

# GIST-서울대, 고효율 녹색 페로브스카이트 LED 개발

## 발광체·계면 결함 동시 제어해 세계 최고 수준 성능 달성

- 친핵성 첨가제 도입, 페로브스카이트 발광체 내부 결함과 발광층-정공수송층 사이 계면 결함 동시 억제... 단일 양이온 기반 녹색 페로브스카이트 LED 중 최고 외부양자효율 (23.46%) 달성
- “하나의 첨가제만으로 발광체와 계면의 결함 모두 효과적으로 제어할 수 있어... 고효율 페로브스카이트 LED 개발 및 상용화 기여 기대” 국제학술지 《Small》 게재

광주과학기술원(GIST, 총장 임기철)은 신소재공학부 김호범 교수와 서울대학교 재료공학부 이태우 교수 공동연구팀이 강력한 친핵성 물질을 이용해 페로브스카이트 발광체의 내부 결함\*과 발광층-정공수송층\* 사이의 계면 결함을 동시에 제어함으로써 성능이 크게 향상된 녹색 페로브스카이트 LED\*를 개발했다고 발표했다.

\* 결함: 결정 구조에서 이상적인 원자 배열을 벗어난 부분. 페로브스카이트 결함은 페로브스카이트 소재의 광전자적 특성 및 구조적 안정성을 저해시키는 것으로 알려져 있다.

\* 페로브스카이트 LED: 금속 할라이드 페로브스카이트 소재를 발광층으로 사용하는 LED. 높은 색순도, 공정 용이성, 높은 발광효율 등을 바탕으로 차세대 디스플레이 소자로 각광받고 있다.

\* 정공수송층: 양극에서 주입된 정공이 발광층으로 잘 주입되도록 양극과 발광층 사이에 삽입하는 층. 페로브스카이트 LED는 높은 색순도, 공정 용이성, 높은 발광효율 등으로 인해 OLED와 QLED를 잇는 차세대 디스플레이 소자로 주목받고 있다.

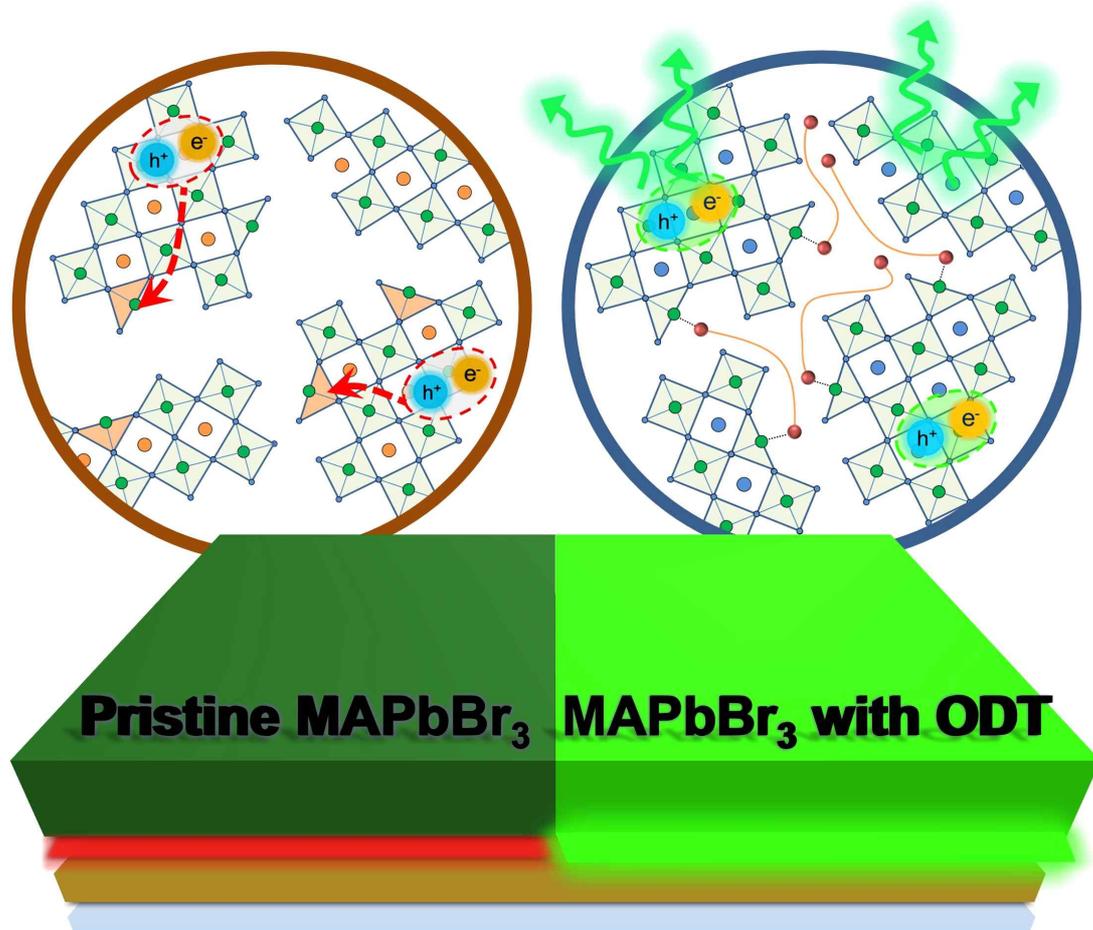
하지만, 페로브스카이트 발광체의 내부 결함과 발광층-정공수송층 사이 계면의 결함은 페로브스카이트 LED의 발광효율과 안정성을 저해하는 주요 요인으로 알려져 왔다.

