2009년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2009. 7. 14 - 17

스퍼터링 방법으로 증착한 CdS박막의 열처리 온도에 따른 표면 및 구조 특성

류승한*, 임채현*, 박주선*, 김남훈**, 양정태***, 이우선*
조선대학교*, 전남대학교**,한국폴리텍V대학***

Surfacial and Structural Characteristics of Sputtering-deposited CdS Thin Films with a Change of Annealing Temperature

Seung-Han Ryu*, Chae-Hyun Lim*,Ju-Sun Park*, Nam-Hoon Kim**, Jang-Tae Yang***, Woo-Sun Lee*
Chosun University*, Chonnam National University**, Korea Polytechnic V college***

Abstract - 신재생 에너지 태양광을 활용하기 위한 태양광 발전에 있어서 기존의 고가의 실리콘 기판 대신 저가의 박막형 태양전지 연구가 활발히 진행 되고 있다. 본 연구에서는 박막형 태양전지에 있어서 태양광의 투과층으로 사용되는 CdS 박막의 열처리에 따른 특성을 연구하였다. 실험은 CdS박막을 Sputtering법으로 동일한 조건에서 제조하였고 이 박막을 200℃, 300℃, 400℃, 500℃, 600℃까지 열처리 하였다. 열처리 전과 후 Ellipsometer를 이용한 박막의 두께 변화, 표면의 RMS Roughness와 Peak to Valley Roughness의 변화 그리고 결정 구조변화 등을 조사하였다. 박막의 두께는 열처리 전보다 처리 후 두께가 얇아졌으나 거칠기나 결정성은 열처리 온도에 따라 거칠어지고 결정성이 떨어졌다.

1. 서 론

저탄소 녹색 성장을 추진하는 범세계적 요구에 따라 신재생 에너지와 관련한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 신재생 에너지 중 하나인 태양광 발전을 하기 위해서는 고가의 실리콘 기판이 사용되어 설치비용의 부담이 크다. 따라서 비용 부담을 줄이기 위한 저가의 고효율 태양전지를 만들기 위해 박막형 태양전지가 연구되고 있다. 특히 CdTe 박막형 태양전지의 투과층으로 CdS 박막이 널리 사용되어지고 있다. CdS 는 에너지 밴드 갭이 2.42eV인 직접 천이형 반도체로 태양전지, 광전도 셀, 광센서 등으로 사용되고 있다.[1] CdS 박막은 EBE (Electron-Beam Evaporation)법, CBD (Chemical Bath Deposition)법, 진공증착법 (Vacuum Evaporation), Spray Pyrolysis법, sputtering법 등으로 제조되고 있다.[2] 이 중 sputtering법의 경우, 다른 방법에서는 얻기 어려운 매우 얇은 두께의 박막 증착이 가능하며, 균일성 또한 우수하다.[3] 또한 이 방법으로 CdS 박막을 제조하여 14 %의 고효율 태양전지를 만든 사례가 있다.[3] 본 연구에서는 sputtering법으로 상온의 온도로 RF Power 50 Watt, 압력 7.5×10^{-3} Torr에서 10분간 동일하게 증착시킨 박막의 열처리 온도에 따른 표면 형상 및 결정 구조 등의 특성을 조사하였다.

