

CdS저온진공소결박막의 성장특성

김정혁, 한명욱

현재 규소단결정과 비화갈리움단결정에 기초한 고효율태양전지가 실용화되고있지만 원가가 높고 크기와 모양에서 많은 제한성을 가지고있다. 따라서 원가를 낮추고 효율을 높이기 위하여 화합물반도체의 얇은 막을 리용하고있다.

박막성장을 위하여 분자선결면성장방법, 기상결면성장방법, 액상결면성장방법, 다원천진공증착방법외에도 전착법, 전기영동법, 화학석출법이 리용된다.[1, 2]

우리는 우리 나라의 실정에 맞고 원가가 녹으며 생산성이 높은 스크린도형인쇄법에 의한 CdS박막성장법을 연구하였다.

실험 방법

CdS는 녹음점은 $1\ 475^{\circ}\text{C}$ 이지만 녹음점아래에서 승화된다. 그러므로 보통 단결정성장법이나 합성법으로는 CdS박막을 만들기가 대단히 힘들다.

그러나 CdS에 55.2%의 CdCl_2 를 첨가하면 녹음점이 522°C 로 된다.

CdCl_2 의 함량을 변화시키면 CdS의 녹음점을 $522\sim 720^{\circ}\text{C}$ 사이에서 임의로 변화시킬수 있다.

CdS박막재료로는 건식법으로 합성한 CdS다결정분말(4N)($1\sim 2\mu\text{m}$)을 리용하였다. 합성한 CdS의 XRD도형으로부터 CdS표준시료와 일치한다는것을 확인하였다.

유리기판을 불소수용액($\text{HF}(46\%)+\text{H}_2\text{O}(1:4)$)에서 $1\sim 2\text{s}$ 동안 처리한 다음 탈이온수로 세척하고 진공건조시켰다.

CdS분말 90질량%, CdCl_2 10질량% 및 점결제(PG)를 8h동안 균일하게 혼합분쇄한 다음 유리기판위에 스크린도형인쇄하였다. 이때 인쇄칼의 경사각, 인쇄액의 점도 등에 따라 막두께가 달라지게 되는데 보통 $15\sim 20\mu\text{m}$ 이다. 다음 진공건조로(100°C)에서 1h동안 건조시켰다.

CdS박막소결성장에서 중요한것은 N_2 기체의 습도와 O_2 의 포함량(0.2%이하)이다. 따라서 박막 성장방법으로 저온진공소결방법을 선택하였다.

시료용기를 반응관의 중심에 설치하고 그림 1과 같은 온도분포특성을 가진 로에 반응관을 밀어놓는다. 반응관의 중심구역(650°C , 10^{-2}Pa)에서 20min동안 박막을 소결성장한다.

소결성장후 시료용기를 천천히 꺼내여 반응관의 한쪽 끝에 정지시키고 방한온도까지 자연랭각시킨다.

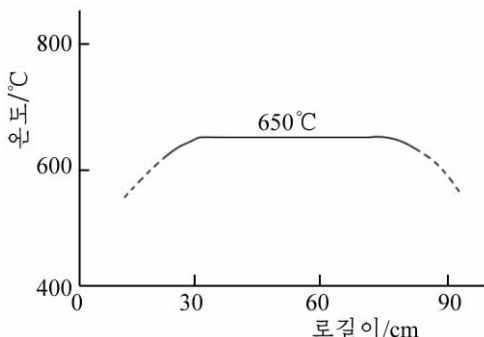


그림 1. CdS박막소결성장로의 온도분포특성

실험결과 및 해석

진공소결성장시킨 CdS박막의 XRD도형은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 진공소결 성장시킨 박막의 XRD도형은 표준시료와 일치하였다. 즉 진공소결성장후에도 CdS의 상 및 미세구조에서는 변화가 없다는 것을 알수 있다.

현미경(500배)으로 박막의 결면을 관찰한 결과 박막의 균렬상태와 채그물자리 등이 명확하게 나타났다.

박막의 균렬상태는 박막의 두께와 전조조건, PG의 함량에 따라 크게 차이 나는데 개방전압, 단락전류의 크기를 크게 감소시킨다.

