

## O<sub>2</sub> 플라즈마 전처리조건에 따른 폴리머 기판에 증착된 CdS 박막의 특성변화

김정호<sup>1</sup>, 박승범<sup>1</sup>, 정태환<sup>1</sup>, 김병국<sup>1</sup>, 송우창<sup>2</sup>, 박재환<sup>1</sup>, 임동건<sup>1\*</sup>

충주대학교 전자공학과, 충주대학교 차세대 BINT 기술 연구소

### Effect of O<sub>2</sub> Plasma Treatment on the Properties of CdS films Fabricated on the Polymer Substrate

Jeong Ho Kim<sup>1</sup>, Seung-Beom Park<sup>1</sup>, Tea-Hwan Jung<sup>1</sup>, Byeong-Guk Kim<sup>1</sup>, Woo-Chang Song<sup>2</sup>, Jea-Hwan Park<sup>1</sup>, Dong-Gun Lim<sup>1\*</sup>

Department of Electronic Engineering, Chungju National University,

Chungju National University Next Generation BINT Technical Institute

**Abstract :** CdS 박막은 에너지 밴드갭이 상온에서 2.42 eV인 직접 천이형 반도체로써 태양전지 및 광전도 셀과 광센서 등에 널리 사용되고 있다. 본 논문에서는 유연성을 가지고 있는 PC, PET, PEN 등 폴리머 기판을 O<sub>2</sub> 플라즈마를 사용하고 RF Power 100W, 공정시간 60~1200s의 조건에서 전처리하고, 이 기판을 CBD 법을 이용하여 CdS 박막을 증착시켰다. 폴리머 기판의 결정립크기는 180s의 처리시간 부터 증가를 보였으며, 전기적 특성은 60s 와 180s에서 이동도와 비저항이 반비례하는 경향성을 나타내었고 광투과율은 처리시간에 따른 뚜렷한 변화를 보이지 않았다.

**Key Words :** CdS, CBD, O<sub>2</sub> Plasma, polymer

### 1. 서 론

Cadmium sulfide(CdS)는 상온에서 에너지 밴드갭 이 2.42 eV인 직접 천이형 반도체로써 태양전지, 광전도 셀, 광센서 등에 널리 사용되고 있다. 이러한 CdS 박막은 진공 증착법(vacuum evaporation), 스퍼터링(sputtering), 전착법(electrodeposition), CBD법(Chemical Bath Deposition) 등에 의해 제조되고 있다. 이 가운데 무전해(electroless) 또는 용액성장법(solution growth technique)으로 불리는 CBD법은 간편하고 경제적이며, 대면적화에 편리한 방법으로 CdS, CdSe, PbS와 같은 박막형 화합물 반도체를 만드는 방법으로 오랫동안 알려져왔다.[1,2] 또한 최근 CBD법은 CdS 박막을 창층으로 이용한 CuInSe<sub>2</sub>계 태양전지[3] 및 CdTe계 태양전지[4]에 적용되어 높은 변환효율을 나타내고 있어 고효율 태양전지 연구에 더욱 좋은 평가를 받고 있다.

한편 CdS 박막 연구에 있어 대부분의 연구에 사용된 기판은 Glass에 증착시킨 것으로 유연성 및 충격에 취약한 단점을 가지고 있다. 때문에 Polymer 등 유연성이 있는 기판으로 성장 시킬 경우 유연성과 충격 뿐만 아니라 기판 가격 등 경쟁성이 있는 것으로 확인되어 본 연구에서는 시간별로 O<sub>2</sub> Plasma 처리한 PC, PET, PEN을 CBD법을 이용하여 CdS박막을 증착시켜 기판의 특성변화 및 차이를 조사하였다.

### 2. 실험

#### 2.1 ICP 를 이용한 O<sub>2</sub> Plasma 식각

PC, PET, PEN 기판을 IPA, 메탄올, 초순수 순으로 각각 10분씩 초음파 세척 후 질소로 건조 시켜준 다음

Polymer 기판의 표면기질에 따른 변화를 주기 위하여 ICP (Inductively Coupled Plasma) 장비를 이용하여 O<sub>2</sub> Plasma 식각 처리를 해주었다. O<sub>2</sub> Plasma 공정조건은 O<sub>2</sub> 압력 20 mTorr, 가스량은 15 sccm 로 하였으며 공정전력 100 w, 공정시간은 각각 60s, 180s, 600s, 1200s로 하였다.