2. 실 험

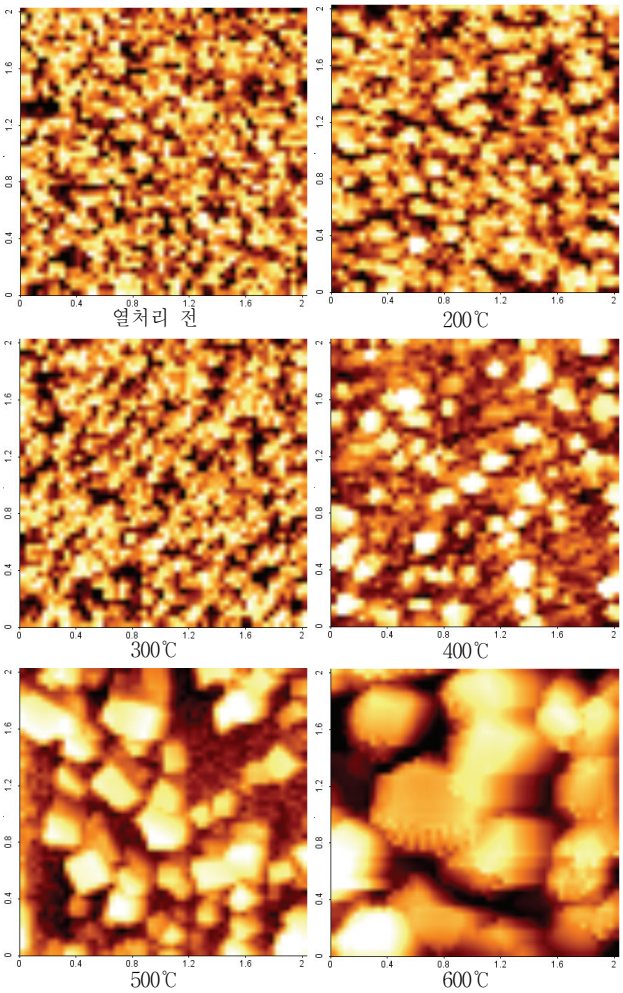
CdS 박막은 RF magnetron sputtering system을 사용하여 증착하였다. Sputtering Target으로 LTS (Chemical) Inc.(USA)에서 제조된 순도 99.99 %의 2 Inch Target이 사용 되었고 동일한 상온의 온도에서 초기 진공 1.0×10^{-6} Torr 상태에서 Ar Gas 를 20 sccm 주입하고 RF Power를 인가하여 플라즈마 생성 시킨 후 Target 표면의 불순물 제거를 위해 셔터를 닫은 상태에서 10분간 pre-sputtering하였다. 그리고 RF Power 50 Watt에서 증착 압력 7.5×10^{-3} Torr로 10분씩 동일하게 증착한 CdS 박막을 실험에 사용하였다.

열처리에 따른 특성 변화로 처리 전과 처리 후의 박막의 두께를 알아보기 위하여 sputtering으로 증착된 박막에 Ellipsometer를 이용하여 각각의 박막 두께를 측정하고 열처리기로 200℃, 300℃, 400℃, 500℃, 600℃ 열처리 후 다시 Ellipsometer를 이용하여 열처리 전 후의 두께 변화를 조사하였다. 그 다음 AFM (Atomic Force Microscopy) 을 통하여 표면 형상을 측정하고 X-선 회절분석 (X-Ray Diffraction) 으로 결정 구조를 조사하고 결정립 크기를 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

Ellipsometer를 이용한 박막의 측정 결과 열처리 전보다 열처리한 후의 박막 두께가 200℃, 300℃, 400℃로 처리한 박막은 열처리전 박막의 두께보다 오히려 미세하게나마 얇아지는 결과를 확인할 수 있었다. 이는 증착된 CdS 박막의 거친 표면이 열처리 후 그 표면이 다결정화 하면서 피크점이 낮아진 것으로 판단된다. 한편 500℃와 600℃로 처리한 박막은 두께는 박막 손상으로 인하여 Ellipsometer로 측정 할 수 없었다.

AFM 을 통한 표면은 <그림 1>과 <표 1>에서 나타낸 RMS Roughness와 Peak to Valley Roughness값은 모두 고열로 열처리 할수록 증가하는 것을 볼 수 있다. <그림 1>에서 보이는 것과 같이 열처리 온도에 따라 표면에 보이는 결정의 크기가 증가함을 알 수 있다. <표 1>을 통하여 열처리 온도가 증가함에 따라 거칠기와 최고 저점간 차이를 비교할 수 있다.



