

소결조건에 따른 소결체 CdS 박막의 전기적 성질

문 주 태 X

한국과학기술원

임 후 빈

한국과학기술원

Effects of the Sintering Conditions on the Electrical Properties of the Sintered CdS Films

Joo Tae Moon *

Ho Bin Im

KAIST

KAIST

1. 서론

CdS 는 에너지 금지대폭이 2.43 eV 로 태양광의 대부분을 투과시킬 수 있어 다결정 박막형 태양전지의 window 재료로 적합한 물질이다. 다결정 박막형 태양전지를 실용화하기 위하여는 박막의 제도가 저가공정으로 이루어져야하며 높은 효율의 전지를 제조할 수 있어야 한다. 반도체 분말을 적당한 결합제와 함께 혼합하여 slurry 상태로 만든후 기판위에 screen printing 하고 소결하는 방법은 재료의 손실이 적을 뿐 만 아니라 넓은 면적의 박막을 제조할 수 있어 대량 생산 체제에 적합한 것으로 주목받고 있다. 이와같은 방법으로 제조한 소결체 CdS/CdTe 태양전지의 경우 8% 이상의 효율에 도달하였다.^{1, 2)}

그러나 태양전지를 양산하기 위하여는 window layer 인 소결체 CdS 박막을 전기적성질이 균일하면서 재현성있게 제조할 수 있어야 한다.

본 연구에서는 소결조건을 달리하여 제조한 CdS 소결박막과 이들을 열처리하여 전기적 성질 및 광학적 성질을 고찰함으로써 소결막의 전기적성질을 이해하고 window layer 로 적합한 CdS 소결막을 얻고자 하였다.

2. 실험 방법

순도가 99.999% 인 CdS 분말에 소결촉진제로 13 wt% 의 CdCl₂ (5N) 와 Propylene glycol (결합제) 를 첨가한후 혼합하여 적당한 점도의 slurry 를 만들었다. 혼합된 slurry 를 bor-silicate glass 위에 screen (165 mesh) 을 이용하여 도포한 후 120°C에서 2 시간동안 건조시켰다. 건조된 시편은 소결 boat 에 넣어 질소분위기 유지된 석영관상로에서 소결하였다. 소결온도는 600°C 이었으며 각각 소결시간을 달리하여 CdS 소결박막을 제조하였다. 또한 소결박막들을 석영 open tray 위에 놓고 600°C 에서 20분간 열처리하였다. 이들 시편에 대하여 전기비저항, Hall

voltage, 활성화 에너지, 광투과도 등을 측정하였으며 SEM을 이용하여 미세구조를 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 600°C 에서 소결한 CdS 소결막과 이들을 열처리한 소결막들의 암상태 전기비저항을 상온에서 측정하여 나타낸 것이다. 열처리하기전의 CdS 소결막의 경우 소결시간이 10분 이하인 시편들은 비저항이 10⁵ Ωcm 정도로 높게 나타났으나 소결시간이 증가함에 따라 감소하여 100분 이상 소결한 시편들은 1Ω·cm 이하로 낮아졌다.

CdS 는 n-type 반도체 물질로 전기비저항의 변화를 해석하기 위하여는 전자농도와 전자유동도를 구할 필요가 있다. 이들을 상온에서 Hall 측정된 결과 그림 2에 나타내었다. 전자농도는 소결시간에 관계없이 거의 일정한 값 (약 6 x 10¹⁷ cm⁻³) 으로 측정되었다. 측정된 전자농도는 소결촉진제로 첨가한 CdCl₂ 가 Cl 의 dopant 원이되어 Cl 이 doping 되었기 때문으로 사료되며 소결시간에 관계없이 일정한 값인 것으로 보아 CdS 소결막의 입자성장은 액체 CdCl₂ 를 통한 용해와 재석출 과정으로 일어나는 것으로 보여진다. 즉, 성장된 입자에는 소결온도에서 Cl 의 용해도 만큼 doping 되어 있다는 것을 의미한다. 또한 그림 3에 나타낸 소결시간에 따른 입자크기의 변화에서 액상이 입자성장을 촉진시켜 준다는 것을 알 수 있다. 그림 1에서 열처리한 시편들의 전기비저항을 살펴보면 소결시간에 관계없이 0.4Ωcm 정도의 거의 같은 값을 나타내고 있음을 볼 수 있다. 이들의 전자농도는 열처리전의 전자농도와 같은 값이며 소결시간에 무관하게 일정한 값을 나타내었다. (그림 2)

따라서 CdS 소결막의 비저항의 변화는 전자유동도의 변화에서 기인된 것임을 알 수 있다. 다결정 박막에서 전자유동도는 입자크기, 입계 전위장벽, 입계 trap density 등에 의해서 결정되는데^{3,4)} 본 실험에서 입

계전위장벽과 입자크기 등을 측정하여 본결과, CdS 소결막내에 존재하는 CdCl₂는 입계전위장벽을 높게하여 전자유동도를 감소시킬 뿐만아니라 CdS 입자사이의 접촉면적을 감소시켜 비저항의 증가 요인으로 작용함을 알 수 있었다.