연구팀은 강력한 친핵성 물질인 ODT(1,8-octanedithiol)의 도입을 통해 페로브스카이트 결정 내 결함과 발광층-정공수송층 사이 계면 결함을 동시에 제어하였으며, 이를 적용해 고성능의 페로브스카이트 LED 소자를 개발했다.

높은 친핵성을 갖는 ODT는 발광체로 쓰인 MAPbBr<sub>3</sub> 페로브스카이트 내 비배워된 납 이온(Pb<sup>2+</sup>)과 상호작용을 통해 효과적으로 결함을 제어할 수 있다.

또한, ODT는 페로브스카이트 결정립을 작게 만들어 엑시톤\*을 공간적으로 가둘 수 있으며, 발광층과 정공주입층 사이 계면에 주로 위치하여 계면에서의 엑시톤 소멸을 방지함으로써 페로브스카이트의 발광 특성을 향상시킬 수 있다.

\* 엑시톤: 전자와 정공이 전기적 인력에 의해 하나의 입자처럼 결합된 준입자로 재결합 시 빛을 방출함.



▲ ODT의 도입을 통한 MAPbBr<sub>3</sub> 페로브스카이트의 발광 특성 향상을 보여주는 개략도. 순수 MAPbBr<sub>3</sub>에서 페로브스카이트 내부 결함과 계면 결함에 의해 엑시톤이 소멸됨(좌). ODT가 MAPbBr<sub>3</sub> 페로브스카이트 내부 결함을 제어하고 엑시톤을 결정 내부에 공간적으로 가두며, 페로브스카이트와 정공수송층 사이에서 엑시톤 소멸을 방지하여 발광특성이 향상됨.(우)

연구팀은 ODT를 도입한 페로브스카이트 발광체를 LED 소자에 적용하여 **단일 양이온 기반 녹색 페로브스카이트 LED 중 세계 최고 수준인 23.46%의 외부양자효율\***을 달성하였다.

\* **엑시톤**: 전자와 정공이 전기적 인력에 의해 하나의 입자처럼 결합된 준입자로 재결합 시 빛을 방출함.

\* **외부양자효율**: 주입된 전자와 정공 중에서 빛으로 변환되는 비율. LED 소자의 주요 성능 지표로, 20%가 넘으면 우수한 페로브스카이트 LED로 평가됨.

김호범 교수는 "이번 연구는 하나의 첨가제를 통해 페로브스카이트 결정 내 결함뿐만 아니라 발광층-정공수송층 사이 계면의 결함까지도 효과적으로 제어할 수 있다"며 "향후 **고효율 페로브스카이트 발광다이오드 개발 및 상용화에 도움**을 줄 수 있을 것으로 기대된다"고 말했다.

GIST 신소재공학부 김호범 교수와 서울대 재료공학부 이태우 교수가 주도한 이번 연구는 한국연구재단(NRF)과 유럽연합 Horizon 2020 연구 및 혁신 프로그램의 지원을 받아 수행되었다.

본 연구 성과는 국제학술지 《Small》에 2024년 9월 25일 온라인 게재되었다.

## 논문의 주요 정보

### 1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Small (IF:13.0 , 2023년 기준)
- 논문명 : Efficient Polycrystalline Single-Cation Perovskite Light-Emitting Diodes by Simultaneous Intracrystal and Interfacial Defect Passivation
- 저자 정보 : 김호범 (제1저자, GIST), 허정민 (제1저자, 서울대), 이태우 (교신저자, 서울대)