

★ 배포 즉시 보도하여 주시기 바랍니다.

보도자료



한국연구재단
National Research Foundation of Korea

<홍보실> 실장 김한기, 담당 장효정 ☎ 042-869-6116

<자료문의> 광주과학기술원(GIST) 신소재공학부 이광희 교수(062-715-2325)

페로브스카이트 태양전지 모듈 효율 높이는 새로운 모듈 구조 개발

□ 차세대 태양전지로 주목받는 페로브스카이트 태양전지의 모듈 효율을 높이는 기술이 개발됐다. **GIST(지스트, 총장 문승헌)** 이광희 교수(신소재공학부) 연구팀이 전기화학적 패턴 방식을 이용해 페로브스카이트 태양전지의 모듈 효율을 높이는 모듈 구조를 개발했다고 한국연구재단(이사장 노정혜)은 밝혔다.

□ 페로브스카이트 태양전지는 용액 공정이 가능하고 소자의 에너지 전환 효율(2018년 기준 22.7%)이 높아 미래 에너지원으로 주목받고 있다. 하지만 페로브스카이트 태양전지 상용화를 위해서는 정밀한 패턴 공정으로 유효 면적*을 극대화해 고효율의 대면적 모듈을 제작하는 기술이 필요하다.

* 유효 면적 : 태양전지 모듈에서 광활성 영역(빛을 흡수하여 전하를 생성하는 영역)이 차지하는 면적

□ 연구팀은 유·무기 복합 페로브스카이트가 이온 전도성이 있다는 것을 확인하고, 직렬연결 부위에 금속 나노 전극을 형성함으로써 새로운 모듈을 구현하는 데 성공했다. 특히 연구팀이 개발한 페로브스카이트 태양전지 모듈은 유효 면적 94.1%, 모듈 효율 14.0%를 달성했다.

○ 금속 나노 전극을 이용하면 모듈 연결 시 발생하는 단위 셀의 비활성 영역 길이를 $600\mu\text{m}$ (마이크로미터) 수준까지 감소시켰다. 이로 인해 단위 셀 길이 1cm의 페로브스카이트 태양전지 모듈 제작 시 유효 면적을 94.1% 수준까지 넓힐 수 있었다.

□ 이광희 교수는 “이 연구는 현재 페로브스카이트의 낮은 모듈 효율을 개선할 수 있는 새로운 모듈 구조를 개발한 것”이라며 “앞으로 화석연료 자원을 대체하는 차세대 태양전지 상용화와 산업화를 한 단계 앞당긴 것으로 평가할 수 있다”라고 연구 의의를 설명했다.

□ 이 연구는 과학기술정보통신부·한국연구재단 기후변화대응기술사업, 산업통상자원부·한국에너지기술평가원 신재생에너지핵심기술사업의 지원으로 수행되었다. 최고 권위 국제학술지 사이언스(Science)의 자매지인 사이언스 어드밴스즈(Science Advances)에 8월 17일자 논문으로 게재되었다.

<참고자료> : 1. 주요내용 설명
3. 연구 이야기

2. 그림 설명

1 주요내용 설명

□ 논문명, 저자정보

논문명	High-efficiency large-area perovskite photovoltaic modules achieved via electrochemically assembled metal-filamentary nanoelectrodes
저자	이광희 교수(교신저자, 광주과학기술원) 강홍규 연구교수(공동 교신저자, 광주과학기술원) 홍순일 박사(제1저자, 광주과학기술원) 이진호 박사(공동 제1저자, 광주과학기술원)

□ 연구의 주요내용

1. 연구의 필요성

- 페로브스카이트 태양전지 모듈 제작시 모듈을 구성하는 각 셀의 상부전극과 하부전극의 연결을 위해 페로브스카이트 태양전지를 구성하는 층들의 패터닝공정이 필수적이다. 따라서, 고효율의 대면적 페로브스카이트 태양전지모듈 제작을 위해서는 균일한 대면적의 페로브스카이트 필름 형성 외에 정밀한 패터닝공정으로 유효면적을 극대화하는 것이 반드시 필요하다.
- 기존 페로브스카이트 태양전지 모듈에서의 패터닝방식은 복수의 패터닝해야 하거나 레이저 스크라이빙 기술을 이용하여 직렬 연결 부위에 형성된 층들을 제거해 나가는 방식이었다. 하지만 이는 유효면적 및 공정 비용의 증가를 야기하였다. 연구팀은 이러한 모듈 제작 방식의 문제를 해결하기 위해 금속 필라멘트 나노전극을 이용한 모듈 제작 기술 개발 연구에 돌입하게 되었다.
- * 패터닝공정 : 페로브스카이트 태양전지 모듈 제작 시, 구성 단위 셀 간의 직렬연결을 위해 단위셀의 전극이 인접한 다른 셀의 반대전극과 접촉시킴(예: 단위셀의 음극과 인접한 다른 셀의 양극). 이를 연속공정에 적합한 스트라이프 형태의 셀 단위로 각각 코팅하거나, 후속 공정을 통해 스트라이프 형태를 추가적으로 구현하는 공정이 필요함.

