

근접승화법(CSVT)을 이용한 카드뮴텔루라이드 (CdTe)박막의 제조와 열처리 효과에 관한 연구

이민석 , 김동환
고려대학교 금속공학과

1. 서론 : 태양전지는 반도체의 P-N 접합의 성질을 이용하여 태양의 빛 에너지를 전기에너지로 변환시키는 장치이다. 카드뮴텔루라이드 (CdTe)는 1.5 eV 정도의 direct band gap을 갖는 화합물 반도체로서 이를 이용한 태양전지는 비정질 Si전지와 CuInSe₂계 전지와 함께 가장 실용성 있는 박막형 전지로 평가받고 있다. 본 실험에서 사용한 근접승화법은 낮은 진공도에서 빠른 속도(2-5 $\mu\text{m}/\text{min}$)로 증착시키는 방법으로, 기판과 source 사이의 간격이 수 mm 정도로 시료의 활용도(기판에 증착된 양/증발된 source의 양)가 일반 증착법에 비해 매우 높은 편이다. 또한 장비의 구조도 단순하여 대량으로 CdTe 태양전지를 제조하는데 적합한 방법이다. 본 연구에서는 근접승화법을 이용하여 다결정 CdTe 박막을 제조하고 증착시 변수들이 박막의 성장속도와 미세조직에 미치는 영향을 조사했다. 또한 증착된 박막에 열처리를 행하여 박막물성에 미치는 영향을 관찰했다.

2. 실험방법 : 근접승화법을 이용하여 공정변수를 변화하면서 CdTe 박막을 제조하였다. source로는 CdTe 단결정 block과 powder의 두가지 유형을 준비하였다. 기판으로는 Corning 7059 Glass, ITO Glass, CBD 방법으로 제작된 CdS박막을 사용하였다. 제조시 chamber의 내부압력과 분위기, 기판과 source 사이의 거리와 각각의 온도, 증착시간 등의 변수가 CdTe 박막 성장에 미치는 영향을 성장속도와 미세조직의 관찰을 통해 조사했다. 제조된 CdTe막에 열처리를 행하여 성장조건과 열처리조건의 변화가 박막의 미세조직과 전기적 성질에 미치는 영향을 관찰했다.

3. 실험결과 및 고찰 : 조성분석 결과 막 내에는 Cd 과 Te이 1:1로 존재한다. 증착된 CdTe 막은 증착시간에 따라 직선적인 두께의 증가를 보이며, 두께의 증가에 따라 결정면이 발달하였다. 기판에 따른 미세조직의 변화를 XRD로 관찰한 결과 Glass위에는 (111), (220), (311)의 결정면이 고르게 발달하는 반면, ITO, CdS위에서는 (111)으로 preferred orientation되어 성장함을 확인했다. 단결정과 분말의 두 가지 형태로 source를 준비하여 내부압력의 변화가 성장속도에 미치는 영향을 비교하였다. 실험결과 성장속도가 압력에 대해 반비례하는 diffusion limited region과, 압력에 대해 무관한 sublimation limited region이 압력변화에 따라 나타남을 관찰하였고, 이러한 성장속도의 차이가 기체분자의 자유행정거리와 관계가 있음을 실험적으로 확인하였다. 기판과 source사이의 거리 변화에 따라 성장속도를 관찰해 본 결과, 일반적인 반비례관계에서 벗어남을 확인하였고 이를 해석하기 위해 기판과 source의 실제 온도를 일방향 열해석을 통해 계산하고 이것을 실험 data와 비교했다. 증착된 박막의 미세조직을 SEM과 image analyzer, XRD로 분석한 결과, 박막의 미세조직이 성장속도라는 하나의 변수에 의해 좌우됨을 관찰하였다. 기판의 온도변화에 따라 성장속도에는 큰 차이가 없으나, 결정립의 크기가 증가함을 관찰하였다. 열처리 조건에 따른 미세조직의 변화를 XRD분석을 통하여 관찰했다. 증착조건을 달리하여 성장시킨 박막에 열처리를 가하여 증착조건이 열처리효과에 미치는 영향을 조사했다.