

나노 다이오드를 이용한 핫 전자 태양전지

기술 개요

- 그래핀 핫 전자 나노 다이오드 (등록 제 10-1598779호)
- 터널링 금속-금속산화물-금속 핫 전자 에너지 소자 (등록 제 10-1629690호)

- 금속 반도체 나노 다이오드 및 터널링 소자에 의해 핫 전자 에너지 생성 및 수집의 효율이 우수한 태양 전지 제조

[핫 전자 생성 및 수집 전개도]



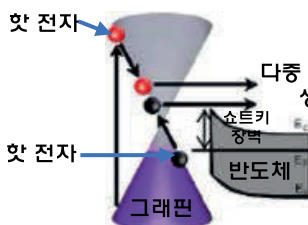
⇒ 제1전극, 제2전극, 그래핀과 반도체층의 단순한 구조로 에너지 변환 가능 : 빛 에너지 → 전기 에너지

[핫 전자 생성 및 수집]

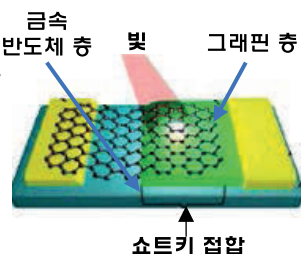
- 제로 밴드갭을 갖는 그래핀 기반 다이오드로 핫 전자 생성 및 증폭

– 그래핀에서 생성된 여기 전자는 충격 이온화를 통해 두 개 이상의 핫 전자 생성

– 금속 표면에서 플라즈몬 공명에 의해 핫 전자 생성 증폭



<에너지 밴드 다이어그램>

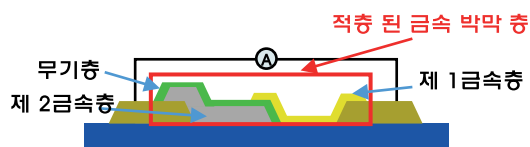


<나노 다이오드 구조>

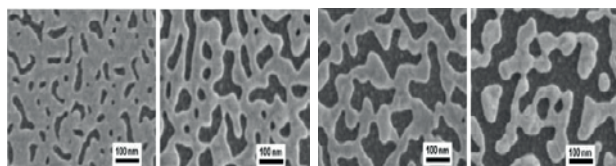
- 순차적(제 1금속층, 무기층 및 제 2금속층) 적층된 금속 박막을 터널링하여 증폭된 다중 핫 전자 수집

– 무기층은 각 금속층의 물리적 접촉을 방지하는 동시에 터널링 장벽을 제공하여 높은 효율로 핫 전자 수집 가능

[금속이 적층된 나노 다이오드 구조]



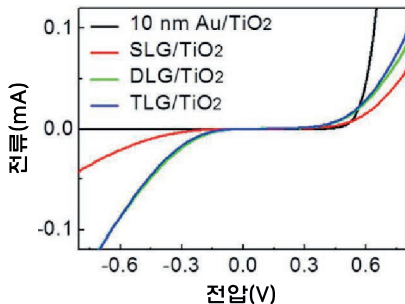
[다공망 형태 제 1금속층 표면 사진]



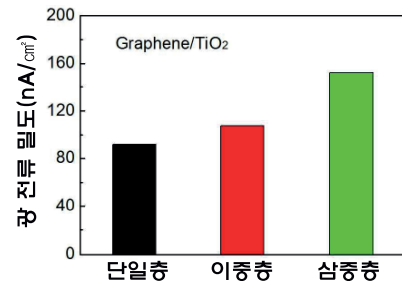
기술 특징점

- 금속-반도체 나노 다이오드는 극히 간단한 구조를 가져 저비용과 고효율의 태양전지로 활용 가능
 - 단시간에 대량생산이 가능하고 장기간 안정적으로 사용이 가능
- 별도의 외부 에너지 감응 부재 없이, 금속 활성층에 대한 간단한 공정을 통해 광 에너지를 흡수하여 변환 효율이 우수
 - 환경적으로 안정한 금속을 활성층으로 사용하기 때문에 시간에 따른 효율감소가 매우 적어 산업상의 이용 가능성이 매우 우수

[그래핀 소자의 전압-전류 속선 측정 결과]

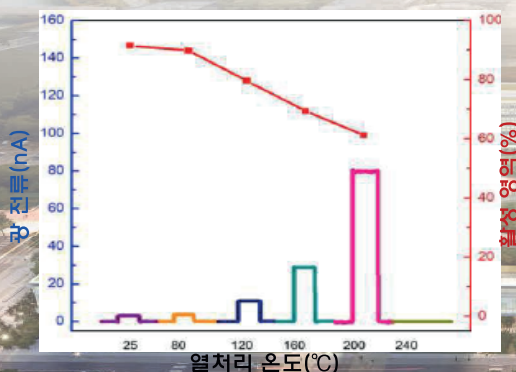


[광 전류 측정 그래프]

