

고주파 마그네트론 동시-스퍼터링에 의한

M/TiO₂ 광학박막의 특성Characteristics of M/TiO₂ Optical Thin Films

by RF Magnetron Co-sputtering

김상철, 류승완, 김의정*, 이재민**, 고승국, 한성홍
 울산대학교 물리학과, *화학공학부, **포항가속기연구소
 rla3737@mail.ulsan.ac.kr

TiO₂ 박막은 높은 유전율과 우수한 화학적 안전성, 가시광선 영역에서 우수한 투과성 및 높은 굴절률을 가지고 있어 광범위한 분야에 중요한 물질로써 사용되어져 왔다.⁽¹⁾ 일반적으로 TiO₂는 rutile, anatase, brookite의 세 가지 결정형태를 가진다. 이런 TiO₂ 박막을 제작하기 위해 sputtering, e-beam evaporation, sol-gel method, chemical vapor deposition(CVD) 등과 같은 물리적, 화학적인 방법이 이용되고 있다. 이러한 제조방법들 중에서 스퍼터링 방법은 박막을 형성하는 이온들의 이온에너지를 높여주어 덩어리에 가까운 성질을 가지기 때문에 조밀한 박막을 제작하는데 이용되며, 박막의 대면적 코팅과 표면 경도가 우수한 박막을 제작할 수 있는 장점을 가지고 있다.⁽²⁾

본 연구에서는 산화물 타겟을 사용한 RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 TiO₂ 박막을 제작하였으며, 두 가지 물질을 동시에 sputtering하는 co-sputtering 방법을 이용하여 M/TiO₂ 박막을 제작하여 금속 도핑에 따른 광학적, 구조적 특성변화를 비교하였다. 박막 제작을 위한 기판으로는 slide glass, quartz glass를 사용하였고 중성세제와 아세톤, 알코올 등으로 초음파 세척을 하였다. 타겟에 존재하는 불순물이나 산화막을 제거하기 위해 증착 전에 아르곤 가스를 주입한 후 3×10^{-3} Torr 압력에서 5분간 pre-sputtering을 실시하였다. 초기진공도는 4×10^{-6} Torr, 스퍼터링 시 진공도는 4×10^{-3} Torr를 유지하였고, RF power는 150 W, 타겟과 기판사이의 거리는 150 mm로 하였다. 한편 균일한 TiO₂ 박막을 제작하기 위해 기판을 5rpm의 속도로 회전시켰다. 증착 후 박막을 승온속도 5°C/min로 300 ~ 900°C의 범위에서 1시간 동안 열처리하여 광학적 특성을 비교하였다.

그림 1은 다양한 온도에서 1시간 동안 열처리한 TiO₂ 박막의 투과율을 나타낸 것이다. 열처리온도가 증가할수록 박막의 조밀도와 굴절률이 증가하고 박막의 두께는 다소 감소함을 알 수 있다. TiO₂ 박막을 900°C에서 열처리 할 경우, 박막의 흡수단은 300 ~ 700°C의 열처리에 의해 제작된 anatase 결정상의 TiO₂ 박막의 흡수단보다 긴 파장영역에서 나타남을 볼 수 있다. 이는 anatase 결정상에서 rutile 결정상으로 상전이에 따른 TiO₂ 박막의 광학적 흡수 밴드갭 에너지가 변한 것으로 판단된다. 그림 2는 Ag를 도핑한 Ag/TiO₂ 박막의 열처리 온도에 따른 투과율을 나타낸 것이다. 열처리 온도가 900°C에는 TiO₂ 박막과 같은 박막의 흡수단의 변화는 관찰할 수 없었다. 이것은 900°C에서 열처리하여도 Ag/TiO₂ 박막은 anatase 결정상을 나타내고 있기 때문으로 판단된다.

