

RF magnetron co-sputtering으로 제작한 TiO₂

광학 박막의 Ag 함량에 따른 특성

Characteristics of TiO₂ Optical Thin Films with Ag

Content by RF Magnetron Co-sputtering Method

김상철, 김의정*, 한성홍
 울산대학교 물리학과, *화학공학과
 rla3737@mail.ulsan.ac.kr

TiO₂ 박막은 높은 굴절률과 유전 상수를 가지며, 가시광선과 근적외선 영역에서 우수한 투과성을 나타낸다. 따라서, 전기적, 광학적 특성이 우수한 광학코팅에 응용되고 있다. 또한 화학적으로 안정하고 비교적 큰 에너지 밴드 갭을 지닌 반도체 물질로서 유전체 다층 박막을 제작하는데 있어서 중요한 물질로 사용되고 있다⁽¹⁾. TiO₂ 박막을 제작하기 위한 물리적인 방법으로는 sputtering, anodic 또는 thermal, e-beam evaporation 등이 이용되고 있으며, sol-gel법, CVD 등과 같은 화학적인 방법도 이용되고 있다⁽²⁾. 이 중 sputtering법은 박막의 대면적 코팅과 표면 경도가 우수한 박막을 제작할 수 있고, 두 가지 물질을 동시에 증착할 수 있는 장점을 가지고 있다. 박막 제작 시 TiO₂ 박막에 금속을 도핑하게 되면 금속의 농도에 따라 광활성이 다르게 진행된다.

본 연구에서는 고주파 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 TiO₂ 박막을 제작하고, co-sputtering법을 이용하여 Ag/TiO₂ 박막을 제작하여 Ag의 함량에 따른 광학적, 구조적 특성을 비교·분석하였다. 박막 제작을 위해 기판으로는 quartz glass를 사용하였고, Ag와 TiO₂ 산화물 타겟은 5×10⁻²m의 직경을 가지고 있으며 플라즈마에 의한 타겟의 열적인 피해를 최소화하기 위해 냉각수를 흘려 냉각하였다. 초기진공도는 4×10⁻⁶Torr이며, 박막을 제작하기 전 타겟에 존재하는 불순물을 제거하기 위해 pre-sputtering을 실시하였다. 스퍼터링 시 진공도는 4×10⁻³Torr를 유지하였고, TiO₂는 160W, Ag는 각각 10W, 15W, 20W로 RF power를 인가시켰으며 타겟과 기판사이의 거리는 150mm로 하였다. 기판의 회전 속도는 5rpm으로 유지하였고, 증착 후 박막을 300~900℃의 범위에서 1시간 동안 열처리하여 UV-VIS 분광 광도계, SEM, XRD, XPS를 사용하여 물리적, 화학적 특성을 분석하였다.

그림 1은 Ag의 RF power를 15W로 인가해 다양한 온도에서 1시간 동안 열처리한 Ag/TiO₂ 박막의 결정구조를 나타낸 것이다. 순수 TiO₂ 박막의 경우, 900℃에서 anatase 결정상에서 rutile 결정상으로 상전이가 일어나지만 Ag/TiO₂ 박막은 900℃에서 상전이가 일어나지 않았다. 이는 Ag 금속이 TiO₂ 박막의 결정상을 저하시키는 효과를 가지는 것으로 판단된다. 그림 3은 기판의 온도를 300℃로 유지한 후 Ag의 RF power를 15W로 인가해 1시간 동안 열처리한 Ag/TiO₂ 박막의 투과율을 나타낸 것이다. 박막은 가시광선 영역에서 높은 투과율을 가지고 있으며 900℃에서 흡수단의 변화는 일어나지 않았다. 이는 Ag/TiO₂ 박막이 anatase 결정상을 이루고 있기 때문이다. 그림 4는 900℃에서 열처리한 Ag의 함량에 따른 Ag/TiO₂ 박막의 투과율을 나타낸 것이다. Ag의 함량이 많을수록 장파장 영역으로 이동한 것을 볼 수 있다. 이는 Ag의 농도가 증가할수록 입자의 소결을 촉진시켜 입자의 크기가 더 커져 광산란 효과가

증거한 것으로 판단된다.

