

## Chemical bath deposition (CBD)법을 이용한 CIGS 태양전지용 CdS박막에 관한연구

### A Study of CdS Thin Films for CIGS Solar Cells by Chemical Bath Deposition(CBD)

이두열, 권세한, 안병태, 김석기, 이정철, 윤경훈, 송진수  
한국과학기술원 재료공학과, 한국에너지기술연구소 태양광팀

#### 1. 서론

CdS는 2.4eV의 에너지 금지대폭을 가지는 직접천이형 반도체로서 화합물 반도체인  $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{Se}_2$ (CIGS) 및 CdTe 태양전지의 buffer layer로써 많이 사용되어져 왔다. 용액성장방법의 일종인 Chemical Bath Deposition(CBD)은 대면적의 CdS박막을 제조하는데 있어서 경제성 면에서 큰 장점을 가진다. 본 실험에서는 CdS막을 제조하기 위하여 CBD법을 이용하였으며, 증착온도를 70°C이하의 저온으로 제어하였다. 증착변수로 증착시간과 초기 solution의 농도를 변화시켜가면서 CdS막의 특성을 개선하고자 하였다. 최종적으로 ZnO/CdS/CIGS/Mo구조의 태양전지를 제조하였다.

#### 2. 실험방법

기판으로 soda-lime glass와 CIGS를 사용하였다. 상온에서  $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 과  $\text{NH}_4(\text{CH}_3\text{COO})$ 을 탈이온수에 섞은 용액과 Thiourea ( $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$ )을 탈이온수에 섞은 용액을 만들었다. Ammonia solution으로 pH를 12로 고정시켰다. 두 용액을 600ml씩 혼합한 후 가열된 oil bath에 넣어 용액의 온도를 70°C로 하고, 증착시간을 조절하여 CdS막의 두께를 조절하였다. 반응중 magnetic stirrer를 이용하여 용액을 교반하여 주었다. CdS막의 제조가 끝난 후 초음파 세척을 통해 CdS막에 묻은 입자들을 제거하였다. 이후 methanol용액에서 수분을 제거시켰다.

#### 3. 실험결과

$\text{CdAc}_2(0.01\text{M})$ 와 Thiourea(0.02M)일 경우는 증착시간이 15분이 되면서 기판에 CdS막이 형성되었고, CdS막의 두께는 증착시간에 따라서 증가하다가 20분이 경과후 포화되었다. 약 19분 증착시 CdS박막은 190nm정도로 성장하였다. 또한, 막두께가 증가하여도 CdS의 결정크기에는 변화가 없었다. 유리기판을 사용한 경우 pinhole 이 형성되었으며, 박막의 두께가 증가함에 따라 pinhole의 수가 감소하였다. 그러나, CIGS박막위에서는 pinhole이 관찰되지 않았다. 80nm~90nm인 경우에는 heterogeneous반응에 의해서 particle이 적은 반면, 150nm로 박막이 두꺼운 경우에는 증착시간이 길기 때문에 homogeneous 반응이 일어나기에 충분한 시간이므로 homogeneous 반응을 통해 생성될 particle의 수도 증가하게 되고, 기판에 달라붙을 확률도 크게 될 것이다.

100 nm이하의 두께를 얻기위한 증착시간이 2~3분사이에서 제어되는 단점을 보완하기 위하여  $\text{CdAc}_2$ 와 Thiourea시약의 양을 0.5~0.3로 감소시켜 실험하였다. 시약의 양을 감소시킴에 따라 일정한 두께를 증착하기 위한 증착시간을 증가하였다. 시약의 양을 반으로 감소시킴에 따라 약 100nm의 CdS박막을 증착시키는데 필요한 시간은 40분정도가 소요되었고 재현성을 향상시킬 수 있었다.

CdS막의 두께가 증가할 수록 광투과도는 감소함을 알 수 있었으며, 150nm의 경우에도 파장이 500nm에서도 80%이상의 높은 광투과도를 보였다. CdS(90nm)의 박막은 약  $5 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 의 전기비저항값을 보였다.

본 실험에서 얻은 박막을 이용하고 three-stage process방법을 이용하여 증착한 CIGS와 이종접합 태양전지를 제조한 결과 변환효율 14.48%을 얻었다.