

CIGS 박막 반응메카니즘 및 생성공정의 이해

김우경

영남대학교 디스플레이화학공학과

Chalcopyrite $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ (CIGS) 화합물 반도체는 고효율 박막태양전지의 광 흡수층으로 사용되는 물질 중 가장 우수한 효율 (19.9%, NREL 2008)을 보유하고 있다. CIGS는 직접천이형 에너지밴드갭 (direct bandgap)을 가지고 있고, 광흡수계수가 $1 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ 로서 반도체 중에서 가장 흡수율이 높은 재료에 속하여 두께 1~2 μm 의 박막으로도 고효율의 태양전지 제조가 가능하고, 또한 장기적으로 전기광학적 안정성이 매우 우수한 특성을 지니고 있다. 현재 고효율 CIGS 셀 생성을 위해 널리 사용되고 있는 CIGS 흡수층 성장공정은 “co-evaporation(동시증발법)”과 2-step 공정이라 불리는 “sputter-selenization(스퍼터-셀렌화)” 방법이다

동시증발법은 개별원소 Cu, In, Ga, Se 들을 고진공 분위기에서 고온 (550~600 °C)기판위에 증착하는 방법으로 소면적에서 가장 좋은 효율(~20%)을 보이는 공정이다. 하지만, 고온, 고진공 공정조건과 대면적 증착시 온도 및 조성 불균일 등의 문제점 등으로 상용화에 어려움이 있다. 스퍼터-셀렌화 공정은 1단계에서 스퍼터링 방식으로 CuGaIn 전구체를 증착하고, 2단계에서 고온(550~600 °C)하에 H_2Se 혹은 Se vapor와 반응시켜 CIGS를 생성한다. 일본의 Showa Shell와 Honda Soltec 등에 의해 이미 상업화 되었듯이, 저비용 대면적으로 상업화 가능성이 높은 공정으로 평가되고 있다. 하지만, 2단계에서 사용되는 H_2Se 및 Se vapor의 유독성, 기상 Se과 금속전구체 간의 느린 셀렌화 반응속도, 셀렌화반응 후 생성된 CIGS 박막 두께방향으로의 Ga 불균일 분포, 생성된 CIGS/Mo 계면 접착력 저하등의 문제점들이 해결되어야만 상업화에 성공할 수 있을 것이다.

본 Tutorial에서는 CIGS 물질의 열역학 상평형과 반응메카니즘에 대해 설명하고, 다양한 생성 공정들을 소개할 것이다.