

Tandem cell 적용을 위한 narrow band gap을 갖는 a-Si 태양전지 개발

*김 선호, 유 동주, 안 세원, 이 현민, **김 동환

Development of amorphous Si solar cell with narrow band gap for Tandem cell

*Sunho Kim, Dongjoo You, Seh-won Ahn, Heonmin Lee, **Donghwan Kim

실리콘 박막 태양전지의 효율을 향상시키기 위해 밴드갭이 다른 흡수층을 적용한 tandem형 적층 태양전지를 이용하고 있다. 일반적으로 1.7eV이상의 밴드갭이 큰 비정질 실리콘을 이용하여 단파장의 빛을 흡수하고, 상대적으로 낮은 1.1eV 정도의 밴드갭을 갖는 미세결정 실리콘 층으로 장파장을 흡수하게 된다. 이렇게 연결된 tandem형 태양전지의 효율을 극대화하기 위해서는 각 태양전지에서 발생하는 전류 밀도를 일치시키는 것이 필요하다. 이를 위해 비정질 실리콘의 두께가 증가되는 경우가 있는데 이러한 경우 비정질 실리콘의 광열화 특성(Light-induced degradation)으로 안정화 효율이 감소하게 된다. 따라서 비정질 실리콘 태양전지의 전류 밀도를 향상 시켜 두께를 최소화하는 것이 매우 중요하다. Tandem형 태양전지에서 비정질 실리콘 태양전지의 전류 밀도를 향상시키기 위해 두 개의 전지 사이에 광 반사층을 적용하여 태양전지를 제조하게 된다. 이러한 경우 비정질 실리콘의 전류 밀도는 증가하지만, 광 반사층의 장파장 흡수로 인하여 하부 태양전지의 전류 밀도 감소가 더 커지게 되어 전체 발생 전류 밀도는 오히려 감소하게 된다. 본 논문에서는 비정질 실리콘의 밴드갭을 제어하여 광 흡수 파장 영역 확대로 전류 밀도를 향상시키는 연구를 진행하였다. PECVD의 RF power 조건을 제어하여 1.75eV에서 1.67eV까지 밴드갭을 변화시켰다. 이와 같은 조건의 박막을 광 흡수층으로 갖는 p-i-n 구조의 비정질 실리콘 태양전지를 제작하였다. i층의 밴드갭이 감소됨에 따라 장파장 영역의 흡수가 확대되어 전류 밀도가 증가 하였지만, Voc의 감소가 컸다. 이는 i층의 밴드갭이 좁아짐에 따라 p층과의 불연속성이 커졌기 때문이다. 이러한 악영향을 줄이기 위해 p층과 i층 사이에 buffer층을 삽입하여 태양전지를 제작하였다. 이와 같은 최적의 buffer층 삽입을 통하여 불연속성을 줄임으로써 Voc의 상승효과를 확인하였다. 본 연구의 결과로 좁은 밴드갭을 갖는 광 흡수 층을 적용하여 전류 밀도를 향상시키고, 최적화된 buffer층 삽입으로 Voc를 향상시킴으로써 고효율의 비정질 실리콘 태양전지를 제작하였다. 이를 tandem형 태양전지에 적용할 경우 초기 효율뿐만 아니라 얇은 두께에서 제조할 수 있기 때문에 광열화 특성이 향상되어 안정화 효율의 증가를 가져올 수 있다.

Key words : amorphous silicon(비정질 실리콘), band gap(밴드갭), thin film solar cell(박막 태양전지)

E-mail : * sunho.kim@lge.com, ** donghwan@korea.ac.kr

삼중접합 실리콘 박막 태양전지 고효율화를 위한 a-SiO_x 상부전지 특성 연구

*이 지은, 조 준식, 박 상현, 윤 경훈, 송 진수, 김 동환, 이 정철

*JiEun Lee, Jun Sik Jo, Sang Hyun Park, Kyung Hoon Yoon, Jinsoo Song, Dong Hwan Kim, Jeong Chul Lee

삼중접합 태양전지에 상부전지로 이용되는 a-SiO:H 태양전지는 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition)을 이용하여 증착하였다. i a-SiO:H는 CO₂/SiH₄ 비율을 변화하여 밴드갭을 조절하였다. CO₂/SiH₄가 0에서 0.43으로 증가 할수록 밴드갭이 1.74 eV에서 1.94 eV로 증가하는 경향을 보였다. 이는 FTIR에서 나타난 결과인 Si-O-Si 결합의 증가 때문인 것으로 판단한다. 그에 반해서 광 전도도는 감소하는 경향을 보였다. 그러나 암전도도와 광전도도의 비율인 광민감도는 10⁵에서 10⁴의 값으로 비정질 태양전지에 적용가능한 값을 보였다. 이러한 박막 특성을 가진 i a-SiO:H를 이용하여 비정질 실리콘 태양전지를 제작한 결과 CO₂/SiH₄의 비율이 증가함에 따라 태양전지의 Voc가 0.8 V에서 0.5 V로 현저하게 감소하였고, J_{sc}와 FF 역시 11 mA/cm²에서 4 mA/cm², 69%에서 50%로 감소하였다. 단위박막 결합을 측정하는 CPM(Constant Photocurrent Method)을 이용하여 i a-SiO:H 내부에 10¹⁶ cm⁻³ 정도의 내부 결함을 관찰하였고 이는 태양전지의 특성 감소와 관련이 있는 것으로 판단한다.

Key words : a-Si solar cell(비정질실리콘태양전지), a-SiO:H, 삼중접합