

# SE를 사용한 나노게이트 산화막의 두께측정 Thickness Measurement of Nanogate Oxide Films by Spectroscopic Ellipsometry

조현모, 조용재, 이윤우, 이인원  
한국표준과학연구원 광기술표준부

김현중, 김상열  
아주대학교 분자과학기술학과 (hmcho@kriss.re.kr)

차세대 반도체 및 나노소자 산업에 대한 국제적 기술은 고밀도 직접화의 추세에 따라서 게이트 산화막의 두께가 급속히 작아지는 추세이다. 지금까지 이산화규소( $Al_2O_3$ )가 게이트 산화막으로 주로 사용되어 왔으나 점차 SiON 혹은 high k 박막으로 바뀌고 있다. 본 연구에서는 차세대 반도체 소자에 사용될 게이트 산화막 물질인 SiON 박막과  $Al_2O_3$  박막에 대한 SE(Spectroscopic Ellipsometry) 분석 모델을 확립하였고, SE 측정결과를 TEM, MEIS, XRR의 결과들과 비교하였다. SiON 박막의 굴절률 값은  $Si_3N_4$ 와  $SiO_2$ 가 물리적으로 혼합되어 있다고 가정하여 Bruggeman effective medium approximation을 사용하여 구하였다. 동일한 시료를 절단하여 TEM, MEIS, 그리고 XRR에 의하여 SiON 박막의 두께를 측정하였으며, 그 결과 SE와 XRR에 의해 얻어진 박막두께가 TEM과 MEIS의 결과 값보다 약 0.5 nm 크게 주어짐을 알 수 있었다(Table 1 참조). 본 연구결과는 비파괴적이며 비접촉식 측정방법인 SE가 2~4 nm 두께의 초미세 SiON 박막의 두께와 N 농도의 상대적 값을 빠르고 쉽게 구할 수 있는 유용한 측정방법임을 보여주었다.

기존의 게이트 산화물인  $SiO_2$ 를 대체할 후보 물질들 중의 하나인  $Al_2O_3$ 의 유전함수를 구하기 위하여 8 inch, p-type 실리콘 기판 위에 성장된 5 nm, 10 nm, 및 20 nm 두께의  $Al_2O_3$  박막의 유전함수와 두께를 측정하였다. 이 시료들에 대한 SE data는 vacuum-UV spectroscopic ellipsometer를 사용하여 세 개의 입사각에서 0.75 eV에서 8.75 eV까지 0.05 eV 간격으로 측정되었다.  $Al_2O_3$  박막의 유전함수와 두께를 얻기 위하여 공기층/ $Al_2O_3$  박막/Si 기판으로 구성된 3상계 모델을 사용하였다. Si 기판에 대한 복소 유전함수는 문헌상의 값(1)을 사용하였고,  $Al_2O_3$  박막의 유전함수는 5개의 미지 상수를 갖는 Tauc-Lorentz(TL) 분산함수(2)를 사용하였다.  $Al_2O_3$  박막의 경우 두께가 증가함에 따라서 굴절률이 커짐을 알 수 있었다.

Table 1. Comparison between  $\text{SiO}_x\text{N}_y$  film thicknesses obtained by SE, TEM, MEIS, and XRR.

Sample (nominal thick.)		2.7 nm	3.4 nm	3.7 nm
SiON 박막두께	SE	3.2 nm	3.9 nm	4.2 nm
	TEM	2.7 nm	3.4 nm	3.7 nm
	MEIS	2.8 nm	3.4 nm	3.6 nm
	XRR	-	-	4.3 nm
SiON 박막에서 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 조성비		11.2 %	9.0 %	8.3 %

#### 참고문헌

1. *Handbook of Optical Constants of Solids I&II*, edited by E. D. Palik, Academic, New York (1985).
2. G. E. Jellison, Jr. and F. A. Modine, *Appl. Phys. Lett.* **69**, 371 (1996); **69**, 2137 (1996).