



지스트(광주과학기술원) 보도자료

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

보도시점	배포 즉시 보도 부탁드립니다.	
배포일	2020.05.13.(수)	
보도자료 담당	홍보팀 김효정 팀장	062-715-2061
	홍보팀 이나영 선임행정원	062-715-2062
자료 문의	신소재공학부 김봉중 교수	062-715-2341

유기금속 할라이드 페로브스카이트의 열적 회복성 규명

- 실시간 투과전자현미경 법을 이용, 고온에서 요오드화납으로 분해되었던 페로브스카이트가 저온에서 완전히 회복됨을 정량적으로 규명... 고내구성, 고수명 유기 태양전지 개발 가능성 확인
- 김봉중 교수 연구팀, 재료화학 국제저명학술지인 ACS Central Science에 표지 논문으로 선정

□ 지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 신소재공학부 김봉중 교수 연구팀이 실시간 투과전자현미경* 법과 단결정 메틸암모늄 납 할라이드 페로브스카이트** 나노로드를 이용하여 산소와 습기가 제거된 고진공에서 페로브스카이트의 열적 분해과정을 정량화하는데 성공했다. 이를 통해 고온에서 분해된 요오드화납***이 저온에서 완전히 회복됨을 규명하였다.

*투과전자현미경(TEM, transmission electron microscope): 고전압의 전자빔(beam)을 쏘아 얇은 물질을 투과하게 함으로써 수십만 배 이상 확대해 관찰할 수 있는 현미경

**메틸암모늄 납 할라이드 페로브스카이트(Methylammonium lead iodide Perovskite): 페로브스카이트 구조를 가진 고체 화합물로 화학식이 $CH_3NH_3PbX_3$ ($X = I, Br \text{ or } Cl$)인 물질. 태양전지, 레이저, 발광다이오드, 광디텍터 등에 활용될 것으로 기대를 모으고 있음

***요오드화납(PbI_2): 실온에서 밝은 노란색 무취 결정성 고체로 가열하면 주황색과 빨간색이 됨

□ 페로브스카이트는 주로 태양전지에 사용되는 물질로 최근 21%를 상회하는 태양전지 전력변환효율을 보이고 있어 각광을 받고 있다. 특히, 단결정 페로브스카이트 구조는 적색과장대로 변이되는 흡수, 더욱 빠른 전하이동, 높은 안정성 등으로 인해 태양전지 뿐만 아니라 엑스선 검출기, 감마선 검출기, 가시광선 검출기 등에 광범위하게 활용되고 있다.

○ 높은 광전환 효율을 갖는 태양전지를 만들기 위해서는 높은 품질의 결정성

과 모폴로지*가 요구된다. 이를 위해 반 용매 공법**을 이용하여 중간상***을 만들고 이를 가열하여 결정질 페로브스카이트를 생산한다. 그러나 이러한 상변화를 위해 주어지는 온도가 너무 높거나 태양전지 작동 시 증가하는 온도는 페로브스카이트를 분해하여 요오드화납을 석출시키고, 전지의 작동이 멈춘 후에도 지속적으로 남아 전지의 효율을 급속히 감소하게 만든다.

*모폴로지(Morphology): 물질의 형태 또는 모양

**반 용매 공법(Antisolvent engineering): 용액 내에서 고상을 석출시키기 위한 공법

***중간상(Intermediate phase): 열역학적으로 준안정상태인 상

- 본 연구에서는 반 용매 공법을 이용하여 최초로 단결정 중간상 나노로드를 합성하였고, 이를 산소와 습기가 제어된 고진공 환경에서 가열하여 중간상, 페로브스카이트, 석출된 요오드화납의 결정구조와 결정의 상호 방향관계를 규명하였다. 더 나아가 섭씨 155도 까지 온도 사이클을 주어서 온도에 따른 요오드화납 입자의 부피를 측정하였고, 이를 통해 페로브스카이트가 요오드화납으로 분해되기 위한 엔탈피*를 구했다. 또한 요오드화납이 석출되는 동안 메틸암모늄 납 할라이드 분자가 증발하지 않고, 페로브스카이트 내에 과농축됨을 발견하여 새로운 형태의 열역학적인 상태도를 만들 수 있었다.

