

p층 물성에 따른 p-i-n 비정질 실리콘(a-Si:H) 박막 태양전지 동작특성 분석

이지은^{1,2}, 이정철¹, 오병성², 송진수¹, 윤경훈^{1*}

¹한국에너지기술연구원 태양전지연구센터, ²충남대학교 물리학과

“Glass/투명전도막/p형 실리콘/i a-Si:H/n a-Si:H/Ag”구조의 비정질 실리콘(a-Si:H) 박막 태양전지에서 태양광은 p형의 실리콘 층을 통해서 i a-Si:H 광 흡수층으로 입사되므로 p층은 높은 광학적 밴드갭이 요구되며, 투명전도막(Transparent Conducting Oxide : TCO)과 광흡수층과 계면을 형성하여 태양전지의 전기적 성능을 결정하게 된다.

태양전지의 전기적 성능 (개방전압 V_{oc} , 충전율 Fill factor : FF)은 p층과 투명전도막 (ZnO:Al 또는 SnO₂:F)의 접합특성에 크게 의존하는 것으로 분석되었다. 박막 태양전지용 투명전도막으로 현재 연구가 활발히 진행되고 있는 ZnO:Al의 경우 전기, 광학적 특성이 SnO₂:F에 비해 우수한 장점이 있으나, 이웃하는 p a-SiC:H 층과의 접합문제로 태양전지의 V_{oc} 와 FF가 감소하는 단점이 있다. 이러한 접합문제의 발생원인과 해결방안을 찾기 위해 다양한 특성을 갖는 p a-SiC:H층을 ZnO:Al상에 증착하여 전기적 특성을 분석한 결과, ZnO:Al/p a-SiC:H의 직렬저항이 SnO₂:F/p a-SiC:H에 비해 높은 것으로 분석되었다. 이러한 직렬저항 증가는 ZnO:Al를 사용한 태양전지의 FF를 감소시키는 요인으로 작용하였다. 계면간 직렬저항을 줄이기 위해, p층 증착시 도우핑 농도를 증가시키거나 p형의 미세결정 실리콘 (μ c-Si:H) 박막을 ZnO:Al과 p a-SiC:H 사이에 삽입함으로써 직렬저항 감소와 함께 70% 이상의 FF를 얻을 수 있었으며 V_{oc} 또한 0.95V 이상으로 증가함을 확인하였다. 또한 p/i 계면간 다양한 buffer 층을 삽입함으로써 태양전지의 VS와 FF 의존성을 규명할 수 있었다. P층 물성에 따른 태양전지의 광학적 특성 변화를 분석하기 위해, 박막 증착시 CH₄와 SiH₄ 비를 조절하여 p a-SiC:H 박막의 광학적 특성 및 그에 따른 태양전지의 단락전류 밀도(J_{sc}) 의존성을 분석하였다.