

열선 화학 기상증착법에 의한 다결정 실리콘 박막의 고속 저온 증착 High rate and low temperature deposition of polycrystalline silicon films by Hot-Wire CVD

한국에너지기술연구원 이정철, 강기환, 김석기, 윤경훈, 송진수, 박이준

I. 서론

다결정 실리콘 박막은 비정질 실리콘에 비해 캐리어 이동도가 매우 높고 안정된 전기적 특성으로 인해 액정표시기용 박막 트랜지스터나 태양전지 등의 응용을 위해 그 연구가 활발히 진행중이다. 다결정 실리콘 박막의 증착법으로는 가장 잘 알려진 PECVD, ECR CVD, 열선 CVD 등의 직접 증착법과, 비정질의 막을 열이나 레이저를 이용하여 재결정화 시키는 방법 등을 들 수 있다. 열선 CVD 법은 고온(~ 2000°C)으로 가열된 열선(W, Ta)을 이용해 반응가스(SiH₄, H₂)를 분해하여 저온(< 550°C)에서 실리콘 박막을 증착하는 방법으로서 증착속도가 매우 높으며, 열선 확장만으로 대면적의 박막 증착이 가능하다.

본 논문에서는 열선 CVD를 이용하여 유리기관 위에 다결정 실리콘 박막을 증착하고 막의 구조적 특성을 관찰하였다.

II. 실험방법

실험에 사용된 열선 CVD 장치는 두 개의 반응실로 구성되어 있으며, 주 반응실을 고진공으로 유지시킨 채 준비실(loadng chamber)을 통해 시료를 삽입하거나 증착후 제거하였다. 주 반응실의 경우 열선이 기관위에 배열되어 있는 것을 제외하면 기존의 CVD 장치와 매우 흡사하다. 열선으로는 두께가 0.5mm인 고순도 텅스텐(W)을 사용하였으며, 지지대는 고순도 동(Cu) 봉을 사용하였다.

III. 실험결과

본 실험에서는 열선온도 ~ 2000°C, SiH₄ 2~10sccm, H₂ 50sccm, 반응압력 200mTorr, 기관온도 400~500°C, 기관-열선 거리 2cm로 고정하고 SiH₄ 유량을 변화시키며 유리기관 위에 증착된 실리콘 박막의 특성변화를 관찰하였다. [그림 1]은 SiH₄ 유량 2에서 10sccm까지 변화시 실리콘 박막의 증착을 변화를 나타낸 것이다. SiH₄ 유량증가와 함께 증착률은 선형적으로 증가하였으며, 10sccm에서 최대 7nm/sec의 매우 높은 증착률을 얻을 수 있었다. [그림 2]는 SiH₄ 유량 2와 6sccm에서 각각 증착된 실리콘 박막의 SEM 표면 및 단면사진을 나타낸 것이다. 2sccm에서 증착된 실리콘박막의 경우 ~ 1μm의 결정립 크기를 가지는 박막이 증착됨을 확인할 수 있으며, 결정성장 방향이 기관에 수직하며 두께 증가와 함께 결정립의 크기도 함께 증가하고 있다. 또한 증착된 박막의 표면이 자연적인 texture(피라미드 구조)를 가지고 있어 박막 태

양전지에 응용될 경우 light-trapping에 의한 높은 광전류를 생성할 것으로 기대된다. 반면 SiH₄ 유량이 6sccm으로 증가하자 최대 결정립의 크기가 수 μm로 증가하나 결정내부에 또 다른 미세결정을 관찰할 수 있는데, 이는 증착속도가 너무 높아 막의 결정화가 완전히 이루어지지 않았기 때문으로 분석된다. 높은 SiH₄ 유량에서 증착된 박막의 경우 평균 결정립의 크기가 매우 크고 증착속도가 높은 장점을 가지고 있으므로, 수소 혼합비를 증가하여 막의 구조적인 특성을 향상시킬 경우 고효율 태양전지의 광 흡수층으로 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

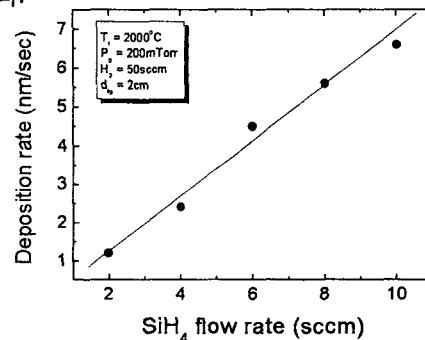


그림 1. SiH₄ 유량변화에 따른 증착률 변화

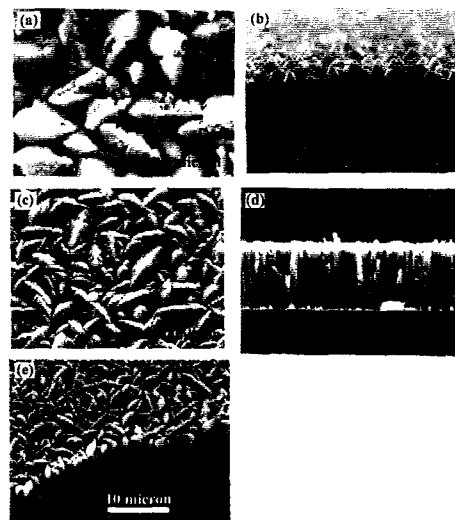


그림 2. SiH₄ 유량 2와 6sccm에서 각각 증착된 실리콘 박막의 SEM 표면 및 단면사진