

	GIST(광주과학기술원) 보도자료 http://www.gist.ac.kr	
	배포 즉시 보도 부탁드립니다.	
보도 일시		
보도자료 담당	대외협력팀 김미연 팀장	062-715-2020 / 010-5302-3620
	대외협력팀 이나영 행정원	062-715-2024 / 010-2008-2809
자료 문의	고등광기술연구소 우희철 박사	062-715-3347 / 010-5036-6828

리간드확산개질법을 통한 고효율, 고전도성 페로브스카이트 양자점 개발

- 표면개질법을 통한 고효율 및 고전도성 페로브스카이트 양자점 개발, 차세대 고효율 양자점 디스플레이 적용 가능
- 연구성과, 화학분야 저명학술지 <Nanoscale> 표지논문 선정

□ GIST(지스트, 총장 문승현) 고등광기술연구소(APRI, 소장 석희용) 이창열 박사 연구팀은 이재석 교수(GIST 신소재공학부)와 공동으로 발광다이오드(LED)용 고품질 페로브스카이트 양자점* 합성법 및 양자점 박막 개발에 성공하였다.

* 양자점 : 화학적 합성 공정을 통해 만드는 나노미터(nm=10억분의 1m) 크기 반도체 결정체

□ 양자점 소재는 높은 발광효율과 색순도를 가져 TV 및 모바일 시장에서 상용되고 있는 유기발광다이오드(OLED)를 대체할 수 있는 차세대 반도체 소재로 주목받고 있다. 하지만 기존의 양자점 소재(InP, ZnS 등)를 전기발광 소재로 활용하기 위해서는 양자점의 핵(core)을 구성하고 있는 소재를 또 다른 껍질(shell) 소재로 감싸야 하는 어려움이 있다.

◦ 페로브스카이트 양자점은 껍질 구조 없이도 높은 발광효율 및 색순도를 구현할 수 있는 장점이 있어 향후 고효율 양자점 발광다이오드 개발에 핵심 소재로 활용될 것으로 기대된다.

□ 하지만 페로브스카이트 소재는 이온결합으로 이뤄진 소금결정(NaCl)과 같이 이온들의 이온결합으로 이뤄진 결정이므로 기존의 양자점 관련 공정을 활용하는데 어려움이 있다. 기존의 양자점 관련공정은 대부분 물(H₂O)과 같은 극성용매를 활용하는데 이온결합으로 이뤄진 결정은 극성용매에 쉽게 분해되기 때문이다.

◦ 또한 기존의 양자점 소재는 소재의 안정성을 향상시키고, 극성 용매에 잘 분산시키기 위해 양자점 표면을 유기물 리간드(계면활성제)로 처리하여 사용한다. 이 때 사용되는 표면 유기물 리간드의 물성에 따라 양자점 발광다이오드에 활용되는 양자점의 특성 또한 영향을 받는다. 그러나 페로브스카이트 양자점 소재의 경우 아직까지 표면 리간드 처리공정이 개발되지 못했으며, 이는 페로브스카이트 양자점 소재의 최적화 및 소자 응용에 걸림돌이 되고 있다.

□ 본 연구팀은 용매의 전기감수율 및 극성밀도를 제어하여 높은 결정성과 발광 효율을 확보할 수 있는 새로운 페로브스카이트 양자점 합성법을 개발하였다. 연구팀은 또한 유기물 리간드가 양자점 표면과 용액 사이에서 결합과 해리를 반복하는 현상에 착안하여 리간드확산개질법*이라는 새로운 양자점 표면 리간드 처리공정을 개발하였고 이를 통해 페로브스카이트 양자점의 표면개질에 성공하였다고 밝혔다.

* 리간드확산개질법: 계면활성제인 유기물 리간드가 양자점 표면과 용액 사이에서 결합과 해리를 반복하는 현상을 이용해 양자점 표면의 결함을 제거하고 다양한 기능을 갖는 리간드를 부착시키는 표면개질법

◦ 표면개질된 페로브스카이트 양자점을 활용하여 최대 80% 이상의 높은 광발광 효율(PLQY)을 갖는 페로브스카이트 양자점 박막을 제작하였으며, 이를 광활성층으로 이용해 2.5배 이상 효율이 향상된 페로브스카이트 전기발광다이오드(LEDs)를 개발하였다.

