간에 따른 개방 전압 변화
- (c) 시간에 따른 단락 전류 변화
- (d) 시간에 따른 충전율 변화