

기판 종류에 따른 스퍼터 증착된 CdS 박막의 구조적, 광학적 특성

이재형, 최성현, 정학기, 이종인, 임동건*, 양계준*
 군산대학교, *충주대학교

Dependence of Substrate Type on the Properties of CdS Films deposited by r.f. magnetron sputtering

Jae-hyeong Lee, Sung-hun Choi, Hak-kee Jung, Jong-in Lee, Dong-gun Lim*, Kea-joon Yang*
 Kunsan National Univ. *Chungju National Univ.

Abstract : Cadmium sulphide (CdS) films have been prepared on polycarbonate (PC), polyethylene terephthalate (PET), and Corning 7059 substrates by r.f. magnetron sputtering technique at room temperature. A comparison of the properties of the films deposited on polymer and glass substrates was performed. In addition, the effect of the sputter pressure on the structural and optical properties of these films was evaluated.

Key Words : Cadmium sulphide, Sputtering, Solar cells, Polymer, Optical properties, Structural properties

1. 서 론

Cadmium sulfide(CdS)는 상온에서 에너지 band gap이 2.42 eV인 직접 천이형 반도체로서 태양전지, 광전도 셀, 광센서 등에 널리 사용되고 있다. 한편, 이들 대부분 연구가 유리 기판을 대상으로 하고 있기 때문에 파손의 우려와 유연성, 기판 두께 등에 제한이 있다. 그러나 PET(polyethylene terephthalat)와 같은 플라스틱 필름 또는 금속 호일(foil)과 같은 얇으면서 유연한 기판 상에 제조된 태양전지는 무게가 가볍기 때문에 결정질 태양전지나 유리 기판에 제조된 태양전지보다 저비용 전력 응용뿐만 아니라 휴대용 및 우주용 전원으로도 많은 장점을 제공하므로 이에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 연구에서는 태양전지의 창층으로 사용될 CdS 박막을 glass,PC(polycarbonate), PET(polyethylene terephthalat) 기판 위에 마그네트론 스퍼터법으로 성장시키고, 기판 종류에 따른 박막의 구조적, 광학적 특성들을 고찰하였다.

2. 실험

CdS 박막 제조를 위해 RF magnetron sputtering system을 사용하였다. 원료 물질로는 3인치 크기의 CdS 타겟(Super Conductor Materials Inc., USA, 99.999%)을 사용하였다. CdS를 증착할 기판으로는 PC와 PET, Corning 7059 glass를 사용하였다. 세척 및 건조를 통하여 준비된 기판을 holder에 장착한 후 챔버(chamber) 내의 초기 진공도를 mechanical pump와 oil diffusion pump를 이용하여 5×10^{-6} Torr 이하로 유지하였다. Ar 가스를 MFC(Mass Flow Controller)를 이용하여 챔버 내로 유입시켜 원하는 스퍼터 압력에 도달한 후 RF 전원을 인가하여 플라즈마를 생성시켰다. 타겟 표면의 불순물 등을 제거하기 위해 증착 전 셔터를 닫은 상태로 약 10분간 pre-sputtering 하였다. 본 실험에서는 스퍼터 전력을 50~125 Watt로 변화시켜 CdS 박막을 제작하고, 스퍼터 전력에 따른 박막 특성을 조사

하였다. 이때, 스퍼터 압력은 5~20 mTorr, 기판온도는 실온으로 고정하였다.

3. 결과 및 검토

그림 1은 기판 종류를 달리하여 증착한 CdS 박막의 XRD 회절 pattern을 나타낸 것이다. 이때, 스퍼터 전력 및 압력은 150 Watt와 8 mTorr으로 고정하였고, 기판은 가열하지 않았다. 기판 종류에 따른 결정구조의 큰 변화는 관찰할 수 없었으나, 유리 기판보다 PC 기판의 경우, hexagonal (002) peak 세기가 감소함을 볼 수 있는데, 이것은 이 면 방향으로의 우선 성장 방위의 정도가 감소함을 의미한다. 한편, PET 기판에서는 유리 및 PC에서는 관찰되지 않았던 cubic phase의 (400)면 peak이 나타난다. 따라서 PET 기판의 경우, 높은 스퍼터 전력임에도 불구하고 hexagonal과 cubic phase가 혼재되어 있는 결정구조를 갖는다.

그림 2는 서로 다른 기판 상에 증착된 CdS 박막의 SEM 사진이다. 먼저 유리 기판의 경우, 약 60~70 nm의 입자 크기가 관찰된다. 그러나 기판 종류에 따라 입자 크기가 다른 것을 볼 수 있는데, PET 기판 위에 증착된 CdS 박막은 유리나 PC 기판의 경우보다 큰 결정립을 갖는다.

