

n-CdS/p-CdTe 이질이음계의 박막특성연구

리영순, 한명욱

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 현실에 튼튼히 발을 붙이고 사회주의건설의 실천이 제기하는 문제들을 연구대상으로 삼고 과학연구사업을 진행하여야 하며 연구성과를 생산에 도입하는 데서 나서는 과학기술적문제들을 책임적으로 풀어야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 492 페이지)

최근 원소주기계의 12 및 16족원소들로 이루어지는 2성분계화합물반도체의 박막화에 관한 연구[1-4]가 많이 진행되고있으나 진공소결법에 의한 CdS 및 CdTe 화합물반도체박막특성에 관한 연구자료는 거의나 없다.

우리는 스크린도형인쇄법과 저온진공소결법으로 n-CdS/p-CdTe 이질이음박막계를 형성하고 SEM 분석으로 박막의 특성을 평가하였다.

CdS 저온진공소결박막의 성장 CdS 박막은 저온진공소결박막성장로[1]에서 성장되였다.

스크린인쇄액의 조성은 95질량% CdS 분말(5N), 5질량% CdCl₂ 및 적당한 량의 점결제 PG

이다. 스크린인쇄액을 리용하여 투명전도성산화물(TCO)막을 입힌 유리기관우에 두께 15~20μm의 CdS 막을 입힌다. 인쇄판 CdS 박막을 1h 동안 100°C의 진공건조로에서 건조시킨 후 소결지구에 담아 반응관의 중심에 설치하고 필요한 온도분포가 형성된 로를 천천히 반응관의 중심까지 이동시킨다. 650°C에서 12~18min 유지한 후 반응관의 한끝으로 천천히 이동 및 냉각시킨다. 이때 로의 이동속도는 1.5cm/min이다. 로의 이동속도를 크게 하면 막의 균열이 심하고 기관과의 부착력이 약해진다.

열탐침법을 리용하여 전도형측정을 한 결과 CdS 박막은 n형전도성을 띠었다.

저온진공소결성장후 박막의 두께와 상분석은 주사전자현미경(《JSM-6610A》)을 리용하여 측정하였다.

소결성장후 CdS 박막의 SEM 사진과 상분석결과를 그림 1에 보여주었다.

소결성장후 CdS 박막의 두께가 현저히 감소하였는데 그것은 막내에 포함되였던 PG가 증발하면

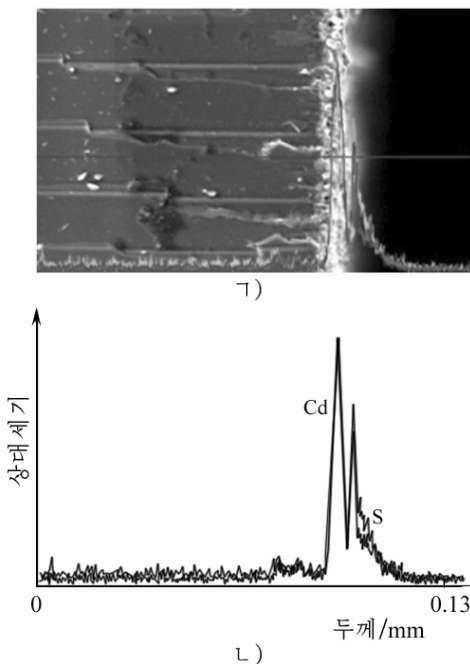


그림 1. CdS 박막의 SEM 사진(㉠)과 상분석(㉡)

서 많은 기공들이 생기고 소결성장과정에 립자들이 성장되면서 기공이 메워져 박막이 매우 치밀해지는것과 관련된다.

그림 1에서 보는바와 같이 Cd선과 S선에 대한 분석은 박막이 정확히 Cd와 S로 이루어졌다는것을 보여준다.

박막소결성장후 CdS박막의 결면상태와 XRD도형을 그림 2에 보여주었다.

