

유도결합 플라즈마가 결합된 마그네트론 스퍼터링에 의해 합성된 미세결정질 실리콘 박막의 미세구조에 미치는 수소의 영향

The effect of hydrogen on microstructure of nc-Si:H thin films deposited by ICP-assisted magnetron sputtering

신경식*, 최인식, 최윤석, 한전건

*성균관대학교, 신소재공학부, 플라즈마 나노 신소재 연구소 (E-mail : reuniks@skku.edu)

초 록

유도결합 플라즈마(ICP)가 결합된 마그네트론 스퍼터링법으로 수소와 알곤의 혼합비율에 따라 기판 가열 없이 유리기판 위에 실리콘 박막을 증착하였다. 수소 유량에 따른 실리콘 박막의 미세구조 변화는 XRD, Raman spectroscopy, FT-IR 등의 분석을 통해 확인하였다. 수소 유량이 증가할수록 박막의 증착률은 감소하였으며, 수소 혼합비율이 60% 이상일 때 비정질 실리콘이 미세결정질 실리콘으로 전이되는 것을 확인하였다.

1. 서론

수소가 결합된 미세결정질 실리콘 박막(nc-Si:H)은 비정질 실리콘 박막(a-Si:H)에 비해 우수한 전기 전도성과 높은 캐리어 이동도, 높은 에너지 변화효율로 인해 실리콘을 기반으로 하는 반도체, 디스플레이, 태양전지 등의 소자에 널리 사용되고 있다. 특히, 실리콘 박막 태양전지 소자에서 광흡수층으로 사용되는 미세결정질 실리콘 박막은 비정질 실리콘이 가지고 있는 광열화(photo-induced degradation) 특성을 줄여 에너지 변환효율을 높이는데 중요한 역할을 하고 있다.

현재 미세결정질 실리콘 박막은 실란(silane)과 수소를 혼합하여 PECVD법으로 합성되고 있다. 이 방법은 낮은 점착계수(sticking coefficient)와 우수한 step coverage 등의 장점을 가지고 있지만 낮은 증착률과 유독가스인 실란 사용으로 인해 제조비용과 고품질의 박막을 얻는데 어려움이 있다.

본 연구에서는 미세결정질 실리콘 박막을 합성하기 위해 유독가스를 사용하지 않으며, 대면적 균일 증착이 가능하고 박막 내 수소 농도 제어가 용이한 마그네트론 스퍼터링법을 이용하였다.

2. 본론

2.1 실험방법

본 연구에서는 미세결정질 실리콘 박막을 합성하기 위해 챔버 내부에 유도결합 코일을 설치하였고, 두 개의 마그네트론 소스가 마주보는 형태로 증착 시스템을 구성하였다.

내부에 설치된 코일은 유도 전기장에 의해 수소 해리도를 증가시킬 수 있도록 공정가스 인입부에 설치하였다. 코일은 동관을 사용하였으며 세라믹 슬리브(sleeve)를 사용하여 플라즈마 발생 시 구리 입자에 의해 발생할 수 있는 박막의 오염을 차단했다.

별도의 기판 가열은 없었으며, 박막의 두께는 1 μ m로 고정하였다. 수소 유량에 따른 박막의 특성은 XRD, Raman spectroscopy, FT-IR 등을 통해 분석하였다.

2.2 실험결과

그림 1은 수소유량에 따른 실리콘 박막의 증착률 변화를 나타내었다. 수소유량이 증가함에 따라 박막의 증착률은 감소하는 경향을 볼 수 있다. 이것은 수소유량이 증가함에 따라 플라즈마 내 수소원자가 증가하여 박막 성장 시 에칭현상이 증

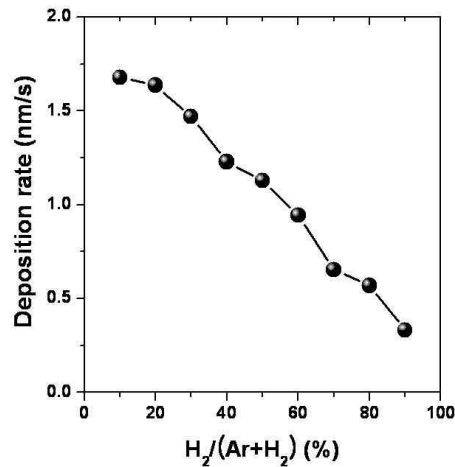


그림 1. 수소유량에 따른 증착률 변화

그림 2는 수소유량에 따른 XRD 분석결과를 도시하였다. 합성된 실리콘 박막은 비정질상을 가지고 있으며 수소유량이 60%일 때, 결정질상을 갖는 실리콘 박막이 합성되는 것을 확인하였다. 미세 결정질 박막은 (111), (220), (311) 방향으로 성장하였고, 수소유량이 증가함에 따라 (220) 성장 방향이 증가하는 경향을 보였다. (220) 집합조직을 확인하기 위해서는 TEM 등의 추가적인 분석이 필요하다. 라만분석을 통한 결정화 특성도 XRD 결과와 일치하는 것을 확인하였다.

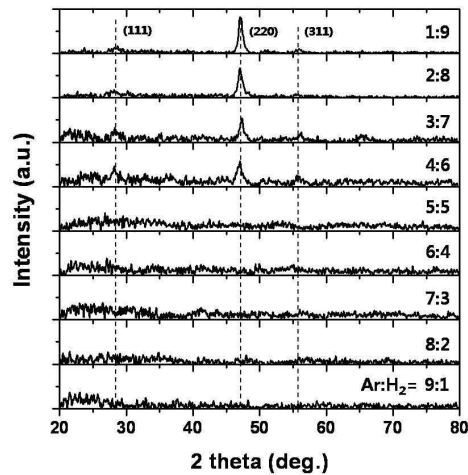


그림 2. 수소유량에 따른 실리콘 박막의 미세구조 변화

3. 결론

유도결합 플라즈마가 결합된 마그네트론 스퍼터링법으로 실리콘 박막을 합성하였다. 수소유량이 일정량 이상일 때 합성된 실리콘 박막이 비정질상에서 결정질상으로 전이되는 것을 확인할 수 있었으며, 수소유량이 증가함에 따라 (220) 방향으로 성장하였다.

4. 감사의 글

The authors are grateful for the financial support provided by the National Research Foundation of Korea (NRF) through the Institute for Plasma-Nano Materials at Sungkyunkwan University

참고문헌

1. R. B. Bergmann, J. Kohler, R. Dassow, C. Zaczek, J. H. Werner, Phys. Stat. Sol. 166 (1998) 587.
2. M. K. Hatalis, D. N. Kouvatsos, J. H. Kung, A. T. Voutsas, J. Kanicki, Thin Solid Films 338 (1999) 281.
3. T. Kamins, T. R. Cass, Thin Solid Films 16, 147 (1973).
4. Y. Mishima, M. Takei, T. Uematsu, et al, J. Appl. Phys. 78 (1), 1 July 1995.