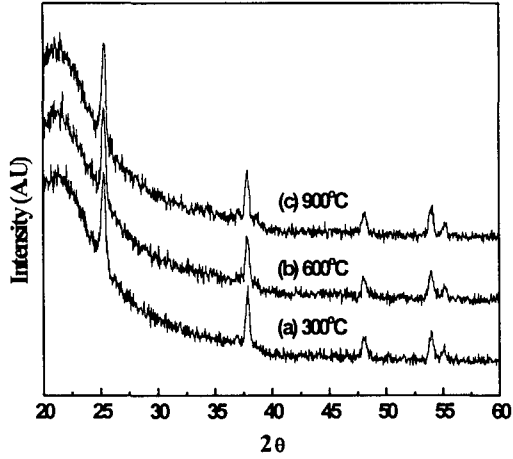


그림 1. Ag의 RF power가 15W인 Ag/TiO₂ 박막의 열처리에 따른 결정구조

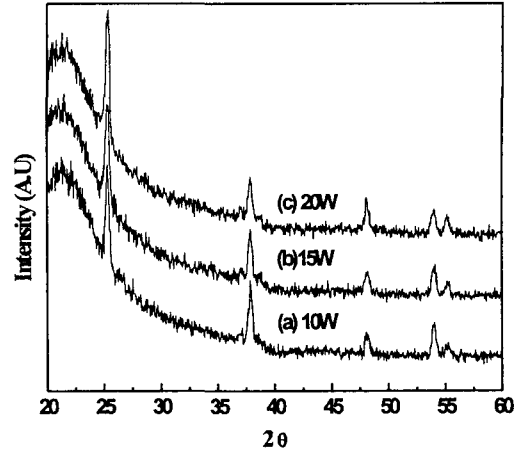


그림 2. 900°C에서 열처리한 Ag의 함량에 따른 Ag/TiO₂ 박막의 결정구조

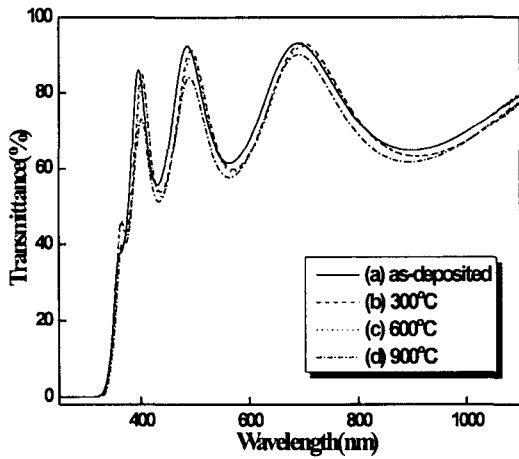


그림 3. Ag의 RF power가 15W인 Ag/TiO₂ 박막의 열처리에 따른 투과율

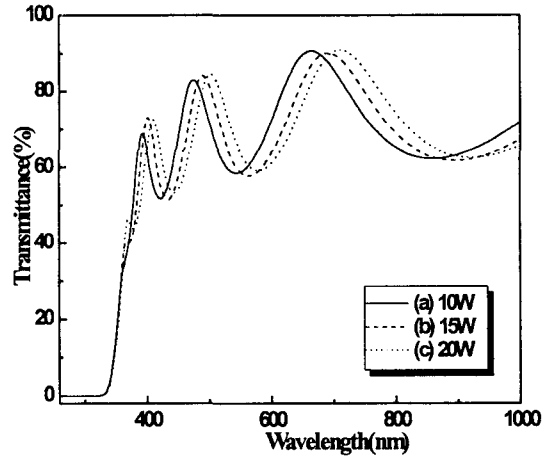


그림 4. Ag의 함량에 따른 Ag/TiO₂ 박막의 투과율

참고 문헌

- [1] C. Lee, Z. Zheng, Fuming Zhang, S. yang, H. Wang, L. Chen, Feng Zhang, X. Wang and X. Liu, Nuclear Instr. Meth. Phys. Res. B 169, 21 (2000)
- [2] W. F. Zhang, M.S. Zhang, Z. Yin "Microstructures and Visible Photoluminescence of TiO₂ Nanocrystals" Phys. Stat. Sol. 179, 319-327 (2000)