

E-beam Evaporation법과 RF-Magnetron Sputtering법을 이용한 TiO₂/SiO₂ 박막의 광학적, 구조적, 광활성 특성 비교 Comparison of Optical, Structural and Photocatalytic Properties of TiO₂/SiO₂ Thin Films Prepared by E-beam Evaporation and RF-Magnetron Sputtering

이우경, 최현욱, 성승기, 한성홍, 김의정*, 배성효**, 주종현**

울산대학교 물리학과, *생명화학공학부, **IHL(주)

l7696@naver.com

TiO₂는 가시광선과 근자외선 영역에서 높은 투과성과 굴절률을 가지며, 결정 구조에 따라 광학적 특성이 변한다^[1]. 최근에 환경오염을 억제 할 수 있는 물질로 TiO₂가 많이 연구되고 있는데, 오염원 분해능이 우수하고, 물리적 화학적으로 안정하며, 값이 싸고, 불필요한 유해물질을 발생시키지 않기 때문이다^[2]. TiO₂ thin film을 제작하기 위한 방법으로는 sol-gel법, CVD법, sputtering법, electron beam법 등이 있다.

본 연구에서는 전자빔 증착법과 RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 TiO₂/SiO₂ 박막을 제작하고 TiO₂/SiO₂ 박막의 광학적, 구조적, 광활성 특성을 비교 하였다. 전자빔 증착법으로 박막 증착 시 초기 진공도(base pressure)는 6.0×10^{-6} Torr이었다. 증착 산화물의 crucible과 기관 사이의 거리는 650 mm이고, 균일한 박막을 제작하기 위하여 기관의 회전 속도는 15 rpm으로 유지하였다. 그리고 기관 온도에 의한 변수를 줄이기 위하여 챔버내 온도를 200 °C로 유지 하였다. 그리고 TiO₂는 TiO₂ 광학박막의 최적화된 산소분압인 5.0×10^{-5} Torr에서 박막을 제작 하였고 SiO₂는 6.0×10^{-5} Torr에서 박막을 제작 하였다. RF 마그네트론 스퍼터링법으로 박막 증착 시 Sputter의 초기진공도는 3.0×10^{-6} Torr이었다. 박막의 조성을 제어하기 위해 Ar 가스를 주입하여 1×10^{-2} Torr의 압력에서 10분간 예비 스퍼터링을 실시하였다. 200W에서 SiO₂를 30분 먼저 증착 한 후에 200W에서 TiO₂를 30분 동안 위층으로 증착시켰다. 박막 증착 시 기관은 Quartz glass를 사용하였다.

제작한 박막은 650 °C에서 1시간 동안 열처리하여 UV-VIS 분광광도계, AFM, XRD, SEM, XPS을 이용하여 광학적, 구조적 특성을 분석하였다. 박막의 광활성 특성을 측정하기 위해서 1×10^{-5} mol/L 농도의 메틸렌 블루용액에 박막을 담근 후, BLB(20W)램프를 사용하여 30분마다 용액의 흡수율을 측정하였다.

그림 1은 RF 마그네트론 스퍼터링법으로 증착한 TiO₂/SiO₂ 박막의 열처리전후 투과율 비교를 나타낸 것이다. RF 마그네트론 스퍼터링법으로 증착한 TiO₂/SiO₂ 박막은 열처리 후에 굴절률이 증가 하고 두께가 증가하여 열처리 전 보다 전체적으로 투과율이 감소한 것으로 보인다.

그림 2는 전자빔 증착법으로 증착한 TiO₂/SiO₂ 박막의 열처리전후 투과율 비교를 나타낸 것이다. 전자빔 증착 법으로 증착한 TiO₂/SiO₂ 박막은 열처리 후에도 열처리 전과 비슷한 투과율을 보였다.

그림 3은 전자빔 증착법에 의해 제작된 박막과 RF 마그네트론 스퍼터링법에 의해 제작된 박막의 열처리 후의 광활성 특성을 나타낸 것이다. 전자빔 증착법과 RF 마그네트론 스퍼터링법에 의해 제작된 박막 둘 다 TiO₂/SiO₂ 박막이 순수 TiO₂ 박막보다 더 좋은 광활성 특성을 나타내었다. 또한, 전자빔 증착법에 의해 제작된 박막이 RF 마그네트론 스퍼터링법에 의해 제작된 박막 보다 더 좋은 광활성 특성을 나타내었다.

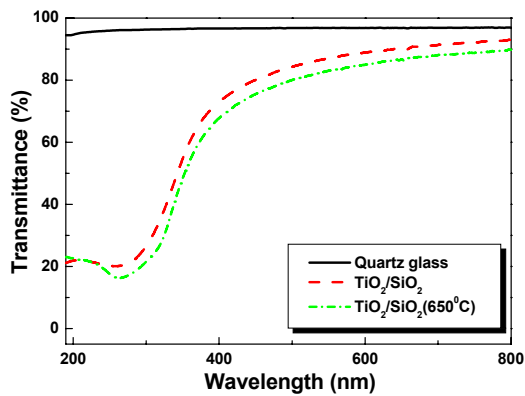


그림 1. RF 마그네트론 스퍼터링법으로 증착한 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 박막의 열처리전후 투과율

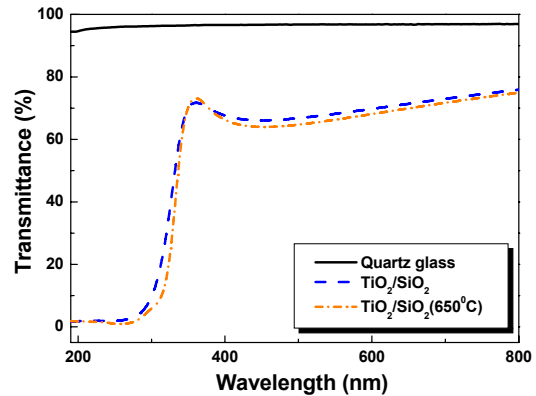


그림 2. 전자빔 증착법으로 증착한 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 박막의 열처리전후 투과율

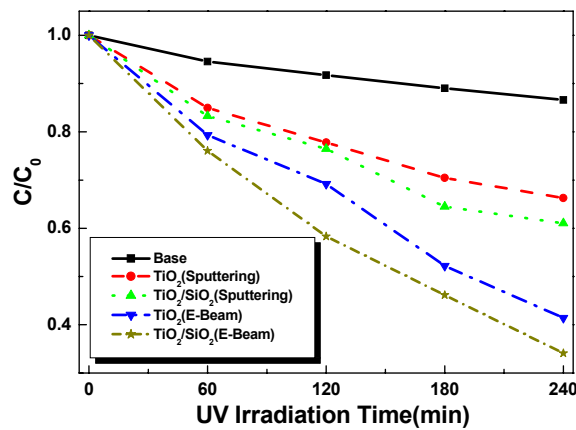


그림 3. 순수 TiO_2 , $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 박막의 열처리 후 광활성 특성

참고 문헌

- [1] W. Zhang, Y. Li, S. Zhu, F. Wang " Influence of argon flow rate on TiO_2 photocatalyst film deposited by dc reactive magnetron sputtering " Surface and Coatings Technology 182, 192-198 (2004).
- [2] Yaling Su, Song Han, Xingwang Zhang, Xiuqin Chen, Lecheng Lei " Preparation and visible-light-driven photoelectrocatalytic properties of boron-doped TiO_2 nanotubes " Materials Chemistry and Physics 110, 239-246 (2008).