간섭현미경으로 박막의 두께를 측정한 결과 소결전에는 $10 \sim 15 \mu\text{m}$, 소결후에는 $5 \sim 8 \mu\text{m}$ 였다. 이것은 소결과정에 박막이 더욱 치밀해지기때문인데 박막의 치밀화는 소결온도와 소결시간에 많이 관계된다.

소결온도에 따르는 CdS박막의 비저항변화는 그림 3과 같다. 이때 비저항은 4탐침법으로 측정하였다.

그림 3에서 보는바와 같이 소결온도가 높아짐에 따라 박막의 비저항은 급격히 감소한다는것을 알수 있다. 박막의 비저항은 소결과정에 CdCl_2 이 분해되어 막에 남아있는 Cl_2 함량에 관계되는데 Cl_2 함량이 많을수록 CdS의 비저항은 증가한다. 높은 효율의 태양전지를 만들자면 CdS박막의 비저항이 $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 이하이어야 한다.

진공도에 따르는 CdS박막의 비저항변화는 그림 4와 같다.

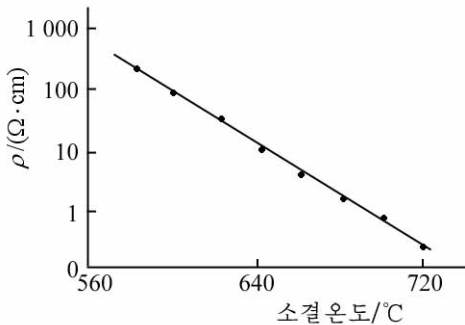


그림 3. 소결온도에 따르는 CdS박막의 비저항변화
소결시간 25min

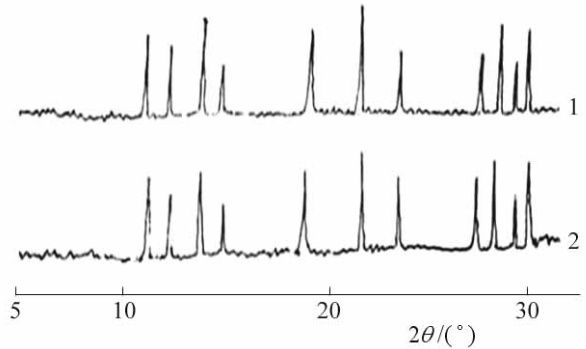


그림 2. CdS박막의 XRD도형
1-표준시료, 2-성장시킨 박막

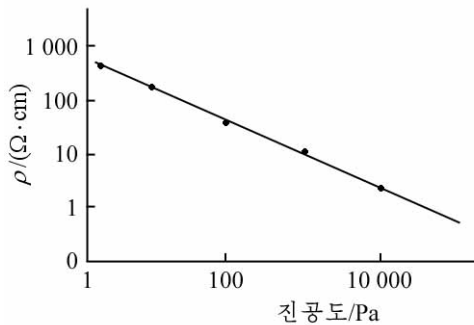


그림 4. 진공도에 따르는 CdS박막의 비저항변화
소결온도 650°C

그림 4에서 보는바와 같이 진공도가 작아짐에 따라 CdS박막의 비저항은 증가한다.

맺 는 말

저온진공법에 의한 CdS소결박막성장방법을 확립하고 박막성장을 실현하였다.

실험에 의하면 소결온도가 높아질 때 CdS소결박막의 비저항은 감소하며 진공도가 높아질 때 CdS소결박막의 비저항은 증가한다. 즉 저온진공소결과정에 소결온도와 소결시간을 조절하여 박막의 비저항을 조종할수 있다.

참 고 문 헌

[1] Kai Siemer et al.; Solar Energy and Solar Cells, 63, 159, 2001.

[2] G. Norworthy; Solar Energy and Solar Cells, 60, 127, 2000.

주체104(2015)년 4월 5일 원고접수

Growth Characteristics of CdS Low Temperature Vacuum Sintering Film

Kim Jong Hyok, Han Myong Uk

The growth method of CdS sintering film by low temperature vacuum method was established.

By experiment, when rising the sintering temperature, the resistivity of CdS sintering film is decreased and when rising the degree of vacuum, the resistivity of CdS sintering film is increased. In process of low temperature vacuum sintering, by controlling sintering temperature and time, the resistivity of film can be controlled.

Key words: CdS low temperature vacuum sintering film, sintering