

**진공증착된 인듐 박막의 열적 확산에 의해 도핑된 CdZnS 박막의 특성**  
**Properties of CdZnS Films Doped by Thermal Diffusion of Vacuum**  
**Evaporated Indium Films**

이재형\*(성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부)

박용관(성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부)

신재혁(국립기술품질원 무기화학과)

신성호(국립기술품질원 무기화학과)

박광자(국립기술품질원 무기화학과)

### 1. 서 론

이종접합 태양전지의 창층(window layer)으로 널리 사용되는 CdS 박막 대신 이보다 밴드갭이 큰 CdZnS 박막으로 대체하기 위한 많은 연구가 이루어지고 있다.<sup>1-4)</sup> 태양전지의 창층에 요구되는 특성으로는 가시광 영역에서의 높은 광투과율과 낮은 비저항이지만, CdZnS 박막의 경우 제조방법에 관계없이 일반적으로 박막 내 zinc 조성이 증가함에 따라 비저항은 급격히 커진다. 따라서 CdZnS 박막을 태양전지의 창층으로 사용하기 위해서는 의도적인 불순물 도핑(doping)에 의한 전기적, 광학적 특성 조절이 필요하다. 그러나 지금까지의 연구 결과들은 주로 CdZnS 박막 성장 및 그 특성에 대해서만 보고되고 있으며, 불순물 도핑 등에 의한 박막의 전도도 향상에 대해서는 거의 보고되고 있지 않다. 또한 CBD법에 의해 성장시킨 CdZnS 박막의 경우 비저항을 감소시키기 위해 박막 성장시 불순물로 boric acid(H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)를 첨가하여 보론 도핑된 CdZnS 박막을 제조하고 전기적 특성을 조사한 결과, 낮은 zinc 조성에서는 비저항이 크게 감소하였으나 박막 내 zinc 조성이 증가할수록 도핑하지 않은 시편에서와 유사하게 비저항이 급격히 커짐을 관찰할 수 있었다.

본 연구에서는 CdZnS 박막의 전기 전도도를 향상시키기 위해 보론 도핑 외에 CdZnS 박막 표면에 진공증착한 인듐(indium) 막의 열적 확산(thermal diffusion)에 의한 방법을 시도하였다. 이를 위해 먼저 박막의 대면적화 및 저가격화가 용이한 CBD법으로 CdZnS 박막을 제조하고, 그 위에 불순물 소스(source)로 사용될 인듐을 진공 증착하여 인듐 막의 두께 및 열처리 온도에 따른 CdZnS 박막의 물성변화를 조사하였다.

### 2. 실험방법

CdZnS 박막을 증착시킬 기판으로는 Corning 7059 유리를 세제액으로 세척한 후 질소 gun으로 건조하여 사용하였다. CdZnS 박막을 제조하기 위한 cadmium과

zinc, sulfur 이온 공급원으로 각각 cadmium acetate, zinc acetate, thiourea를 사용하였고, complexing agent 및 pH 조절제로는 ammonia를 사용하였다. 또한 용액 내의 급격한 반응에 의한 많은 침전물 생성을 억제하기 위해 버퍼(buffer)로 ammonium acetate를 사용하였고, 보론 도핑 소스로는 boric acid를 사용하였다. 한편, 불순물 소스로 사용될 인듐 막은 각각 100Å, 200Å, 400Å의 두께로 CdZnS 박막 위에 진공증착하였고, 공기 중에서 150~550°C의 온도로 20분간 열처리하여 그 특성을 조사하였다.

제조한 CdZnS 박막 및 인듐 막의 두께는 surface profiler를 이용하여 측정하였으며, 결정구조를 조사하기 위해 X-선 회절검사를 하였다. 파장에 따른 박막의 광투과율은 UV-Visible spectrophotometer를 이용하여 기판에 수직인 방향으로 광을 입사시켜 측정하였다. 이 때의 파장범위는 300~900nm으로 조절하였다. 제조한 박막의 암상태에서의 비저항은 4-probe 방법으로 측정하였으며, 광상태에서의 비저항은 광원인 halogen lamp로부터 시편에 조사되는 빛의 세기를 100mW/cm<sup>2</sup>로 조절한 후 측정하였다.

### 3. 결과 요약

XRD 및 광투과율 측정 결과 좋은 결정성과 높은 광투과율 및 광학적 밴드갭을 갖는 CdZnS 박막이 200Å 이상의 인듐 막 두께에 350°C 이상의 온도로 열처리한 시편에서 얻어짐을 알 수 있었다. 또한 동일한 온도로 열처리한 시편의 경우 비저항은 증착한 인듐 막의 두께가 증가할수록 크게 감소하여 400Å의 두께에서 약 0.3 Ω-cm로 가장 최소의 비저항 값을 나타내었다. 이러한 높은 광투과율 및 비저항의 큰 감소는 CdZnS 막 표면에 증착한 인듐이 열처리에 의해 투명한 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 막으로 변환되고, 이 산화막이 metallic한 인듐이 재증발하는 것을 억제하여 CdZnS 박막의 깊이 방향으로의 인듐 확산을 증가시키기 때문으로 생각된다. 따라서 인듐의 열적확산에 의해 도핑된 CdZnS 박막을 태양전지의 창층으로 사용할 경우 큰 밴드갭과 향상된 전기 전도도로 인해 전지효율이 향상될 것으로 기대된다.

### 참고문헌

1. G. C. Morris and R. Vanderveen, Sol. Energy Mater.&Sol. Cells, Vol. 26, p.217-228, 1992
2. A. Kuroyanagi, Thin Solid Films, Vol. 249, pp.91-94, 1994
3. J. M. Doña, J. Herrero, Thin Solid Films, Vol. 268, p.5-12, 1995
4. 이재형, 이호열, 박용관, 신성호, 신재혁, 박광자, 대한전기학회 논문집, Vol. 47, No. 7, p.955-961, 1998