그림 3과 4는 3C1 X-선 흡광미세구조 빔라인을 이용해 각각 300°C, 900°C에서 열처리한 박막의 Ti K-edge XANES spectra 측정 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 TiO₂와 Ag/TiO₂는 모두 anatase 결정상을 보이고 있으나 Cu/TiO₂의 그래프는 아래로 조금 내려간 것을 볼 수 있다. 이는 900°C에서 anatase

결정상이 rutile로 전이되었기 때문으로 판단된다.⁽³⁾

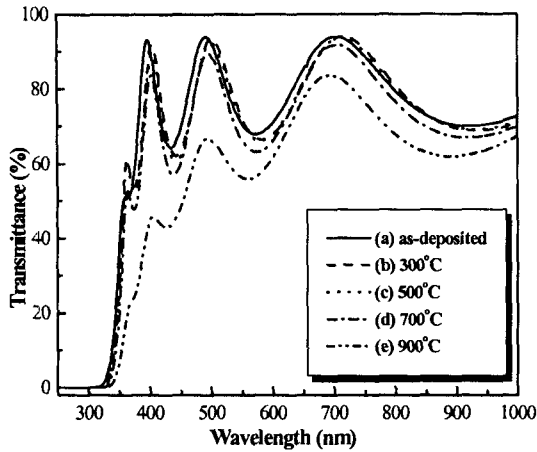


그림 1. 순수 TiO₂ 박막의 열처리에 따른 투과율.

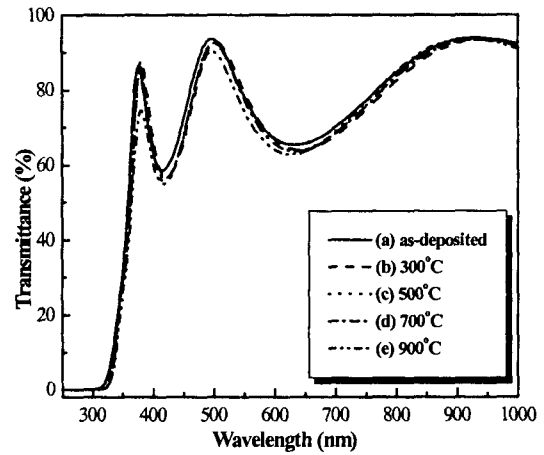


그림 2. Ag/TiO₂ 박막의 열처리에 따른 투과율.

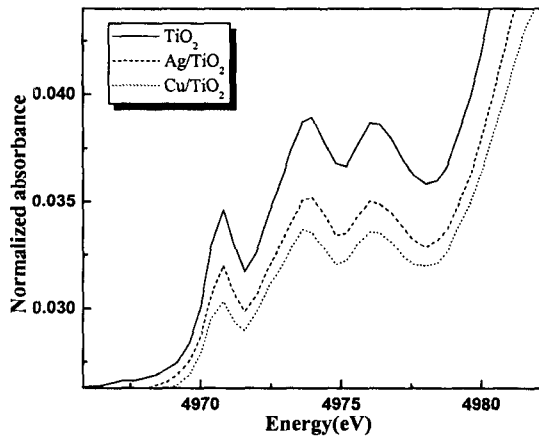


그림 3. 300°C에서 열처리한 Ti K-edge XANES spectra.

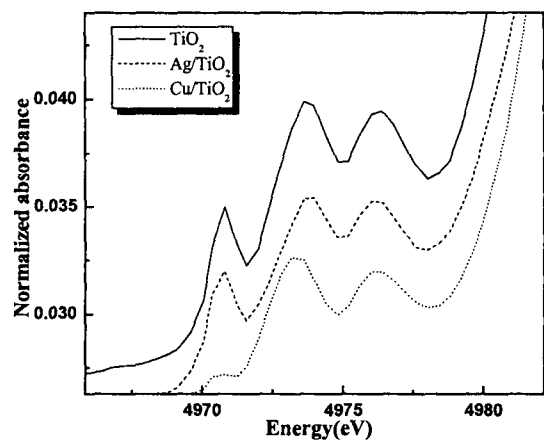


그림 4. 900°C에서 열처리한 Ti K-edge XANES spectra.

*본 연구에서 포항방사광가속기에서의 실험은 과학기술처와 포항제철의 지원을 받았습니다.

참고 문헌

1. H. Bach, D. Krause, Thin Films on Glass, Springer, Heidelberg, (1997).
2. H. Ohsaki, T. Tachibana, A. Hayashi, A. Mitsui, Y. Hayashi, Thin Solid Film 351, 57-60 (1999).
3. J. S. Lee, W. B. Kim, S. H. Choi, Synchrotron Rad, 8, 163-167 (2001).