

(A) 투명 전도성 반사방지막을 갖는 광전 소자

■ 보유기관 한국기계연구원

■ 주요 발명자 김준동/ 김민건/ 정준호

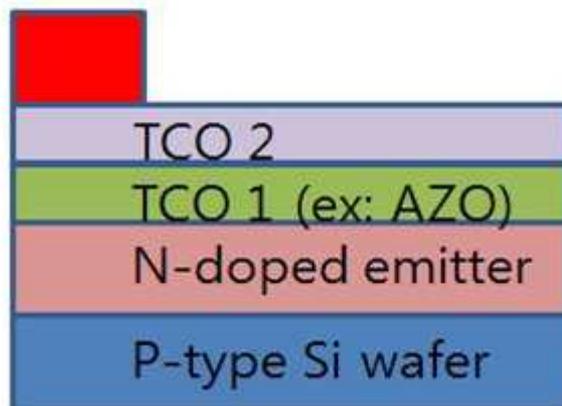
■ 권리사항	등록
· 출원번호	10-2012-0076844
· 출원일	2012년 07월 13일
· 현재상태	■ 등록 <input type="checkbox"/> 공개(심사중) <input type="checkbox"/> 미공개
■ 기술완성도	<input type="checkbox"/> 기초연구단계 <input type="checkbox"/> 실험단계 ■ 시작품단계 <input type="checkbox"/> 제품화단계

■ 적용가능분야 및 목표시장: 태양전지 제작업체

■ 기술 개요

본 발명은 투명 전도성 반사방지막을 갖는 광전소자에 관한 것으로, 얇은 에미터 상에 투명 전도성 산화물과 금속 전극을 형성하여 효율성이 향상된 광전소자를 제조하는 방법임

■ 기술 개념도



<개념도> 이층의 TCO를 사용하는 경우

■ 기술 내용 및 동향

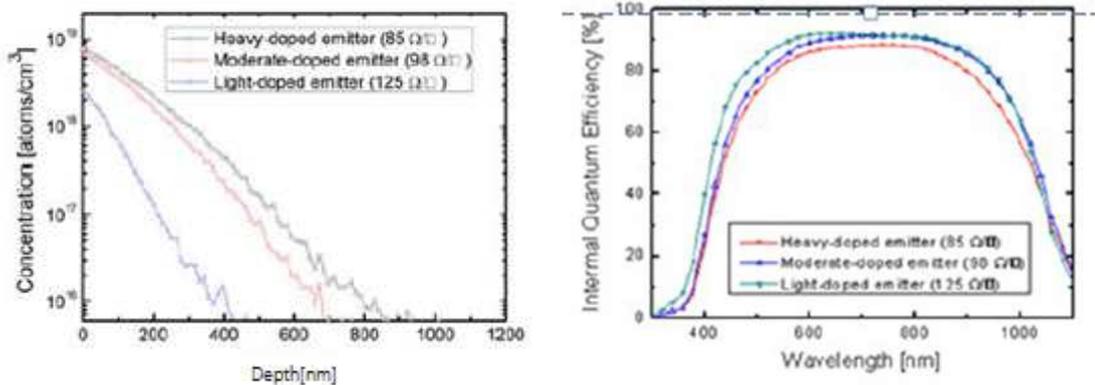
[상세 기술 내용]

본 발명의 광전 소자는 반도체 기판과, 상기 반도체 기판 상에 형성된 에미터층과, 상기 에미터층 상에 형성되며 투명 전도성 산화물로 이루어진 반사방지막과, 상기 반사방지막 상에 형성되며 금속으로 이루어진 전면 전극을 포함하고, 상기 전면 전극은 상기 반사방지막을 파고들어 부분적으로 삽입됨

상기 반사방지막은 상기 전면 전극의 하단을 부분적으로 감싸도록 형성될 수 있으며, 상기 에미터층의 두께는 438nm 내지 776nm으로 이루어질 수 있으며, 인듐-주석-산화물(ITO), Al-도핑된 아연 산화물(AZO), Zn-도핑된 인듐 산화물(IZO), MgO, Nb:SrTiO₃, Ga-도핑된 ZnO(GZO), Nb-도핑된 TiO₂, (La_{0.5}Sr_{0.5})CoO₃ (LSCO), La_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃ (LSMO), SrRuO₃ (SRO), F-도핑된 주석 산화물, Sr₃Ru₂O₇, Sr₄Ru₃O₁₀로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 물질로 이루어질 수 있음

- 실험결과 효율 향상 결과 : Light-doped 에미터에서 효율 향상 효과가 월등함
- Quantum efficiency (QE)결과 : Light-doped emitter에서 recombination 이 줄어들어 QE 가 증대하는 것을 확인

Depth profiles from light (125 Ω/□), moderate (98 Ω/□), and heavy-doped emitters (85 Ω/□).