*엔탈피(Enthalpy): 열역학에서 사용하는 물리량의 하나. 계 밖에서 가해진 압력과 그것에 의하여 변화한 부피 곱을, 계의 내부에너지에 보탠 양

- 놀랍게도 고온에서 석출되었던 요오드화납이 저온에서 단결정 페로브스카이트로 회복되었는데 이때 캐리어 모빌리티*, 포획밀도**, 유전상수***도 회복됨을 확인하였다.

*캐리어 모빌리티(Carrier mobility): 외부에서 가해진 전기장에 대한 전자의 표류 속도의 비로 정의.

**포획밀도(Trap density): 전하의 이동을 제한하는 물질내의 결함 밀도.

***유전상수(Dielectric constant): 전하 사이에 전기장이 작용할 때, 그 전하 사이의 매질이 전기장에 미치는 영향을 나타내는 물리적 단위

- 김봉중 교수는 “본 연구결과는 취약한 열적 안정성과 효율증가의 한계에 부딪혀 있는 페로브스카이트 태양전지 연구에 근본적인 해결책을 제시했을 뿐 아니라, 유기금속 할라이드 페로브스카이트의 열역학적 특성을 정량적으로 규명한 최초의 사례”라고 말했다.

- 지스트 신소재공학부 김봉중 교수(교신저자)가 주도하고 조용륜 연구원(제1저자)이 참여한 이번 연구는 삼성전자 미래기술육성센터의 지원을 받아 수행

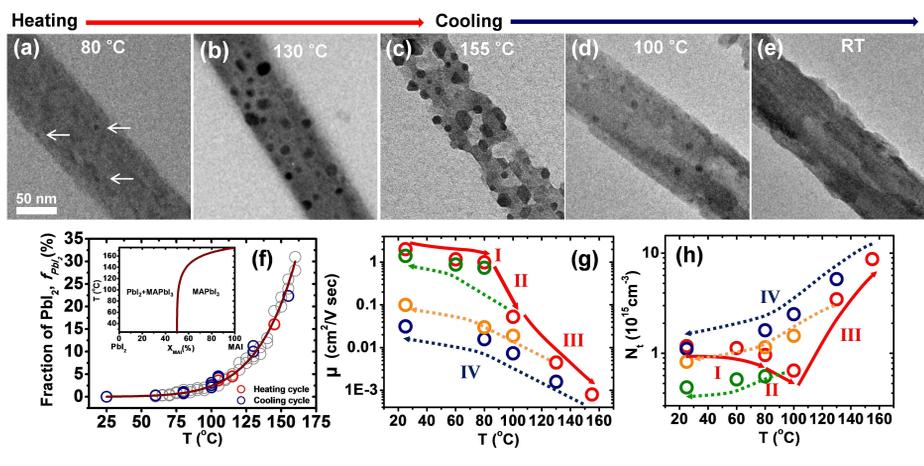
되었으며, 이번 연구성과는 재료화학 분야 국제저명학술지 에이씨에스 센트럴 사이언스(ACS Central Science, IF: 12.837)에 2020년 5월 7일자 온라인으로 게재되었다. 또한 학계 및 일반인에게 널리 알릴만한 내용으로 인정받아 학술지의 표지논문으로 선정되었다. <끝>

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : ACS Central Science
(2019 JCR Impact Factor: 12.837)
- 논문명 : Reversible decomposition of single-crystal methylammonium lead iodide perovskite nanorods
- 저자 정보 : 조용륜(지스트 박사과정, 제1저자), 김봉중 교수(지스트, 교신저자)

그림 설명



[그림1] 페로브스카이트 나노로드 온도 사이클 실시간 연구

- (a-e) 섭씨 155도 온도 사이클시, 페로브스카이트 나노로드의 명시야 상 이미지들
- (f) 온도에 대한 PbI₂ 부피변화에 대한 그래프 (내부이미지: PbI₂-MAI 상태도)
- (g, h) 온도에 대한 모빌리티와 포획농도 변화 그래프