

대면적 기판에 균일한 CdTe 박막 증착을 위한 스퍼터링 방법 연구

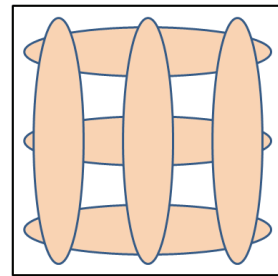
박주선*, 임채현*, 류승한*, 김남훈**, 양정태***, 이우선*
 조선대학교*, 전남대학교**, 한국폴리텍V대학***

A Study on Sputtering Method for Uniform Deposition of CdTe Thin Film on Large-area Substrates

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

Abstract - Cadmium Telluride (CdTe)를 이용한 박막형 태양전지 제작과 실용화에 있어 가장 큰 이슈는 대면적화에 따른 에너지 변환효율의 저하를 줄임으로써 고효율의 대면적 태양전지를 대량으로 생산하는 것이다. 따라서 본 연구에서는 태양전지 박막의 대면적 증착시 문제점 중에 하나인 불균일한 CdTe 박막의 증착을 방지하기 위한 선행연구를 진행하였다. 실험 방법으로는 Sputtering 법을 적용하여 박막 증착시 출력과 진공도에 따른 박막 두께의 표준편차와 RMS 표면 거칠기(R_{rms}), 최고-최저점간 표면 거칠기(R_{p-v}) 등의 거동을 관찰하였다. 이를 통해 Sputtering 공정 변수 중에 박막 두께의 표준 편차에 더 큰 영향을 미치는 변수를 조사하고, 후행 연구로 진행될 Sputtering 법을 이용하여 대면적에 균일하게 증착하는 방법에 적용하고자 한다.

가스압 진공도에 따른 박막 두께의 표준 편차를 비교하였다. 마지막으로 이렇게 증착되어진 시료들을 AFM(atomic force microscopy)을 통하여 R_{rms} , R_{p-v} 를 측정하였다.



<그림 1> Ellipsometer로 시료의 CdTe 박막 두께를 측정하는 범위

1. 서 론

최근 에너지 자원 연구의 트렌드는 친환경적이면서도 무한적으로 사용할 수 있는 신재생에너지(태양광, 풍력, 지열, 수력 등)들이다. 이러한 신재생에너지 중에서도 태양광 발전은 실용화에 가장 근접해 있는 신재생에너지원으로 태양전지를 이용, 광기전력 효과를 통해 빛에너지를 전기에너지로 변환시켜주는 원리를 이용한 것이다. 태양전지 기술의 핵심은 효율 개선과 대량 생산을 통한 경제성 확보이다.[1] 따라서 기존의 벌크형(Bulk) 실리콘 태양전지와 박막형 실리콘 태양전지를 대체하기 위한 연구로 화합물(CdTe, CIGS, GaAs 등), 유기물 등을 이용한 태양전지 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 중에서도 CdTe 박막 태양전지는 II-VI족 화합물을 이용한 태양전지로서 경제적으로 기존의 실리콘 태양전지를 대체할 수 있는 대안으로 각광받고 있다. CdTe는 높은 광흡수계수와 에너지 변환에 적합한 밴드갭 에너지(약 1.45eV)를 가지고 있으며 박막의 증착도 여러 가지 방법(근접승화법, 화학기상증착법, Sputtering 법 등)으로 할 수 있기 때문에 박막형 태양전지에 적합한 광흡수물질로 연구되고 있다.[2] 하지만 아직까지 많이 실용화가 되지 못한 이유는 실험실 규모의 소면적 태양전지에서는 약 16% 정도의 변환 효율을 보이지만, 대면적 태양전지로 제작시 약 10% 정도의 효율밖에 확보하지 못했기 때문이다.[3] 대면적화가 됨으로써 여러 가지 요인들이 효율 저하에 영향을 미치지만, 본 논문에서는 대면적화시 박막이 불균일하게 증착되는 문제점에서 접근하고자 Sputtering 법을 적용하여 CdTe 박막을 대면적에 균일하게 증착하기 위한 연구의 선행 연구로써 Sputtering 증착시 진공도와 출력이 박막 두께의 표준 편차에 미치는 영향을 관찰해보고 박막 표면의 상태(R_{rms} , R_{p-v})를 비교하였다.

2.2 결과 및 고찰

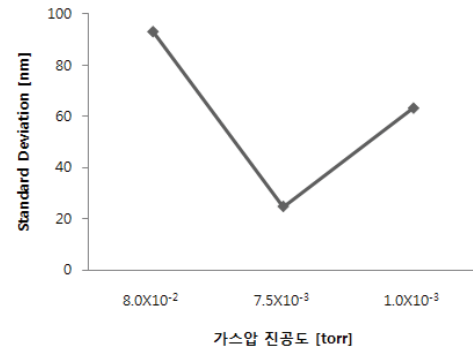
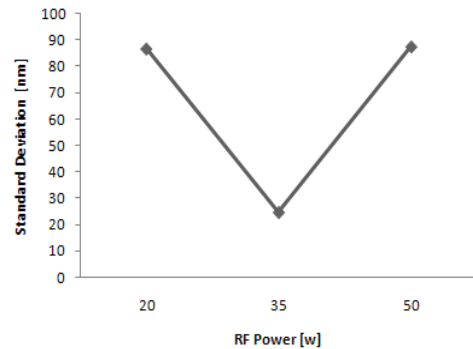
출력과 가스압 진공도에 따라 CdTe 박막 두께의 표준 편차가 어떻게 변하는지 그림2에 나타내었다. 출력과 가스압 진공도에 따른 박막 두께의 표준 편차 변화는 어느 정도 연관성이나 비례적인 결과 값을 예상하고 실험을 하였으나 결과는 그림에서 보는 바와 같이 출력은 35w, 가스압 진공도는 7.5×10^{-3} Torr가 가장 적은 표준 편차를 보였을 뿐 특별한 경향성은 찾지 못하였다. 하지만 그림 3에서 나타낸 출력과 가스압 진공

