

비정질실리콘 박막의 광학적 특성 및 구조

Optical Properties and structures of amorphous silicon
Thin Films

김현중, 조용재*, 조현모*, 이윤우*, 김상열
아주대학교 물리학과, *한국표준과학연구원 영상그룹
kimhj@madang.ajou.ac.kr

비정질실리콘 박막은 현재 메모리 반도체 소자들을 제조하는 과정에서 이용하고 있고 그 응용분야가 점차 확대되고 있으며 비정질실리콘 박막에 대한 광학적, 전기적 특성등에 관한 많은 연구결과들이 발표되었다. 본 연구에서는 메모리 반도체소자의 제조공정에서 제작한 비정질실리콘 박막의 복소굴절율등의 광학적 특성과 표면거칠기등의 구조적인 특성을 분광타원해석기(Spectroscopic Ellipsometer ; SE), 투과전자현미경(Transmission Electron Microscope ; TEM) 그리고 원자힘현미경(Atomic Force Microscope ; AFM)등을 이용하여 알아보았다.

실험에 이용된 시료는 먼저 단결정규소(c-Si)기판 위에 이산화규소(SiO₂)를 1000 Å 두께로 성장을 시켰고, 그 위에 비정질실리콘 박막을 700 Å, 1000 Å, 2500 Å의 두께로 각각 성장시켰다. 각 두께별로 4개의 시료를 선정하여 SE를 이용해 70°의 측정입사각으로 1.5 - 5.0 eV의 광자에너지 영역에서 0.05 eV 간격으로 측정하였다. 또한, AFM을 이용하여 박막의 표면거칠기를 각 두께별로 하나씩 측정하였고, 700 Å과 1000 Å 두께의 시료들중 하나씩을 선택하여 각 박막층의 구조와 두께를 측정하였다.

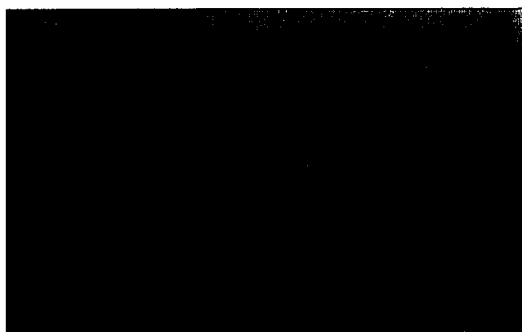
비정질실리콘 박막의 표면거칠기를 AFM으로 측정하여 [표 1]에 정리해 놓았으며, 분광타원해석 스펙트럼을 분석하여 이산화규소 박막층과 비정질실리콘 박막층 그리고 산화막층에 대해 [표 2]에 정리했다. 또한 [그림 1]은 TEM으로 측정한 두 개의 시료에 대한 단면을 보여준다.

[표 1] 비정질실리콘 박막의 표면거칠기를 AFM으로 측정한 결과(단위 nm)

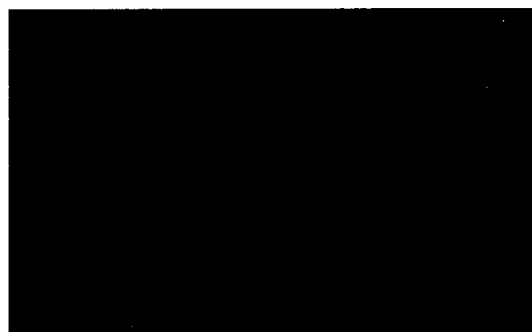
#	Ttarget	Ra	RMS	P-V
1	700	0.2767	0.3628	4.239
2	1000	0.1991	0.2678	3.285
3	2500	0.1862	0.2340	2.350

[표 2] 비정질실리콘 박막의 분광타원해석 스펙트럼을 분석한 결과

#	T _{target} (Å)	T _{SiO₂} (Å)	T _{a-Si} (Å)	T _{surface} (Å)	χ^2
1	700	931.1	684.9	20.1	1.100702
2		921.0	684.5	20.8	1.137804
3		925.2	689.0	20.2	1.124293
4		920.3	678.8	20.7	1.251377
5	2500	960.1	2373.6	15.7	0.605882
6		944.3	2379.1	15.3	0.706169
7		958.4	2380.6	15.0	0.664620
8		974.2	2494.4	15.4	0.500420
9	1000	994.0	1039.7	14.3	0.284057
10		996.1	1052.9	14.8	0.322858
11		991.5	1034.0	14.6	0.288871
12		989.7	1038.0	14.5	0.319726



(a)



(b)

[그림 1] TEM으로 측정된 비정질실리콘 박막 시료(a-Si/SiO₂/c-Si)의 단면. ((a) a-Si : 731 Å, SiO₂ : 936 Å, (b) a-Si : 1042 Å, SiO₂ : 1052 Å)

[참고문헌]

1. I. An, Y. M. Li, C. R. Wronski, H. V. Nguyen, R. W. Collins, "In situ determination of dielectric function and optical gap of ultrathin amorphous silicon by real time spectroscopic ellipsometry", Appl. Phys. Lett., Vol. 59, No. 20, pp. 2543, (1991)
2. A. Canillas, E. Pascual, J. L. Andujar, J. Campmany, E. Bertran, "Application of infrared Fourier transform phase-modulated ellipsometry to the characterization of silicon-based amorphous thin films", Thin Solid Films Vol. 313-314, No. 1-2, pp. 671, (1998)