그림 3은 기판 종류에 따른 CdS 박막의 광투과율을 나타낸 것이다. 스퍼터 압력에 관계없이 유리 기판 위에 증착된 CdS 박막이 PET 기판의 경우보다 상대적으로 높은 광투과율을 나타내었으나, PC 기판의 경우는 큰 차이를 보이지는 않았다. 또한 기판 종류에 관계없이 CdS의 밴드 갭(band gap)에 해당하는 500 nm 부근에서 날카로운 흡수단(absorption edge)을 관찰할 수 있는데, 스퍼터 압력이 높아질수록 흡수단은 단파장 쪽으로 이동한다. 이러한 흡수단의 이동은 밴드 갭의 증가를 의미한다. 그러나 지나치게 높은 압력에서는 오히려 장파장 쪽으로 다시 이동함을

관찰 할 수 있었다. 흡수단 이상의 파장 영역에서의 광투과율은 스퍼터 압력이 높아짐에 따라 증가함을 관찰할 수 있는데, 20 mTorr의 경우 평균 80% 정도의 광투과율을 나타내었다.

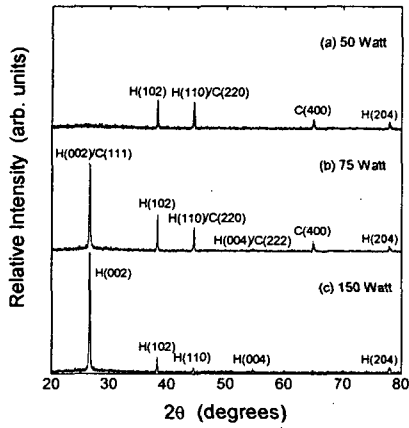


그림 1. 기판 종류에 따른 CdS 박막의 XRD pattern.

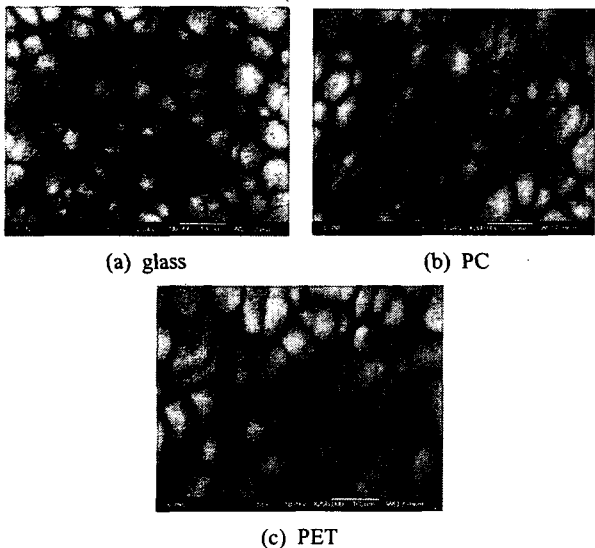
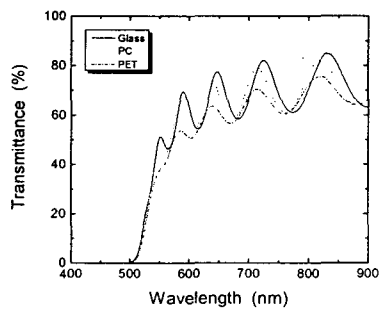
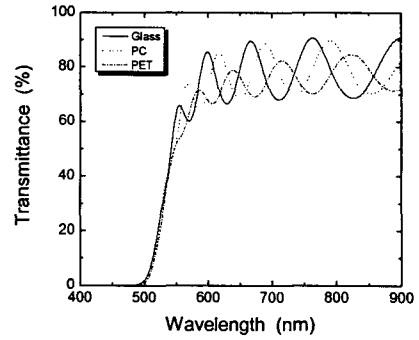


그림 2. 기판 종류에 따른 CdS 박막의 SEM 사진



(a) 5 mTorr



(b) 20 mTorr

그림 3. 기판 종류에 따른 CdS 박막의 광투과율

4. 결론

유리 및 PC 기판에 증착된 CdS 박막은 높은 스퍼터 전력에서 hexagonal 결정 구조를 가지나, 기판의 경우, 높은 스퍼터 전력임에도 불구하고 hexagonal과 cubic phase가 혼재되어 있는 결정구조를 갖는다. 또한 동일한 조건에서 증착한 CdS 박막의 경우, 유리 및 PC 기판에서 보다 PET 기판에서 보다 큰 입자크기를 갖는다.

한편, 유리 기판 위에 증착된 CdS 박막이 PET 기판의 경우보다 상대적으로 높은 광투과율을 나타내었으나, PC 기판의 경우는 큰 차이를 보이지는 않았다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구원(R-2004-B-119) 주관으로 수행된 과제임.

참고 문헌

- [1] A.D. Compaan, A. Gupta, S. Lee, S. Wang, J. Drayton, *Solar Energy* 77 (2004) 815.
- [2] X. Mathew, G.W. Thompson, V.P. Singh, J.C. McClure, S. Velumani, N.R. Mathews, P.J. Sebastian, *Solar Energy Mater. Solar Cells* 76 (2003) 293.
- [3] A.N. Tiwari, A. Romeo, D. Baetzner, H. Zogg, *Prog. Photovolt. Res. Appl.* 9 (2001) 211.