#### 2.2 CBD법을 이용한 CdS 박막 증착

Polymer 기판 위에 CdS/CdTe 태양전지의 창층으로 사용될 CdS 박막을 CBD법을 사용하여 증착시켰다. Cadmium acetate ((CH<sub>3</sub> COO)<sub>2</sub> Cd·2H<sub>2</sub> O), Thiourea((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> CS) 를 Cd<sup>2+</sup> 와 S<sup>2-</sup> 의 이온 공급원으로 사용하였으며 pH 조절제로써 Ammonia (NH<sub>3</sub>), 를 사용하였고 용액내의 급격한 반응에 의하여 많은 침전물의 생성을 억제하기 위해 버퍼층으로 Ammonium acetate (CH<sub>3</sub> COONH<sub>4</sub>)를 사용하였다. CdS의 고른 박막의 증착을 위해 반응조에 초순수를 넣어 주고 Polymer 기판을 지지대에 고정시킨 후 온도를 조절하는 항온 수조에 반응용기를 넣어준 다음 Impeller로 70 RPM 으로 교반하였다. 다음으로 Cadmium acetate, Ammonia, Ammonium acetate 순으로 용액을 넣어 주고 반응용기의 온도가 75°로 올라갔을 때 Thiourea를 넣어 주어 50분간 반응시켰다. 증착된 박막들은 SEM(Scanning Electron Microscope), 과 UV-VIS Spectrophotometer 를 통하여 CdS 박막의 결정립 밀집도와 구조 및 광학적 특성 분석을 실시 하였으며 Hall 측정장치 (HMS-3000) 를 통하여 박막의 전기적 특성을 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

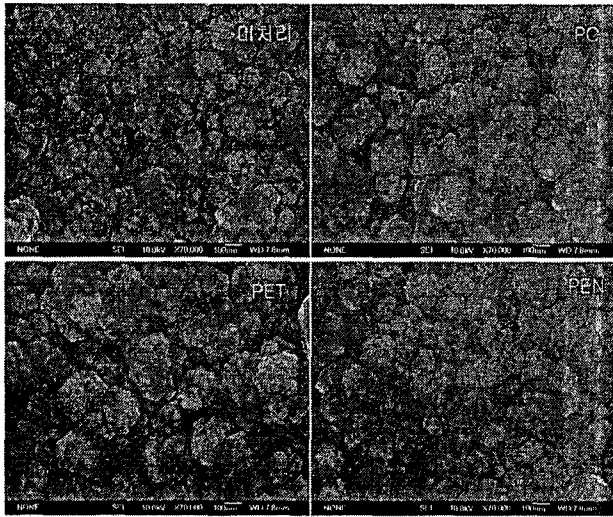


그림 1. O<sub>2</sub> Plasma 처리에 따른 Polymer 기판의 표면 SEM 이미지

그림 1. 은 PC, PET, PEN 의 Polymer 기판을 O<sub>2</sub> Plasma 로 180s 처리하여 나타난 박막 결정립 크기 변화를 나타낸 SEM 사진이다. 그림에서 확인할 수 있듯이 미처리된 기판보다 확연하게 결정립의 크기가 증가한 것을 볼 수 있으며, 이는 Plasma 처리로 인한 표면의 기질이 변화하였음을 알 수 있다. 다만 PC 기판의 경우 표면 증착율이 매우 낮아 기판 전체에 고르게 증착되지 않은 것을 확인할 수 있다. 기판별 전기적 특성에서는 PET 기판과 PEN 기판이 각각 180s와 60s 처리 시간에서 이동도와 비저항의 반비례 하는 것을 그림 2 를 통해 확인할 수 있다. 이는 기판의 증착된 결정립의 크기가 증가하여 비저항이 감소하고 그에 따라 캐리어 이동도가 증가하는 특성을 보여준다. 한편 PC 기판의 경우 낮은 박막의 증착으로 변화가 거의 없었다. 그림 3 은 O<sub>2</sub> Plasma 식각 처리 시간에 따른 CdS박막의 광 투과도 특성을 기판별로 나타낸 것이다.

