

박막태양전지 하부전극용 Mo 박막특성 연구

양현훈, 김영준, 정운조, 박계춘

목포대학교

A Study on properties of Lower Electrode thin films solar cell for Mo thin film

Hyeon-Hun Yang, Young-Jun Kim, Woon-Jo Jeong, Gye-Choon Park,

Mokpo national Univ.

Abstract : In order to increase the cost effectiveness of solar cells, module production should be treated more comprehensively. Back contact cells offer distinct advantage in the interconnection of cells to modules. Thereby Mo thin film were prepared in order to clarify optimum conditions for growth of the thin film depending upon process, and then by changing a number of deposition conditions and substrate temperature conditions variously, structural and electrical characteristics were measured. For the manufacture of the Mo were vapor-deposited in the named order. Among them, Mo were vapor-deposited by using the sputtering method in consideration of their adhesive force to the substrate, and the DC power was controlled so that the composition of Mo, while the surface temperature having an effect on the quality of the thin film was changed from R.T[$^{\circ}\text{C}$] to 200[$^{\circ}\text{C}$] at intervals of 50[$^{\circ}\text{C}$].

Micro-structural studies were carried out by XRD (D/MAX-1200, Rigaku Co.) and SEM (JSM-5400, Jeol Co.). Electrical properties were measured by CMT-SR3000 Measurement System.

Key Words : Back contact, vapor-deposition, thin film(박막)

1. 서론

최근 Mo박막은 태양전지 하부전극으로 많은 연구가 되어지고 있으며, 전기저항이 낮고 열적 화학적으로 안정하며, 기계적 강도가 우수하기 때문에 여러 가지 소자의 전극으로 많이 사용되고 있다. 특히 박막형 태양전지 소자용 하부전극으로 많이 사용되는데, 이는 광흡수층 재료인 CIGS계 박막과의 낮은 비접촉저항, 기판인 유리와의 좋은 접착력, 그리고 열적 화학적 안정성 때문이다. 따라서 Mo 박막 재료의 물성 제어는 소자화에 기본적으로 요구되는 재료의 특성을 구현하기 위하여 필수적이다.

2. 실험

본 실험에서는 Mo 박막이 가져야 할 중요 특성으로서 낮은 고유저항과 유리기판과의 강한 부착력에 주안점을 두고 실험에 임하였으며, 그동안의 축적된 경험에 비추어 볼 때 여러 가지 스퍼터링 변수 중에서 저항치와 부착력에 가장 영향이 큰 변수는 기판온도와 기판과 타겟 사이 거리라는 판단 하에 이들을 가변시켜 가면서 Mo의 특성을 측정하였다. 이를 통하여 Mo 박막의 최적 스퍼터링 조건을 찾았으며, 태양전지의 하부전극으로 사용 가능한 고품질의 박막을 구현하였다.

3. 결과 및 토론

3.1 Mo 박막의 구조적 특성

마그네트론 스퍼터링법으로 박막을 증착할 때 가장 영향을 미치는 공정 변수는 챔버 압력과 기판온도로 알려져

있다. 본 실험에서는 챔버 압력이 약 10mTorr 근방에서 플라즈마의 상태가 가장 안정되며, 그 이상 압력에서는 박막의 상태가 양호하지 못하며 더 낮은 압력에서는 플라즈마가 불안정하여 챔버 압력은 약 10mTorr로 고정하였다. 또한 타겟과 기판사이의 거리에 따라 Mo 박막의 저항률 값에 큰 영향을 미쳤다. 그림 1.에서 보는 바와 같이 거리가 가까울수록 주상 모양의 결정립이 잘 성장되는 것을 알 수 있었고, XRD 분석 결과 그림 2.에서 보듯이 거리가 가까울수록 결정성이 현저하게 증가 하였다. 그리고 스퍼터링 변수인 타겟과 기판 사이의 거리(d_{T-S})를 약 4cm로 고정하였으며, 챔버 압력과 높이가 고정된 상태에서 박막의 품질에 가장 큰 영향을 미친다고 할 수 있는 기판온도를 실온에서부터 200 $^{\circ}\text{C}$ 까지 변화시켜 그 구조적 특성을 고찰하였으며, 그림 3.에 나타내었다.

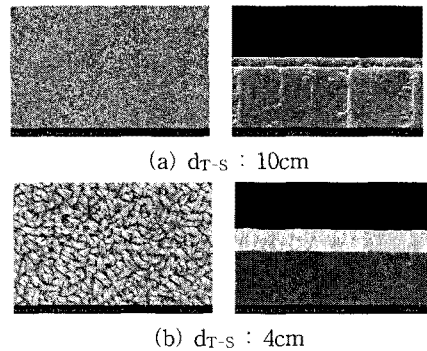


그림 1. 타겟과 기판 사이 거리(d_{T-S})에 따른 Mo 박막의 SEM 사진의 비교.

기판온도를 주었을 때가 주지 않았을 때보다 표면구조가 치밀함을 알 수 있었고, 기판온도가 증가할수록 침상형의 결정립의 길이가 더욱 길어지는 형상이다. 또한 단면사진에서 보이듯이 주상 구조가 잘 발달되어 있음을 알 수 있다. 이때의 XRD 분석결과는 그림 2.(b)와 같이 (110)면이 현저히 발달된 구조를 보였으며, 기판온도에 대해서는 피크 강도의 차이만 있을 뿐 거의 비슷하였다.