2. 본 론

2.1 실험

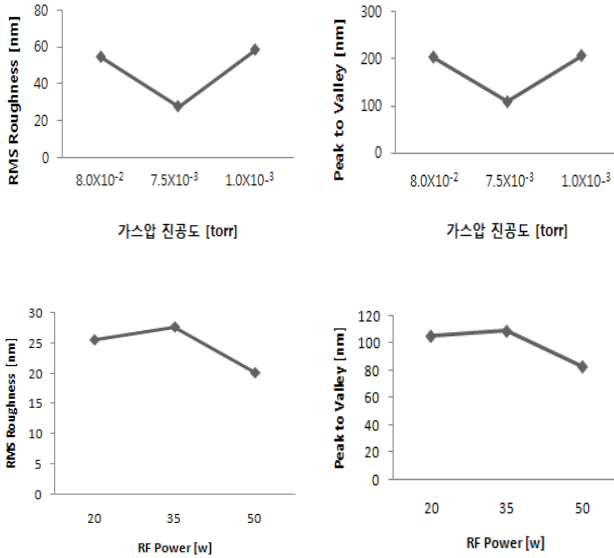
본래의 CdTe 박막형 태양전지의 기판으로는 빛이 잘 투과되는 유리 기판에 투명 전극(SnO_2 , ITO 등)을 코팅하여 사용하는 것이 일반적이지만[4], 본 실험에서는 박막 두께의 표준 편차, 즉 박막 두께의 균일도에만 초점을 맞췄기 때문에 표면이 평탄한 2×2 cm 실리콘 웨이퍼를 기판으로 사용하였다. RF 마그네트론 스퍼터링 시스템에서 사용된 타겟은 LTS Inc.(USA)에서 제조한 2인치 크기, 순도 99.999%의 타겟이며 스퍼터 증착시 기판온도, 타겟과의 거리, 스퍼터링 시간, 가스 주입량, 초기 진공, 프리스퍼터링 시간은 각각 $20^\circ C$, 10cm, 8분, 20sccm, 1.0×10^{-6} Torr, 10분으로 동일하게 고정을 시켰으며, 출력과 가스압 진공도만을 변수로 하여 실험을 진행하였다.

실험 진행 순서로는 먼저 7.5×10^{-3} Torr의 가스압 진공도에서 출력 20, 35, 50watt로 박막을 증착하고 Ellipsometer를 이용하여 그림 1과 같이 각 시료들의 6부분의 박막 두께를 측정하고, 각 시료들의 박막 두께의 표준 편차를 구하였다. 그리고 이때 박막 두께의 표준 편차가 가장 적은 출력에서 가스압 진공도 1.0×10^{-3} , 7.5×10^{-3} , 8.0×10^{-2} Torr 로 증착한 후



<그림 2> RF출력과 가스압 진공도에 따른 CdTe 박막 두께의 표준 편차

도에 따른 R_{rms} , R_{p-v} 값과 비교할 경우 가스압 진공도에 있어서는 출력에서는 찾아 볼 수 없는 일관성을 발견할 수 있다. 그 일관성이란 7.5×10^{-3} Torr의 가스압 진공도가 CdTe 박막 두께의 표준 편차에서도 가장 적은 편차를 보였으며, 양호한 표면 상태의 박막을 얻기 위한 조건에서도 가장 좋은 결과를 보였다는 것이다. 이는 비록 비교군이 몇 개 안되는 상태에서 나온 결과이지만, 앞으로 보다 세분화된 비교군을 설정하여 후행 연구를 진행 한다면 대면적 기판에 보다 균일한 CdTe 박막을 증착할 수 있는 정밀한 공정 조건을 찾을 수 있을 것으로 판단된다.



〈그림 3〉 RF출력과 가스압 진공도에 따른 표면 거칠기와 최고-최저점 간 표면 거칠기 비교

3. 결 론

본 연구는 대면적 기판에 CdTe 박막을 더욱더 균일하게 증착하기 위한 방법을 찾기 위한 연구로써 스퍼터링 법을 적용하였다. 비록 RF출력에 따른 연관성은 찾지 못하였지만 가스압 진공도가 CdTe 박막 두께의 표준 편차에 영향을 줄 수 있고 표면 상태에도 영향을 미칠 수 있는 변수가 됨을 확인할 수 있었으며 적은 비교군이었지만 그 중에서도 7.5×10^{-3} Torr의 가스압 진공도가 최적의 조건임을 알 수 있었다.

[참 고 문 헌]

[1] 조은철, 조영현, 김동섭, 이수홍, 지일환, “실리콘 태양전지의 개발현황”, 전기전자재료학회, Vol. 8, No. 3, pp.362-371, 1995
 [2] 윤재호, 안병태, 김동환, “CdTe 박막 태양전지의 기술동향”, 한국세라믹학회 세라미스트, Vol. 8, No. 5, pp47-52, 2005. 10
 [3] 이재형, “태양전지 개발동향 및 향후 전망”, 한국정밀공학회지, Vol. 25, No. 10, pp7-22, 2008, 10
 [4] 안병태, “CdTe 박막 태양전지 기술동향”, 한국태양에너지학회지 Vol. 4, No. 3, pp33-39, 2005, 8