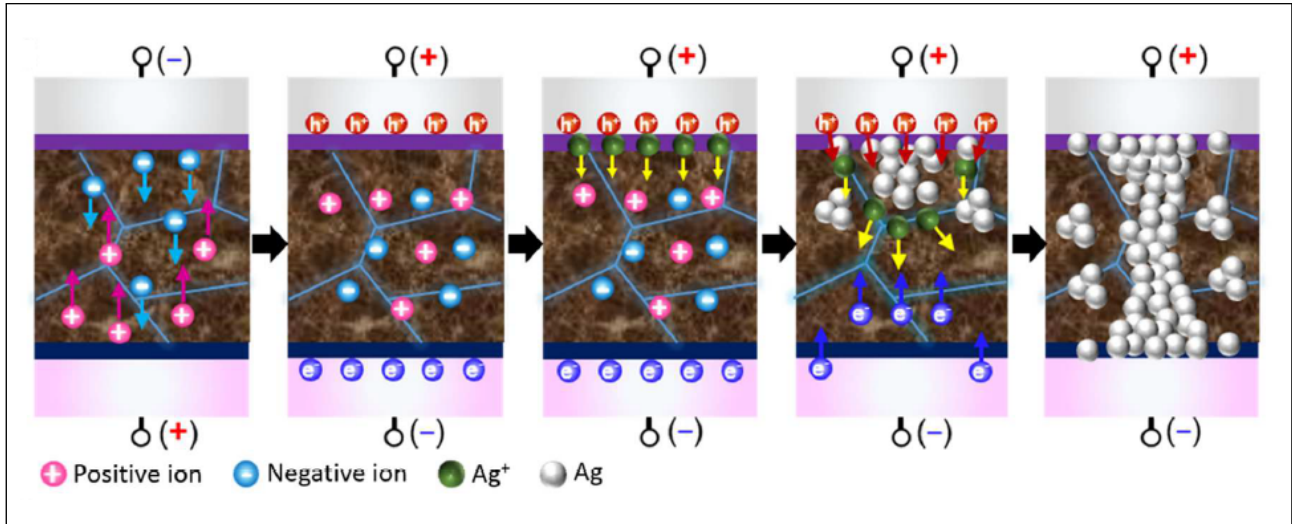
2. 연구내용

- 연구팀은 유무기 복합 페로브스카이트가 이온 전도성을 가지고 있음을 확인하고, 직렬 연결 부위에 전기장을 가하여 상부 전극의 금속 이온을 페로브스카이트 박막을 지나 하부 전극까지 확산시켜 금속 필라멘트 나노전극을 형성함으로써 각 셀을 직렬 연결 하였다.
- 고분해능 투과전자현미경을 통하여 전기장을 이용하여 형성시킨 금속 필라멘트 나노 전극이 ‘은 또는 구리 전극/유기 전자 수송층/페로브스카이트 광활성층/유기 정공 수송층/투명전극’으로 구성된 페로브스카이트 모듈의 직렬 연결 부위에서 고르게 분포하고 있음을 확인하였다.
- 금속 필라멘트 나노 전극을 이용하면 모듈 연결시 발생하는 비활성 영역의 가로 길이를 600 μ m 수준까지 감소시킬 수 있었고, 이로 인해 셀 길이 1cm의 페로브스카이트 태양전지 모듈 제작시 유효면적을 94.1%까지 달성할 수 있었다.
- 단위 소자의 최적화 작업을 거친 후 페로브스카이트 태양전지 모듈 제작을 하였고, 유효면적 94.1% 고려한 14% 모듈 효율을 달성하였다.