[기술의 특징점]

- 기존의 SiNx (실리콘 나이트라이드) 태양전지는 SiNx (실리콘 나이트라이드)층을 이용하여, Anti-reflection 및 Passivation 효과를 구현하였는데, SiNx 층은 상부금속 접합 (Ag metallization) 고온 공정에서 쉽게 Shunting problem (Ag 가 실리콘층에 침입) 등의 문제를 가지고 있음
- 본 기술은 TCO (Transparent conducting oxide, 투명산화전도층)을 이용하여, Ag가 실리콘층에 침입하는 것을 능동적으로 제어하고자 하는 것으로
 - (1) TCO (여기서는 ITO)층이 Ag와 실리콘 사이의 버퍼층 역할
 - (2) Ag grid를 Supporting 하는 투명전극으로 역할 (빛에 대한 투과율이 높고, 전기전도성이 좋음)을 하는 효과를 가짐
- 본 기술은 Metallization 에서 발생하는 에미터의 shunt 문제가 해결되며, 태양전지의 효율이 향상됨

[기술동향]

- 태양전지용 투명전극의 재료로는 터치패널, 디스플레이, 태양전지용 투명전극으로는 주석이 첨가된 인듐산화물(Sn:In₂O₃)이 가장 널리 사용되고 있으나. 인듐의 제한된 매장량과 더불어 지속적인 가격 상승은 앞으로도 불가피할 것으로 보여 이를 대체하기 위한 재료 개발이 시급함
- 또한 인듐을 사용하여 만든 투명전극인 ITO는 소성 재료라서 향후 산업적으로 크게 예상되는 유연전자 소자(유연 디스플레이, 유연태양전지)용 휼 변형에도 전기적 특성을 유지할 수 있는 투명 전극 재료에 대한 연구가 강력히 요구되고 있음
- ITO를 대체할만한 재료들로 연구되어온 것들로 ZnO, SnO₂, TiO₂와 같은 금속산화물 또는 금속산화물/금속/금속산화물로 구성된 다층박막 투명 전극재료가 있으며, 이 중 3족 원소(B, Al, Ga, In)를 첨가한 ZnO는 가장 많이 연구되는 친환경 재료임
- 이와 같이 금속산화물만으로는 ITO에 준하는 투과도와 전도성을 확보하는데 어려움이 있어 최근 금속산화물 사이에 금속층을 삽입한 다층박막 DMD 구조(dielectric/metal/dielectric)가 대안으로 연구되고 있는데, 고굴절율(n₁)/저굴절율(n₂)/고굴절율(n₁)의 DMD 구조는 광학적으로 반사방지구조를 이루게 되어 투과율을 향상시킬 수 있고, 금속과 산화물 계면에서의 큰 일 함수(workfunction) 차이에 의한 전자 캐리어의 주입이 이루어지게 되어 전기전도도의 향상이 가능한 구조임.
Ag, Cu, Au 등의 금속 중 가시광선 영역에서 굴절율이 가장 낮으며 비저항이 낮은 Ag가 대표적으로 사용되고 있음
- 유기물인 전도성 폴리머는 spray 하는 것과 같이 간단한 방법으로 대면적의 유연성 기판위에 코팅할 수 있으며, 파장이 공명고분자(π -conjugated polymer)인 전도성 고분자는 폴리아세틸렌(polyacetylene), 폴리피롤(polypyrrole), 폴리아닐린(polyaniline), 폴리페닐렌(polyphenylene sulfide, PSS), 폴리사이오펜(polythiophene), 그리고 피닷게 폴리머(PEDOT) 등의 고유 전도성 고분자(intrinsically conductive polymer; ICP) 소재가 있음

■ 관련 기술

출원번호	10-2012-0076844
1 발명의 명칭	투명 전도성 반사방지막을 갖는 광전 소자

■ 시장 동향

[시장 정의 및 시장규모]

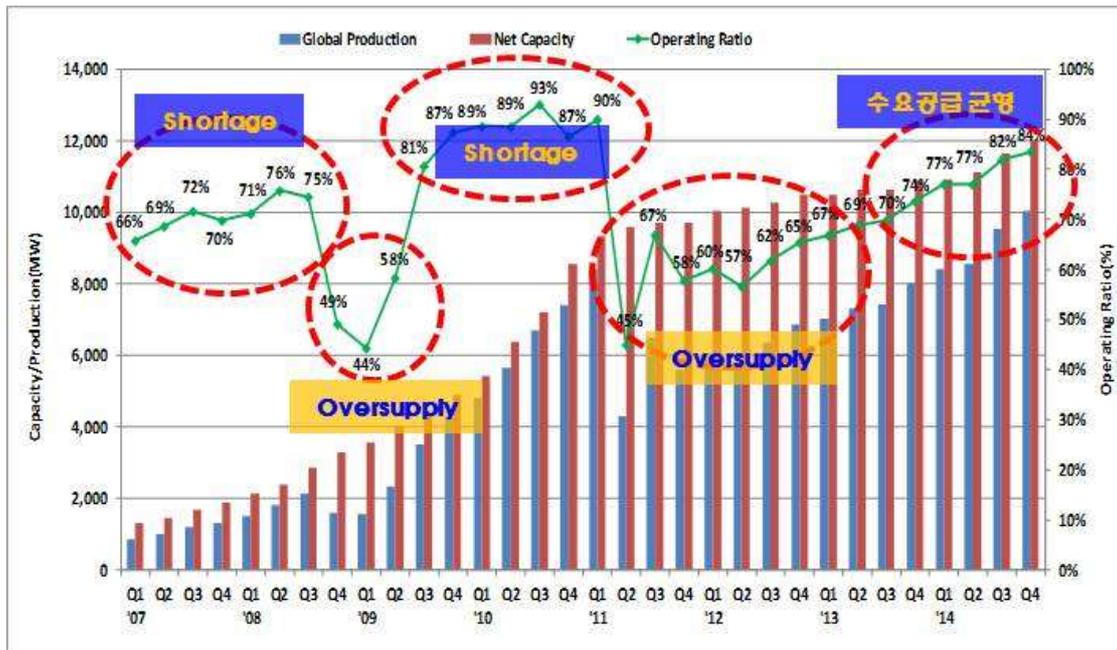
- 전세계 태양 전지 시장은 2000년 이후 높은 성장률을 보이며 고속 성장하였으며, 특히 2008년도의 폭발적인 수요 증가와 2010년도의 큰 시장 확대를 통해 환경친화적인 에너지 산업으로 자리매김 하였으나 최근 유럽발 경제위기로 인해서 정부 지원이 감소하면서, 세계적으로 수요가 감소 추세임