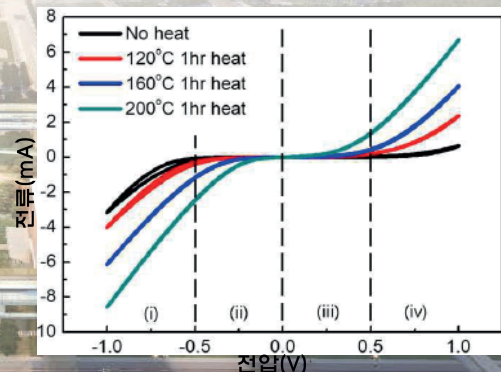


- 나노 다이오드에서 표면 플라즈몬이 핫 전자 흐름을 증폭시켜 에너지 전환 효율 상승
 - 유기/무기 태양전지의 후면이 금속 막으로 제작되어 손실되는 전하 감소 가능
 - 나노 다이오드를 금속과 반도체 물질로 구성함으로써, 에너지 장벽을 조절하고 다양한 에너지 영역의 광 흡수 가능
- 금속층, 무기층 및 금속층이 순차적으로 적층되어 터널영역을 통해 외부 에너지를 전기 에너지로 변환 및 수집 가능
 - 극저가 원료 및 매우 간단한 공정으로 제조 가능하여 우수한 상업성을 가짐

[열처리 온도 별 광 전류 측정 결과]

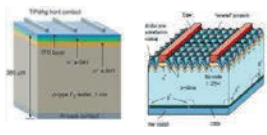
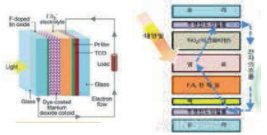
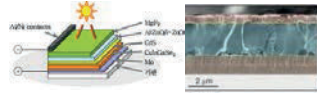


[전압-전류 곡선 측정 결과]



종래 기술 대비 우수성

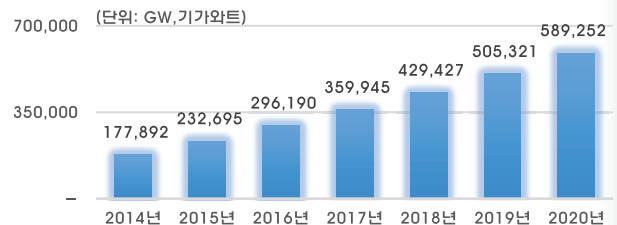
■ 우수한 에너지 변환효율 및 저비용 간단 공정 태양 전지 제조법

구분 \ 제조법	실리콘 기반 전지(1 세대)	염료 감응형 전지(2 세대)	CIGS 박막 형 전지(3 세대)
방법			
특징	- p형 n형 반도체 물질의 단일 접합 구조	- 표면에 화학적으로 흡착된 염료 분자가 빛을 받아 전자 생성	- 칼코파이라이드 계 소재인 CIGS(구리, 인듐, 갈륨, 셀레늄)로 제조
단점	- 고온에서의 성능 저하 - 낮은 에너지 변환 효율 - 높은 제조 비용	- 액체 사용으로 인한 내구성 부족 - 낮은 에너지 변환 효율 - 높은 밴드갭 존재 - 시간경과에 따른 효율 저하	- 낮은 에너지 변환 효율 - 합리적으로 발전단가를 낮추는 것이 불가능 - 비정질 실리콘의 불안정성과 독성 존재
본 기술의 우수성	- 저비용으로 고효율의 에너지 변환 가능 - 장기간 안정적인 성능 유지	- 핫 전자 터널링에 의한 에너지 변환 효율 상승 - 제로 밴드갭 가능 나노 다이오드 사용	- 단순한 공정과정으로 제조 원가 저감 - 척박한 환경에서 안정적 성능 유지 - 초 박형으로 제조 가능

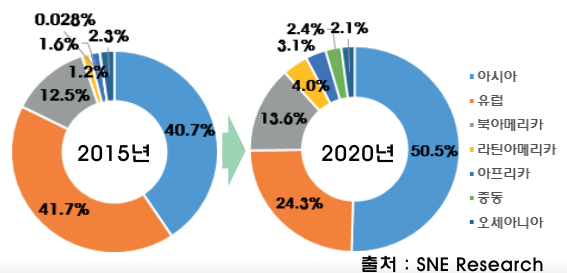
기술 활용 전망

- 전 세계 태양광 시장은 2014년 ~ 2020년 CAGR 19% 성장 전망
 - 아시아, 북아메리카, 유럽지역 주요 성장 예상
- 라틴아메리카, 중동, 아프리카는 2020년 전 세계 점유율 11.6%, 약 5배 수요 증가 예상
 - 높은 일조량의 사막지대 설치 전망 유망
- 특수한 용도로만 사용되던 태양전지의 가격 하락으로 주택, 건물용 등 활용분야 증가 추세

[전세계 태양광 시장 규모 현황 및 전망]



[전세계 태양광 설치 점유율 현황 및 전망]



담당자 연락처

성명 ▶ 이준영 선임연구원

TEL ▶ 042-878-8176

소속 ▶ IBS 이노베이션 팀

E-MAIL ▶ ipr@ibs.re.kr