3. 연구성과/기대효과

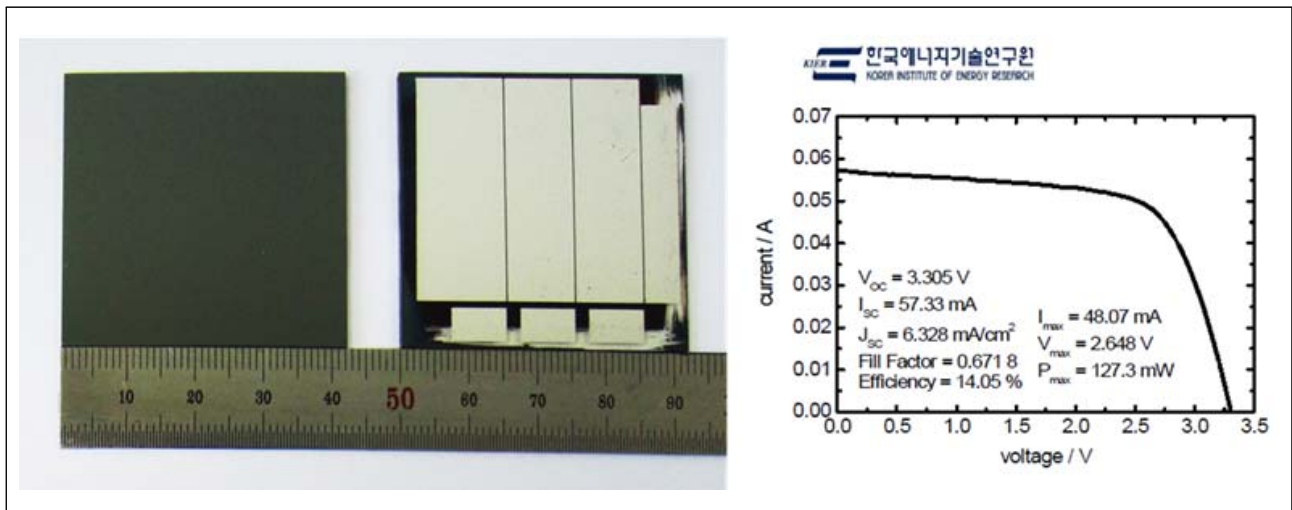
- 페로브스카이트 태양전지는 건물 일체형 태양광 발전 시스템(BIPV)뿐만 아니라 유비쿼터스 시대의 새로운 에너지원으로 각광받고 있다. 또한 기후변화에 대응할 수 있는 신재생 에너지 확보를 통한 국가 경쟁력 상승을 기대한다.
- 페로브스카이트 신규 모듈 구조를 통해 기존의 단위 소자 효율에 비해 낮은 모듈 효율을 향상 시킬수가 있었다. 이러한 고효율 페로브스카이트 모듈 제작 기술은 차세대 태양전지 산업화 전망을 밝게 하였다.
- 더 나아가 개발된 모듈 제작 기술은 페로브스카이트 태양전지 분야 뿐만 아니라 유기태양전지, 메모리 소자등 다양한 전자 분야에 적용 가능한 기술이므로 동반 발전이 기대된다.

2 그림 설명



(그림1) 금속 필라멘트 나노전극의 형성 모식도

페로브스카이트 모듈의 직렬연결 부위에 전기장을 가하여 금속 이온을 상부전극부터 하부전극까지 확산시켜서 금속 필라멘트 나노전극을 형성한다.



(그림2) 대면적 페로브스카이트 모듈 및 모듈 효율

금속 필라멘트 나노전극을 이용한 대면적 페로브스카이트 모듈 제작 후 한국에너지기술연구원에서 모듈 효율 14.05% 인증했다.

3 연구 이야기

☐ 연구를 시작한 계기나 배경은?

친환경적인 에너지원 개발의 중요성을 인지하고, 그 중 태양전지에 관심을 가지게 되었습니다. 하지만 기존의 실리콘 태양전지는 비싸고 딱딱하고 무겁고 심미성이 좋지 않다는 단점이 있습니다. 그에 반해 페로브스카이트 태양전지는 용액 공정이 가능하여서 값싸게 유연한 태양전지를 생산할 수 있어서 연구를 시작하게 되었습니다.

☐ 이번 성과, 무엇이 다른가?

태양전지 연구는 기본적으로 높은 효율이 달성되어야 합니다. 하지만 지금까지 대부분의 결과들은 작은 단위 소자에만 집중되어 있는데 이번 성과는 대면적 모듈에서 달성한 고효율이므로 시사하는바가 크다고 생각합니다.

☐ 실용화된다면 어떻게 활용될 수 있나? 실용화를 위한 과제는?

셀과 셀 간의 직렬연결을 위해 활용될 수 있고, 실용화를 위해서는 인쇄 공정을 통해 제작된 모듈에서도 구현이 필요합니다.