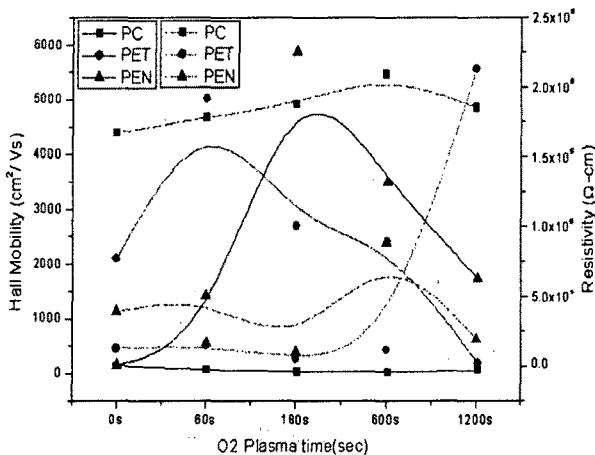


그림 2. 기판 종류에 따른 전기적 특성 비교

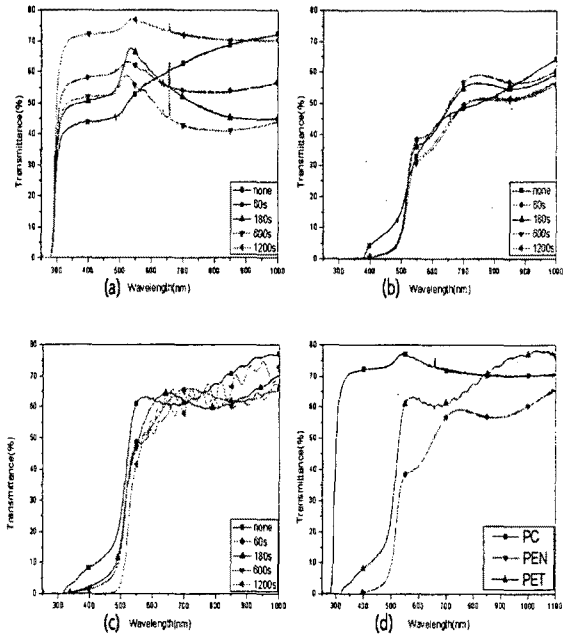


그림 3. 기판 종류에 따른 CdS박막의 광 투과도 ( (a) PC, (b) PEN, (c) PET, (d) 종합 )

광 투과도는 식각처리 시간에 대한 변화가 거의 없었으며 가시광 영역인 550nm~600nm에서 PC 기판이 1200s에서 78%대의 투과도를 나타내었으며 PET 기판은 식각하지 않은 상태에서 65%대의 투과율을 나타내었다. PET는 60s에서 40%의 투과율로 가장 낮게 나타났다.

### 4. 결론

본 연구에서는 II-VI족 화합물 태양전지인 CdS/CdTe 태양전지에서 상층으로 쓰이는 CdS박막을 유연성이 있는 Polymer 기판에 O<sub>2</sub> Plasma 로 시간별 표면 처리하여 증착시키고 그에 따른 특성 변화를 조사하였다. 박막의 표면 이미지를 확인하기 위해 SEM 이미지로 확인한 결과 180s에서 모든 기판의 결정립의 크기가 커졌으며, 60s와 180s에서  $2.5 \times 10^4 \Omega\text{-cm}$ 의 비저항을 나타내었고 PC기판에서는 1200s로 표면 처리했을 때, 78%의 높은 광 투과율을 나타내었다.

### 참고 문헌

- [1] G. A. Kitaev, S. G. Mokrushin, and A. A. Uritskaya, Colloid J. USSR, Vol. 27, p.38, 1965
- [2] G. A. Kitaev and T. S. Terekhova, Russian J. Inorg. Chem. Chem, Vol. 15, p.25, 1970
- [3] L. Stolt, M. Bodegard, J. Hedstrom, J. Kessler, M. Ruckh, K.O. Velthaus, and H. W. Schock, Proc. 11th European Photovoltaic Solar Energy Conf., 1992
- [4] J. Britt and C. Ferekides, Appl. Phys. Lett., Vol 62, No. 22, 1993