<그림 1> AFM 표면

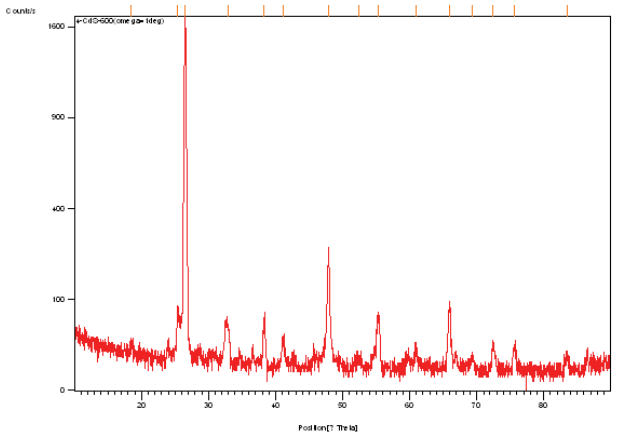
열처리된 박막의 결정 구조를 알아보기 위하여 X-선 회절 분석을 하여 <그림 2>에 나타내었다. 열처리 이전의 박막에서 2θ = 26.4°에서의 회절 peak가 최대치를 나타내었으며, 열처리 온도가 증가함에 따라서 2θ = 26.4°에서의 회절 peak가 감소하는 경향성을 보였다. 이는

e-beam 진공증착 (EBE) 방법으로 증착한 CdS 박막의 열처리에 따른 선행연구 결과와는 다른 경향성을 나타내었다.[2]

〈표 1〉 열처리 온도에 따른 표면 RMS 와 Peak to Valley Roughness

(단위 nm)

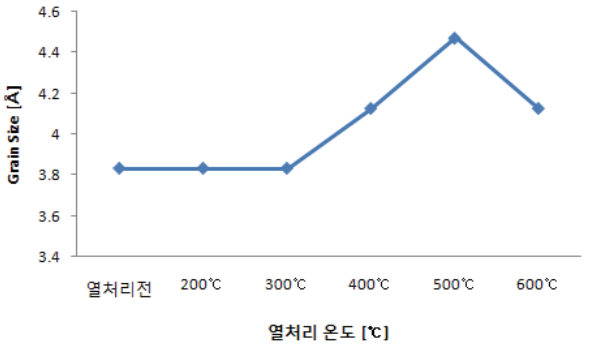
	열처리전	200℃	300℃	400℃	500℃	600℃
RMS	5.520	7.986	9.188	11.351	24.694	55.839
P-V	37.894	47.973	58.250	72.392	123.398	315.791



600℃

〈그림 2〉 열처리 온도에 따른 XRD

그리고 열처리한 각각의 박막 결정립 크기는 $\lambda / D\cos\theta$로 계산 되는데 λ 는 X-선의 파장, D는 F.W.H.M (최대 반치폭), θ는 bragg angle으로 대입하여 계산하였다. 결과적으로 결정립 크기는 400℃ 이상의 열처리 온도에서 열처리 전보다는 증가하는 현상을 확인할 수 있다. 하지만 600℃에서의 결정립 크기는 <그림 1>의 AFM결과와는 다른 현상을 보이는데, 후속 연구를 통해서 확인이 필요하다.



〈그림 3〉 열처리 온도에 따른 결정립 크기

4. 결 론

본 연구는 CdS 박막 제조에 있어서 우수한 박막 제작을 하기위한 연구로써 Sputtering으로 증착시킨 CdS박막의 열처리 과정에 따른 특성을 살펴 보고자 하였다. 박막의 두께는 열처리 전보다 열처리 후 미세하게 얇아졌으나, 표면 거칠기는 열처리 온도에 따라 거칠어지는 현상을 보였다. 박막 결정성은 열처리 이전에서 최대치를 보이고, 열처리 온도가 증가함에 따라서 감소하는 경향성을 보이며 EBE방법으로 증착된 CdS 박막의 열처리 온도에 따른 결정성 특성과 다른 경향성을 보이는데, 후속 연구를 통해서 면밀한 분석이 필요한 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

[1] 이재형, 최성헌, 이동진, 정학기, 임동건, 양계준, “기판 종류에 따른 스퍼터 증착된 CdS 박막의 구조적, 광학적 특성”, 한국전기전자재료학회 하계학술대회 논문집, pp145-146, 2005

[2] 김성구, 박계춘, 유용택 “열처리 온도에 따른 CdS박막 특성”, 한국전기전자재료학회지, Vol. 7, No, 1, pp49-56, 1994

[3] 이재형, 최성헌, 이동진, 정학기, 임동건, 양계준, “스퍼터 증착된 CdS 박막의 $CdCl_2$를 이용한 열처리 효과”, 한국전기전자재료학회 추계학술대회 논문집, pp63-64, 2005