

## 경사입사 TiO<sub>2</sub> 보호 층을 가지는 Mo/Si 다층 박막

강희영, 장대호, 박용준, 이장훈, 황보창권

인하대학교 물리학과

일반적으로 TiO<sub>2</sub>는 Ru에 비해 화학적으로 산소에 덜 반응하고 산소와 탄소의 확산을 막아주며 좋은 광촉매이기 때문에, 최근 EUVL 반사형 위상 반전 마스크 구조에서 보호막으로 연구되고 있다. 그러나 EUV 영역에서 TiO<sub>2</sub>는 Ru에 비하여 굴절률은 높으나 소멸계수가 커, 두께를 2nm 이하로 설계에 적용하여만 빛의 흡수를 감소하여 높은 반사율을 얻을 수 있다. 그러므로 소멸계수를 작게 하여 더 두꺼운 박막이 설계에 적용될 수 있도록, TiO<sub>2</sub>를 다공성으로 질량 밀도가 작게 만드는 것이 고안되었다.

본 연구를 위하여, TiO<sub>2</sub>를 다공성으로 만드는 방법으로 우리는 Si 기판위에 TiO<sub>2</sub> 박막을 경사입사 증착법(Glancing angle deposition)으로 제작하였고, 이의 원자밀도를 러더포드 후방 산란법(RBS)과 X-선 반사법(XRR)으로 측정하여 EUVL 파장( $\lambda_0=13.5$  nm)에서 광학상수(굴절률:  $n$  및 소멸계수:  $k$ )를 결정하였다. 그 결과 TiO<sub>2</sub>를 60° 경사 입사하여 나선형으로 회전 증착한 박막의 원자밀도(2.37 g/cm<sup>3</sup>)가 0도 입사 증착한 박막의 원자밀도(3.62 g/cm<sup>3</sup>)보다 1.25 g/cm<sup>3</sup> 작음을 보였고, 13.5 nm에서의 굴절률( $n$ )은 0도 입사 증착한 박막의 굴절률(0.9503491)보다 약 2% 커졌고 반대로 소멸계수( $k$ )는 0도 입사 증착한 박막의 소멸계수(0.0191455)보다 약 33% 작아졌다.

이 결정된 광학상수를 이용하여 위상변위 마스크의 다층 박막을 설계하였으며, 그 결과 TiO<sub>2</sub> 덩어리의 광학상수를 적용한 경우 보다 13.5 nm에서의 반사율이 최대 약 10% 증가함을 보였다. 따라서 경사 입사 증착법에 의해 제작된 다공성 TiO<sub>2</sub> 박막은 위상 반전 마스크의 보호막 층으로 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

### [참고문헌]

1. Sergiy Yulin, Nicolas Benoit, Torsten Feigl and Norbert Kaiser, "Mo/Si multilayers capped by TiO<sub>2</sub>," EUVL Symposium (2006)
2. S-H. Woo and C. K. Hwangbo, "Optical Anisotropy of Microstructure-Controlled TiO<sub>2</sub> Films Fabricated by Glancing-Angle Deposition (GLAD)," JKPS 48, 1199-1204 (2006)
3. The Atomic Scattering Factor Files, [http://www.cxro.lbl.gov/optical\\_constants/](http://www.cxro.lbl.gov/optical_constants/)
4. S-I. Han, E. Weisbrod, J. R. Wasson, R. Gregory, Qianghua Xie, P. J. S. Mangat, S. D. Hector and W. J. Dauksher, "Development of Phase Shift Masks for Extreme Ultra Violet Lithography and Optical Evaluation of Phase Shift Materials," Proc. SPIE 5374, 261-270 (2004)