

# 고안정성 페로브스카이트 태양전지 소자 개발

서장원 | 한국화학연구원 광에너지융합소재연구센터 (E-mail: jwseo@kric.re.kr)

본 연구진(한국화학연구원 서장원 박사팀)은 최근 열안정성에 취약한 유기-단분자 정공 수송층에 금속 프탈로시아닌 소재를 도입하여 뛰어난 열안정성 페로브스카이트 태양전지 소자를 개발하였다. 이는 다양한 유기전하 소자에 적용되는 정공 수송 재료 중 열적으로 안정한 결정성 신규 소재군의 페로브스카이트 태양전지 소자로의 응용 확대에 기여하였으며 고안정성 페로브스카이트 태양전지 소자 개발에 크게 이바지할 것으로 전망된다.

태양전지 분야는 기존 상용화된 실리콘과 박막 소자 외에 차세대 태양전지 중 저가-고효율의 페로브스카이트 태양전지에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 효율은 이미 실리콘 태양전지에 버금가는 22.1%에 이르고 상용화를 위한 안정성 확보에 대한 관심과 많은 연구가 증대되고 있는 실정이다. 페로브스카이트 소재 자체는 광과 열에 대한 비교적 높은 안정성을 보이나, 높은 습도에 약한 특성을 보이는데 이는 차원제어 소재 개발과 봉지막 개발을 통해 극복할 수 있을 것으로 기대된다. 그러나, 태양전지 소자의 열과 광안정성은 페로브스카이트 필름과 계면을 이루고 있는 층간소재에 따라 특성이 크게 영향을 받고 있는 것으로 판단된다. 특히, 기존 고효율 소자에 주로 사용되고 있는 유기단분자 정공 수송체인 Spiro-OMeTAD를 포함하는 소자는 85 °C에서 급격히 열화가 발생되는 심각한 문제가 있어 고온에서의 장기안정성과 온도변화에 따른 열사이클 안정성이 보장되는 소자에 대한 개발이 꼭 필요하다.

본 연구에서는 300 °C까지 열적 전이가 없는 금속 프탈로시아닌 소재를 정공수송층에 도입하여

18.8%의 소자 효율을 보고하였다. 금속 프탈로시아닌 소재는 결정성 소재이며 페로브스카이트 층 위에 필름을 형성시, edge-on 분자배열성을 보였다. 이에 대해 계면에서 face-on 상호관계를 형성하기 위해 페로브스카이트 결정상의 특정 배향성을 유도하여 높은 소자 효율을 얻을 수 있었다. 한편, 페로브스카이트 필름과 정공 수송층의 친밀한 계면층은 테이프 실험을 통해 높은 물리적 부착 특성을 관측하였다. 연구진은 개발된 이 소자를 통해 100 °C 이상의 온도에서 높은 열안정성과 85 °C 1000시간 이상의 장기안정성을 확인하였고, 50회 반복된 열사이클(-40 °C ~ 85 °C)에 대해서도 소자 특성이 안정적으로 이루어짐을 확인할 수 있었다.

한편 본 연구진은 광안정성 향상을 위한 La이도핑된 BaSnO<sub>3</sub>(LBSO)를 합성하고 TiO<sub>2</sub> 층 대신 적용하여 페로브스카이트 태양전지 소자의 광안정성을 크게 향상시킬 수 있었다(*Science*, **356**, 167 (2017)). 이는 울산과학기술원의 석상일 교수와 공동연구를 통해 진행되었다. 열과 광에 안정한 페로브스카이트 소자 개발은 기존 소자의 층간 소재가 아닌 신규 소재를 통해 고효율 소자를 확보하고 획기적으로 안정성을 향상시킨 것에 의의가 있고 신규 소재 군의 응용 분야를 창출하는데 기여할 것으로 전망된다. 이어서 페로브스카이트 태양전지 상용화에 크게 이바지할 것으로 기대된다.

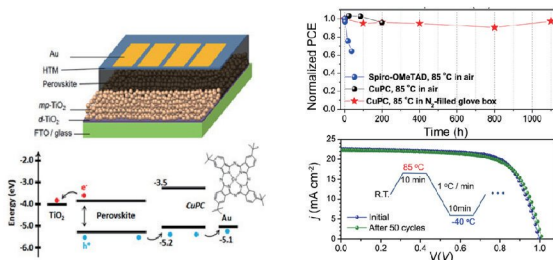


그림 1. 고내열성 페로브스카이트 태양전지 소자 구조 및 열안정성 특성.

본 연구결과는 *Energy Environmental Science*에 "Engineering interface structure between lead halide perovskite and copper phthalocyanine for efficient and stable perovskite solar cells"라는 제목으로 2017년 9월에 게재되었다.(DOI: 10.1039/C7EE01931A).