□ 이창열 박사는 “페로브스카이트 양자점의 내부 및 표면 결함을 제거함으로써 높은 광발광 효율을 확보하였을 뿐만 아니라, 표면에 다양한 기능을 갖는 리간드를 부착시킬 수 있는 리간드확산개질법을 개발함으로써 페로브스카이트 양자점 소재의 상용화에 있어 중요한 토대를 쌓았다” 고 설명했다.

□ 이재석 교수는 “이번 연구에서 태양전지 및 전기발광소자에서 광활성층 및 발광층으로 활용 가능한 다차원 페로브스카이트 소재의 결정도 및 표면 결함 제거 기술을 확보함으로써 관련 소자의 상업화 및 향후 다양한 응용분야에 페로브스카이트 소재가 활용되길 기대한다” 고 말했다.

□ 본 연구는 한국연구재단이 지원하는 중견연구자 지원사업 및 광주과학기술원의 재원인 GIST 개발과제(광과학기술 특성화연구)를 받아 수행되었으며, 2018년 7월 28일(토) 화학분야 저명 학술지인 Nanoscale(나노스케일)의 표지 논문으로 선정 및 본문에 게재되었다. <끝>

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Nanoscale
- 논문명 : Organic-Inorganic Hybrid Perovskite Quantum Dots with High PLQY and Enhanced Carrier Mobility through Crystallinity Control by Solvent Engineering and Solid State Ligand Exchange(합성용매 변화 및 표면개질을 통한 페로브스카이트 양자점의 발광효율 및 전도성 향상 연구)
- 저자 정보 : Jin Woo Choi(주저자), Hee Chul Woo(주저자), Xiaoguang Huang(공저자), Wan-Gil Jung(공저자), Bong-Joong Kim(공저자), Sie-Wook Jeon(공저자), Sang-Youp Yim(공저자), Jae-Suk Lee(교신 저자), Chang-Lyoul Lee(교신 저자)

용어 설명

1. 페로브스카이트

- 1839년 러시아의 우랄 산맥에서 발견된 calcium titanium oxide(CaTiO_3) 광물과 동일한 결정구조를 가진 물질이다.

2. 양자점

- 특정 무기화합물의 크기가 수~수십 나노미터로 줄어들어 발생한 양자 구속효과로 인해 전기적, 광학적 특성이 변화된 반도체 입자이다.

3. 리간드

- 다양한 탄소길이를 갖는 계면활성제로, 양자점의 표면에 부착되어 양자점이 용액내에서 안정적으로 분산될 수 있도록 한다. 그러나 전도성이 매우 낮아 양자점의 전기적 특성을 저하시키는 주요 원인으로 지목받고 있다.

4. 리간드확산개질법

- 유기물 리간드가 양자점 표면과 용액 사이에서 결합과 해리를 반복하는 현상을 이용해 양자점 표면의 결함을 제거하고 다양한 기능기를 갖는 리간드를 부착시키는 표면개질법이다.

