

XPS를 이용한 nm급 산화막 박막 두께 측정법 연구

박기태, 이종완, 김경중*, 문대원*, 홍태은**, 이순영**
 한림대학교 물리학과, *한국표준과학연구원, **하이닉스반도체

반도체 기술개발 로드맵(ITRS: International Technology Roadmap for Semiconductor)에 따르면 기가급 차세대 반도체 소자를 개발함에 있어서 1 nm 이하의 박막의 두께를 재현성 있게 평가하는 기술의 확립이 요구되고 있다.⁽¹⁾ 이를 위해 지금까지 산업현장에서 주로 사용되고 있는 분광타원해석법 (spectroscopic ellipsometry)의 문제점을 보완할 수 있는 새로운 측정기술이 확립되어야 한다. 본 연구에서는 이러한 1 nm 이하 극박막의 두께를 정확히 측정할 수 있는 XPS (X-ray Photoelectron Spectroscopy)에 대해 1 nm 이하에서의 정확도와 재현성을 연구하기 위해 다음과 같이 두 가지의 실험을 진행하였다.

첫 번째 실험은 1 nm 이하에서 박막 두께 측정의 재현성을 확인하기 위해 박막의 두께를 점진적으로 증가(0.3 nm~3.4 nm)시켜가면서 in-situ XPS 측정을 하였다. 박막의 결정성에 의해 생길 수 있는 차이를 없애기 위해 이온빔스퍼터증착법을 이용하여 비정질 실리콘 위에 비정질 SiO₂ 박막을 성장시켰다. 실험 결과 XPS에 의해 측정된 두께가 증착시간으로 조절된 박막 두께에 선형적으로 비례하며 원점을 지나는 것을 확인함으로써 1 nm 이하 두께에서의 재현성을 확인하였다.

두 번째 실험은 박막 두께 측정의 정확성을 확인하기 위한 것으로 p-type(100), (111) Si 기판 위에 자연산화막을 제거한 후 여러 두께의 nm급 산화막 박막을 제작하였으며 XPS 및 다른 두께 측정법을 이용하여 박막의 두께를 측정하고 서로 비교하였다. 또한 국제비교(CCQM)를 위해 제작된 SiO₂ 박막을 XPS로 분석하여 다른 측정법에 의한 결과와 비교하였다.⁽²⁾ 비교 측정 결과 XPS에 의한 측정법이 다른 측정법에 비해 정확도 및 재현성에서 가장 우수함을 확인할 수 있었다. 결과적으로 두께가 정확히 인증된 표준시료가 존재하면 1 nm 이하 두께의 SiO₂ 박막의 재현성 있는 두께 측정이 가능함을 알 수 있었다.

[참고문헌]

1. International Technology Roadmap for Semiconductors, (2001 and 2002 editions).
2. M P Seah, "Ultra-thin SiO₂ on Si, Part V. Results of a CCQM Pilot Study of Thickness Measurements." NPL Report COAM 14, (2003).