

적층형 태양전지에서 터널접합에 따른 특성분석

장지훈, 이정철, 송진수, 윤경훈*

한국에너지기술연구원 태양전지연구센터

박막형 태양전지에서, 결정질 태양전지에 비해 상대적으로 변환효율이 낮은 단점을 극복하기 위해 서로 다른 밴드갭을 가지는 a-Si:H 상부전지와 $\mu\text{c-Si:H}$ 하부전지를 직렬로 연결하는 적층형 태양전지(a-Si:H/ $\mu\text{c-Si:H}$ tandem solar cell)가 활발히 연구되고 있다. 적층형 태양전지에서 상부전지와 하부전지간의 접합특성(Tunnel Recombination Junction : TRJ)은 전지의 효율을 결정하는 중요한 변수로 작용한다. 상부전지와 하부전지간의 접합특성을 향상시키기 위하여, 상부전지의 n층을 마이크로화 하거나, 불순물 농도를 높여주는 방법, 혹은 상부전지와 하부전지 사이에 buffer layer를 삽입하는 방법 등이 사용되고 있다. 본 연구에서는 적층형 태양전지의 접합특성을 향상시키기 위해서 PECVD 및 VHFCVD를 이용하여 n_1 a-Si:H/ p_2 $\mu\text{c-Si:H}$, n_1 $\mu\text{c-Si:H}$ / p_2 $\mu\text{c-Si:H}$, n_1 a-Si:H/ZnO:Al interlayer/ p_2 $\mu\text{c-Si:H}$ 단위박막을 각각 제조하여 계면간의 전기적 저항성을 측정하였으며, 단위 박막들이 적용된 적층형 태양전지를 각각 제조하여 전기적, 광학적 성질을 측정하고 그 특성을 분석하였다.

상부전지의 n층에 a-Si:H를 적용한 결과, 상부전지 n층과 하부전지 p층 사이의 직렬저항이 $500\Omega\text{-cm}^2$ 이상으로 측정되었으며, 이에 따른 계면간의 접합특성 불량으로 태양전지의 충전율(Fill Factor : FF)이 40% 및 변환효율(Conversion Efficiency)이 4.3% 이하로 낮게 측정되었다. 반면, n층을 마이크로화 한 n_1 $\mu\text{c-Si:H}$ / p_2 $\mu\text{c-Si:H}$ 단위박막의 경우, n_1/p_2 계면간 직렬저항이 $1\Omega\text{-cm}^2$ 이하로 감소하여 계면간의 접합특성이 크게 향상되었으며, 적층형 태양전지의 충전율 및 변환효율이 각각 71% 및 7.5%로 2배 가까이 증가하였다. 또한, 상부전지와 하부전지 사이에 ZnO:Al 중간층을 삽입한 태양전지 역시 접촉저항이 $1\Omega\text{-cm}^2$ 미만으로 우수하였으며, 태양전지 충전율과 변환효율 각각 75% 와 8.8%로 증가하였다. 또한, ZnO:Al 중간층에 의해 상부전지에서 흡수하는 단파장 빛의 반사로 상부전지의 단락전류밀도(Short-Circuit current density : J_{sc})가 1mA/cm^2 이상 증가함을 확인하였다.