- 미국의 태양광 산업의 중심에 있던 스펙트라와트사와 에버그린솔라, 솔린드라, 유럽의 최대기업인 Q-cell(한화솔라원 인수), BP Solar, 국내 웅진폴리실리콘, 미리넷솔라등, 중국의 1위 기업인 Suntech, 경쟁력이 부재한 중소기업 업체들이 영업손실과 적자누적으로 속절없이 도산함



<그림> 구조조정 기업 list (Source: SNE research)

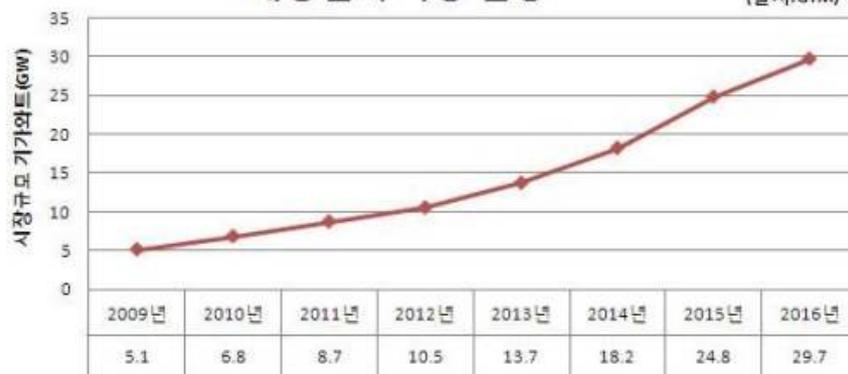
- 국내 태양광 산업도 예외 없이 수많은 셀, 모듈 회사들이 사업철수와 구조조정을 진행하였고, 현재도 이같은 상황이 지속되고 있으며, 작년 삼성전자의 태양광 사업부를 삼성SDI에 이관한 삼성은 당초의 야심찬 투자계획을 거의 전면 백지화하고, 박막형 태양전지의 연구개발도 높은 원가와 기술개발에 대한 난관으로 지지부진하며, 현대중공업과 생고방의 합작회사인 현대아반시스도 CIGS 양산 설비를 구축하였으나, 시장위축과 사업성 부재로 추가 사업 보류의 방향으로 검토 중
- 이같은 업계 구조 조정은 향후 태양광 시장의 공급과잉 해소의 시작이며, 시장회복의 신호탄이기도 하며, 특히 전세계 생산량의 60%이상이 중국업체로부터 생산되고 있고, 중국 정부의 무분별한 업체 지원으로 공급과잉 지속과, 덤핑물량, 가격폭락의 악순환이 지속되었다. 그러나 시진핑 주석체제로 전환되면서 ‘밀빠진 독에 불 붓기’ 식의 중국정부의 지원은 선택과위의 도산처리 결정으로 인해 점차 종식 될 것으로 해석되며, 태양광 주요 업체들이 막대한 영업적자를 면치 못하자 정부는 구조조정과 통폐합으로 공급과잉 해소에 대한 해결책을 암시하고 있어 2014년부터 시작되는 태양광 시장 회복 시나리오는 점차 초읽기에 진입하고 있는 시점임



〈그림〉 태양광 시장 회복 시나리오 (Source: SNE research)

- 우리나라에서는 2005년부터 이 분야의 중요성을 인식하여 산업자원부 주도로 기술개발에 착수하였으나 기술에서는 미국 기업에, 가격에서는 중국 기업들에 밀리는 있는 실정임
- 이러한 때일수록 기술 개발에 의한 태양 전지의 발전 수율 향상이 절실히 필요한 시기로 사료되며 향후 커질 시장을 대비한 기술축적이 필요한 시기임

태양전지 시장 전망



■ 문의처

· 소속	기술마케팅팀
· 담당자	오정민
· 연락처	042-868-7532, ojm@kimm.re.kr