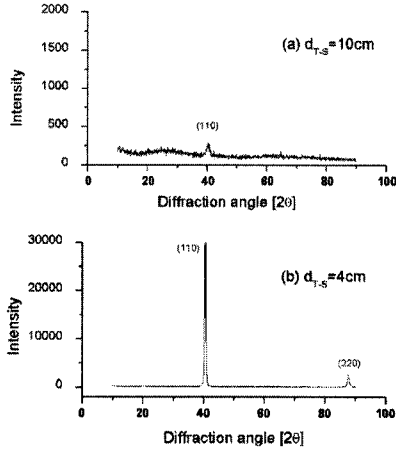


그림 2. 타겟과 기판 사이 거리(d_{T-S})에 따른 Mo 박막의 XRD.

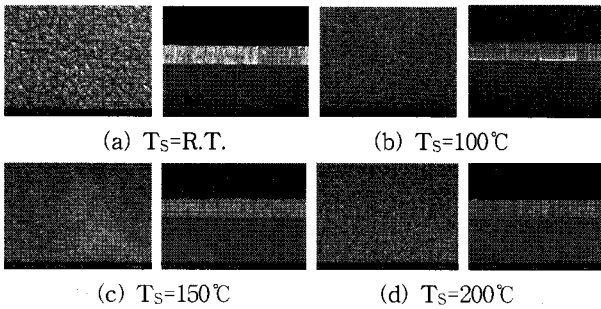


그림 3. 기판온도에 따른 Mo 박막의 SEM 사진.

3.2 Mo 박막의 전기적 특성

그림 4.는 기판온도 변화에 따른 면저항을 측정한 결과 상온에서 증착하였을 때보다 기판온도를 주었을 경우 면저항 값은 더 낮아지는 경향이 나타났으며, 가장 낮은 면저항은 기판온도 200 $^\circ\text{C}$ 일 때로 약 $0.04\Omega/\text{square}$ 로 측정되었다. 이를 저항률 값으로 환산하면 약 $1 \times 10^{-4}\Omega \cdot \text{cm}$ 이었다.

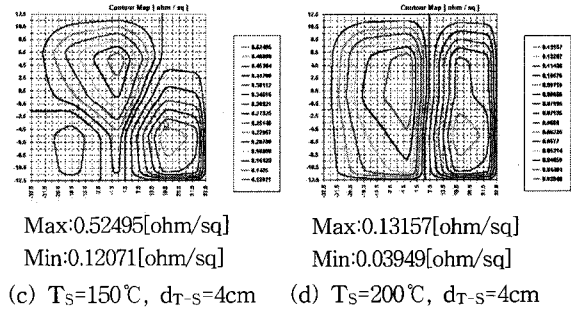
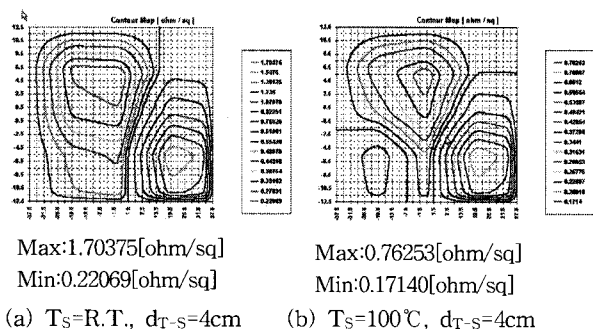


그림 4. 기판온도에 따른 Mo 박막의 면저항 분포도.

4. 결론

본 실험에서는 Sputtering법으로 타겟과 기판 사이 거리 변화와 기판온도(T_S)변화를 시켜 태양전지의 하부전극으로서 적절한 Mo 박막의 제조 조건을 연구하였으며 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

태양전지 하부전극에 타겟과 기판 사이 거리가 가까울수록 주상 모양의 결정립이 잘 성장되는 것을 알 수 있었고, XRD 분석 결과 보듯이 거리가 가까울수록 결정성이 현저하게 증가 하는 것을 볼 수 있었다. 따라서 4cm일 때가 가장 최적의 조건이며, 기판온도(T_S)에 따른 변화는 100 $^\circ\text{C}$, 150 $^\circ\text{C}$, 200 $^\circ\text{C}$ 일 때 그 결정성이나 면저항 값에 큰 차이를 보이지는 않았으나, 상온에 비해 기판온도를 주었을 때 면저항이 낮아졌으며 기판온도 200 $^\circ\text{C}$ 일 때 저항률 이 약 $1 \times 10^{-4}\Omega \cdot \text{cm}$ 이었다.

이상의 결과로부터 본 실험에서 얻어진 Mo박막은 태양전지 하부전극을 구현하는데 적합한 물성을 갖추었다고 사료됩니다.

감사의 글

본 연구는 에너지관리공단 에너지자원 기술개발 위탁사업 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Gye-Choon Park, Hae-Duak Chung, Chang-Dae Kim, Hyuk-Ryeol Park, Woon-Jo Jeong, Jong-Uk Kim, Hal-Bon GU, Ki-Sik Lee, "Photovoltaic characteristics of CuInS_2 CdS solar cell by electron beam evaporation", Solar Energy Materials & Silar Cells, Vol.49, 1997, pp.365-374.
- [2] J.Bekker, V.Alberts, M.J.Witcomb, "Influence of selenization techniques on the reaction kinetics of chalcopyrite thin films", Thin Solid Films, Vol.387, 2001, pp.40-43.
- [3] S.Chappel, A.Zaban, "Nanoporous SnO_2 electrodes for dye-sensitized solar cells- improved cell performance by the synthesis of 18 nm SnO_2 colloids", Solar Energy Materials & Solar Cells, Vol.71, 2002, pp.141-152.