그림 설명

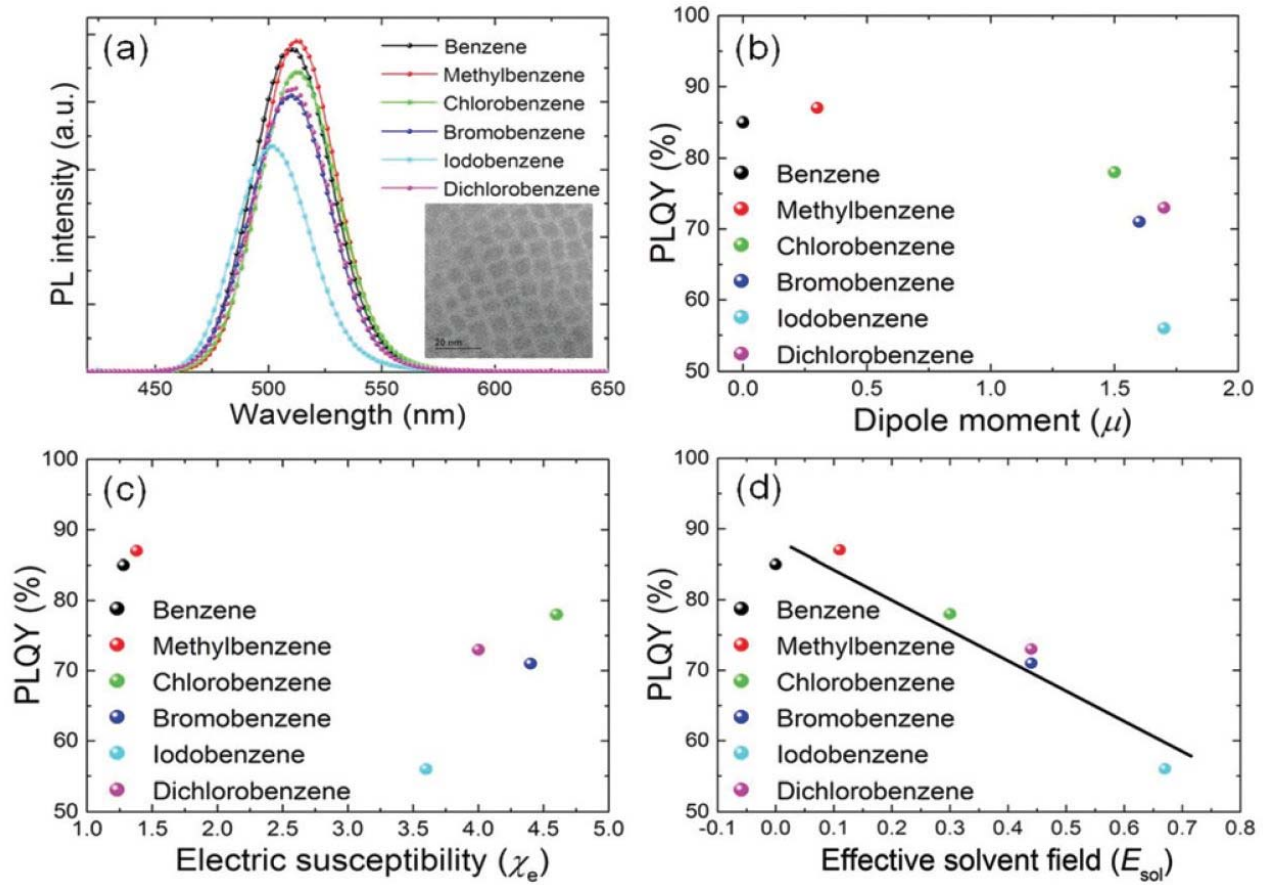


그림 1. (a) 합성시 침전 용매에 따른 페로브스카이트 양자점의 광발광특성 변화 침전용매의 (b) 극성 (c) 전기감수율 (d) 전자기반응성에 따른 광발광효율 변화

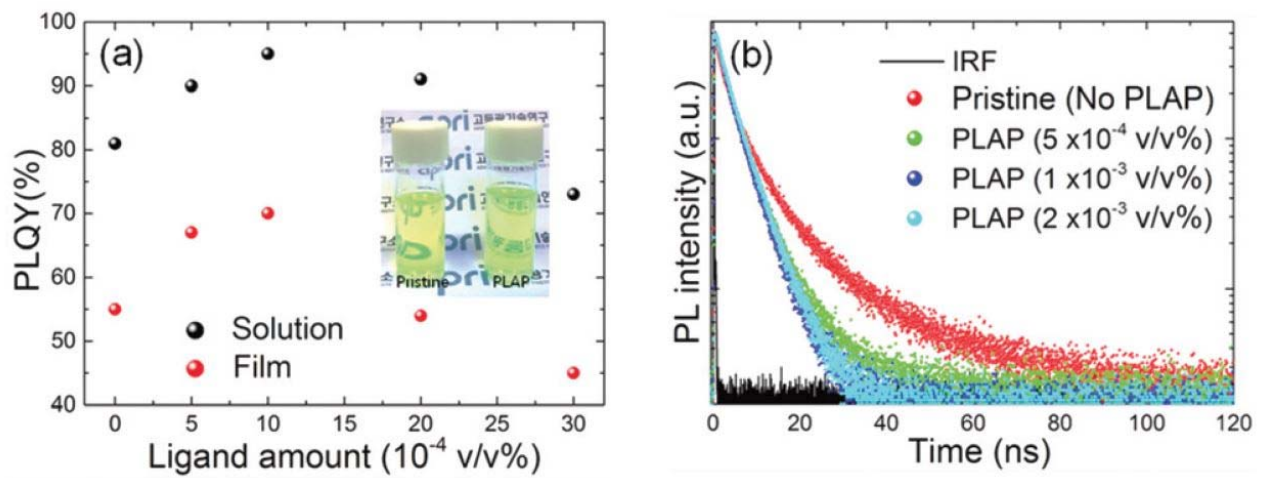


그림 2. (a) 용액 및 박막 상태에서 리간드확산개질법으로 표면개질된 페로브스카이트 양자점 박막의 광발광효율 (b) 지연발광 특성 분석을 통한 표면 결함 특성 분석