

CIGS 박막 태양전지를 위한 (In,Ga)₂Se₃ 전구체 제작 및 분석

조대형, 정용덕, 박래만, 한원석, 이규석, 오수영, 김제하

한국전자통신연구원 차세대태양광연구부

Cu(In,Ga)Se₂ (CIGS) 박막 태양전지 제조에는 동시증발법 (co-evaporation)으로 Cu, In, Ga, Se 각 원소의 증발을 세 단계로 제어하여 CIGS 박막을 증착하는 3-stage 방법이 널리 이용된다 [1]. 3-stage 중 1st-stage에서는 In, Ga, Se 원소 만을 증발시켜 (In,Ga)₂Se₃ 전구체 (precursor) 박막을 성장시킨다. 고효율의 CIGS 태양전지를 위해서는 (In,Ga)₂Se₃ 전구체 증착의 공정 변수와 이에 따른 박막 특성의 이해가 중요하다. 본 연구에서는 Mo 박막이 증착된 소다석회유리 (soda lime glass) 기판에 동시증발장비를 이용하여 280~380℃의 기판 온도에서 In, Ga, Se 물질을 증발시켜 (In,Ga)₂Se₃/Mo/glass 시료를 제작하였으며 XRD, SEM, EDS 등의 방법을 이용하여 특성을 분석하였다. XRD 분석 결과 기판 온도 280~330℃에서는 (In,Ga)₂Se₃ 박막의 (006), (300) 피크가 관찰되었으며, 기판 온도가 증가할수록 (006) 피크 세기는 감소하였고 (300) 피크 세기는 증가하였다. 380℃에서는 (110)을 포함한 다수의 피크가 관찰되었다. 그레인 (grain) 크기는 기판 온도가 증가할수록 커지며 Ga/(In+Ga) 조성비는 기판 온도에 따라 일정함을 각각 SEM과 EDS 측정을 통해 알 수 있었다. (In,Ga)₂Se₃ 전구체의 (300) 배향은 CIGS 박막의 (220/204) 배향을 촉진하고 [2], 이것은 높은 광전변환효율에 기여하는 것으로 알려져 있다. 때문에 (In,Ga)₂Se₃의 (300) 피크의 세기가 가장 큰 조건인 330℃를 1st-stage 증착 온도로 하여 3-stage CIGS 태양전지 공정을 수행하였으며, MgF₂/Al/Ni/ITO/i-ZnO/CdS/CIGS/Mo/glass 구조의 셀에서 광전변환효율 16.96%를 얻었다.

[1] K. Ramanathan, G. Teeter, J.C. Keane, R. Noufi, Properties of high-efficiency CuInGaSe₂ thin film solar cells, *Thin Solid Films* 480-481 (2005) 499-502.

[2] T. Mise, T. Nakada, Microstructural properties of (In,Ga)₂Se₃ precursor layers for efficient CIGS thin-film solar cells, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells* 93 (2009) 1000-1003.