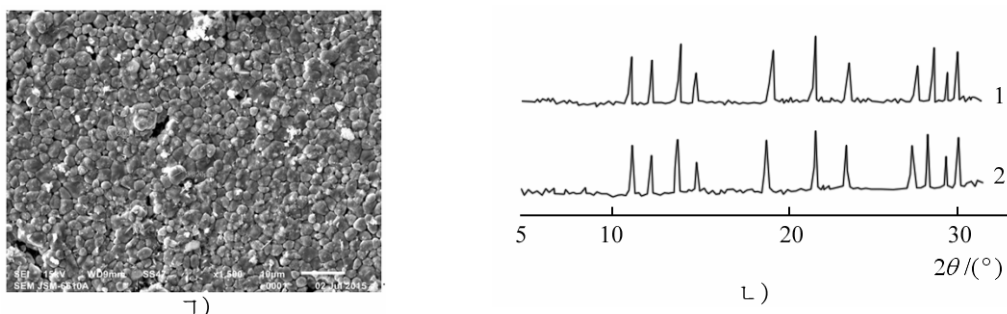


그림 2. 소결성장후 CdS박막의 결면상태(1))와 XRD도형(2))
1-CdS표준시료, 2-소결성장후 CdS박막

스크린인쇄법으로 CdS박막을 입힐 때 개별적알갱이들의 크기는 $1\mu\text{m}$ 또는 그 이하였다.

그러나 그림 2의 1)에서 보는바와 같이 소결성장후 개별적알갱이들의 크기는 $2\sim4\mu\text{m}$ 의 크기로 증가하였다. 이것은 저온진공소결과정에 CdS알갱이들이 성장하면서 다결정막을 형성한다는것을 보여준다.

그림에서 《검은 구멍》으로 나타나는것은 스크린인쇄액을 만들 때 들어간 분산 및 계면활성제가 소결과정에 날아난것으로 하여 생긴 기공으로 해석된다. 그리고 《흰 얼룩》으로 나타나는 작은 알갱이들에 대한 정성분석결과 그것들은 이물이 아니라 작은 CdS부분조각들이라는것을 알수 있다.

그림 2의 2)에서 보는바와 같이 CdS박막의 상 및 미시구조의 변화는 검출되지 않았다.

n-CdS/p-CdTe이질이음계의 형성 CdS박막위에 p-CdTe박막을 형성시키기 위하여 합성체적형 CdTe물질을 $1\mu\text{m}$ 또는 그 이하의 크기로 분쇄한다.

5N의 순도를 가지는 p-CdTe 91질량%, 용제 CdCl_2 9질량% 및 적당한 량의 점결제(PG)로 이루어진 혼합물을 8h동안 분쇄하여 스크린인쇄액을 제조한다.

스크린인쇄법으로 CdS소결성장막위에 p-CdTe박막을 형성한다.

n-CdS/p-CdTe박막계를 100°C 의 진공건조로에서 1h동안 건조시키고 CdS박막소결의 경우와 유사하게 620°C 에서 20min동안 소결성장한다.

저온진공소결박막성장후 SEM분석을 통하여 소결성장된 박막의 두께를 분석하였다.

CdTe박막의 두께는 약 $10\mu\text{m}$ 로서 예견했던 값보다 약간 두터워졌다. 이것은 소결시간이 짧고 소결온도가 약간 낮은데 원인이 있다고 본다.

CdS와 CdTe의 계면사이에 나타난 pn이음의 너비는 매우 얇다.

pn이음의 정방향과 역방향저항은 별로 큰 차이는 없다. 이때 효율특성도 좋았다. 이것은 두 박막의 계면사이에 pn이음층이 형성되었다는것을 말해준다.

AM1의 빛조임하에서 $V_{\text{개}}=0.6\text{V}$, $J_{\text{단}}=35\text{mA}/\text{cm}^2$, F.F.=0.65, $\eta=13.65\%$ 이다.

맺는말

저온진공소결성장법에 의한 CdS, CdTe박막소결성장공정을 확립하였다.
SEM분석에 기초하여 CdS, CdTe박막의 특성을 평가하였다. 즉
 $V_{oc}=0.6V$, $J_{sc}=35mA/cm^2$, F.F.=0.65, $\eta=13.65\%$.

참고문헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 61, 10, 78, 주체104(2015).
- [2] 한명옥; 태양빛발전재료, 김일성종합대학출판사, 120~173, 주체96(2007).
- [3] Xirurong Qu; Material Chemistry and Physics, 129, 331, 2011.
- [4] Seika Soraku et al., Solar Energy Materials & Solar Cells, 86, 203, 2009.

주체105(2016)년 5월 5일 원고접수

On the Characteristics of Films of n-CdS/p-CdTe Heterojunction System

Ri Yong Sun, Han Myong Uk

We manufactured n-CdS/p-CdTe heterojunction film by the screen figure printing and low temperature vacuum sintering and estimated the quality of the films.

Result $V_{oc}=0.6V$, $J_{sc}=35mA/cm^2$, F.F.=0.65, $\eta=13.65\%$.

Key words: CdS, CdTe, low temperature vacuum sintering