

XRR(X-ray Reflectometry)을 이용한 나노 스케일 박막의 두께 및 정밀도 분석

박재환^{1,2}, 유병윤¹, 빈석민¹, 김창수^{1*}, 오병성², 최용대³

¹한국표준과학연구원 나노소재측정센터, ²충남대학교 물리학과, ³목원대학교 기술마케팅학과

반도체 소자의 고집적화로 인하여 수나노(nm) 이하의 얇은 두께의 고유전율(high-k) 산화막이 응용되고 있고 이러한 나노 스케일의 산화막 두께의 정확한 측정이 요구되고 있다. 따라서 반도체 소자용 나노 스케일의 초박막에 대하여 높은 신뢰성으로 정밀하게 두께를 측정하고자 많은 노력이 이루어지고 있다. XRR(X-ray reflectometry)은 사용된 장비(goniometer)의 각도와 X-선의 파장에 의하여 두께가 결정됨으로 XPS, Ellipsometry 등의 다른 두께 측정방법과는 달리 길이에의 소급성(traceability)이 유지된다. 따라서 XRR에 의한 결과는 두께 표준으로 응용할 수가 있다. 이러한 특성으로 인하여 XRR은 나노 스케일 박막의 두께를 측정하는 유망한 도구로 인식되고 있고 또한 측정 결과의 신뢰성을 향상시키기 위하여 많은 연구가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 XRR의 두께 표준을 위한 소급성 확보를 위하여 사용 장비의 각도를 optical encoder를 이용하여 교정(calibration)하고 불확도를 살펴보았다. 또한 Si 기판 위에 성장시킨 5 nm 급 고유전율 박막을 이용하여 두께를 측정하고 그 결과를 살펴보았다. 샘플의 세척과 가열 등 전처리 조건의 변화에 따른 반사율 곡선의 변화와 분석 결과를 조사하였다. 세척과 가열은 아세톤, 메틸알콜, 초음파세척기를 이용하였고 약 200°C 까지 가열하였다. 여러 가지 전처리 조건의 변화에 따라 X-선 반사율곡선이 변화하였고 이에 따라 XRR 측정 두께가 영향을 받았고 이것을 TEM 결과와 비교 분석하였으며 XRR 곡선의 Fourier Transform 분석을 통하여 기판과 나노 박막 사이의 중간층을 손쉽게 확인할 수 있었다. 나아가 XRR을 이용하여 최종 결정된 나노 스케일 박막의 두께에 대한 측정 불확도(measurement uncertainty)를 고찰하였다.