열처리 전후의 시편을 EDAX 분석한 결과 열처리후에는 Cl 성분이 검출되지 않았으며 이로부터 열처리전후의 비저항의 변화는 열처리로 인하여 CdCl₂가 증발하여 제거되어 CdS 입자간의 접촉면적을 증가시키고 입계 전위장벽도 감소되어 나타난 것으로 설명된다.

CdS 소결박막의 소결시간에 따른 광투과도를 그림 4에 나타내었다. 그림 4에서 열처리전후의 소결막의 광투과도에서 CdS 소결막에 존재하는 CdCl₂의 양이 광투과도에 다르게 영향을 주는 것을 알 수 있다.

또한 이들의 광투과도 분광반응도에서 CdCl₂는 단이 (transmission edge)에는 영향이 없고 장파장영역에서의 광투과도에 영향을 준다는 것을 알 수 있었다.

4. 참고 문헌

1. H. Uda et. al, Jpn. J. Appl. Phys., vol 22, No. 12, 1832 (1983)
2. J. S. Lee and H. B. Im, J. Mat. Sci., 21, 980 (1986)
3. J. Y. W. Set., J. Appl. Phys., 46, 5247 (1975)
4. A. K. Ghosh et. al, J. Electro. Mat., 11(2) 237 (1982)

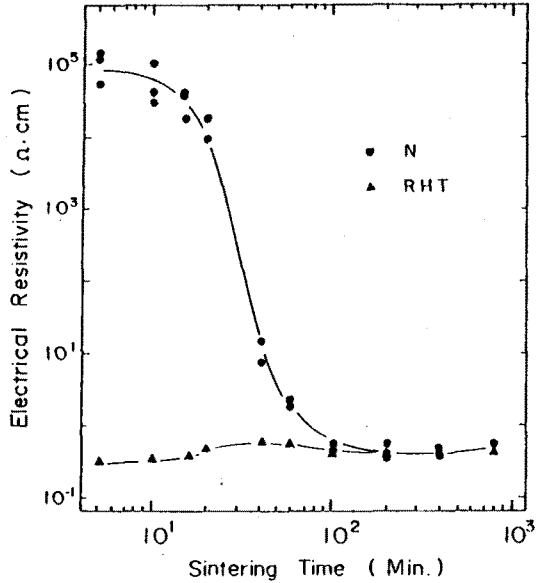


Fig. 1 Bulk resistivity at R.T. as a function of sintering time for sintered(●) and reheat treated(▲) CdS films which were sintered at 600°C.

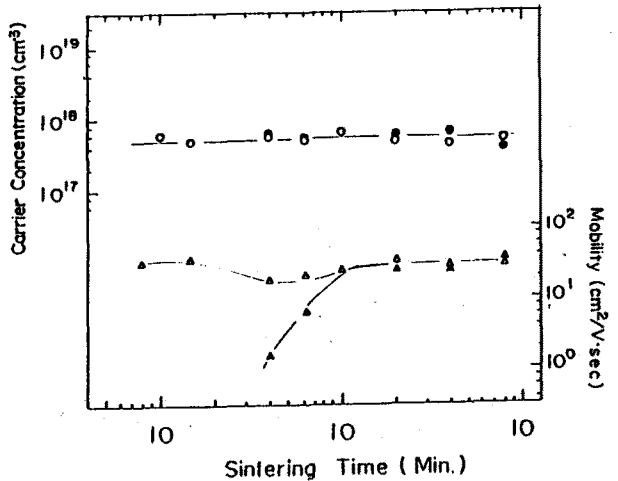


Fig. 2. Electron concentration and mobility as a function of sintering time for sintered(●, ▲) and reheat-treated(○, △) CdS films which were sintered at 600°C.

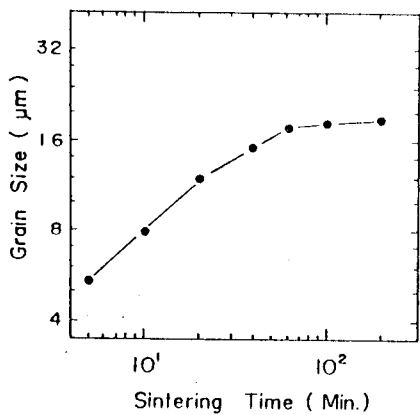


Fig. 3. Average grain size versus sintering time for CDS films which were sintered at 600°C.

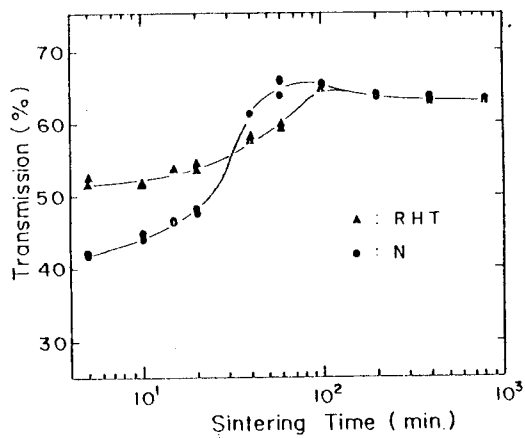


Fig. 4. Optical transmission of sintered CDS films as a function of sintering time.