

E-beam 법으로 제작한 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 다층 박막의 구조적, 광학적 특성

Optical and Structural Properties of $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ multilayer Thin Films Deposited by E-beam Method

이우경, 최현욱, 편민욱, 오주희, 권영상, 한성홍, 김의정*, 김승한**, 주종현**
울산대학교 물리학과, *생명화학공학과, **IHL(주)
17696@naver.com

TiO_2 는 가시광선과 근자외선 영역에서 높은 투과성과 굴절률을 가지며, 결정 구조에 따라 광학적 특성이 변한다⁽¹⁾. 최근에 환경오염을 억제 할 수 있는 물질로 TiO_2 가 많이 연구되고 있는데, TiO_2 는 오염원 분해능이 우수하고, 물리적 화학적으로 안정하며, 값이 싸고, 불필요한 유해물질을 발생시키지 않기 때문이다⁽²⁾.

본 연구에서는 전자빔 증착법을 이용하여 순수 TiO_2 박막과 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 다층박막을 제작하고 광학적, 구조적, 광활성 특성을 비교 하였다. 증착 산화물의 crucible과 기판 사이의 거리는 650 mm이고, 균일한 박막을 제작하기 위하여 기판의 회전 속도는 15 rpm으로 유지하였다. 그리고 기판 온도에 의한 변수를 줄이기 위하여 챔버내 온도를 200 °C로 유지 하였다. 박막 증착 시 초기 진공도(base pressure)는 6.0×10^{-6} Torr이었고, TiO_2 는 TiO_2 광학박막의 최적화된 산소분압인 5.0×10^{-5} Torr에서 박막을 제작 하였고 SiO_2 는 6.0×10^{-5} Torr에서 박막을 제작 하였다. 박막 증착 시 기판은 Quartz glass를 사용하였다.

제작한 박막은 600 °C에서 1시간 동안 열처리하여 UV-VIS 분광광도계, AFM, SEM 이용하여 광학적, 구조적 특성을 분석하고 박막의 광활성을 측정하였다. 박막의 광활성을 측정하기 위해서 제작된 다층 박막을 1×10^{-5} mol/L 농도의 메틸렌 블루용액 담근 후, BLB(20W)램프를 사용하여 1시간마다 용액의 흡수율을 측정하였다.

그림 1은 순수 TiO_2 박막의 600 °C에서 열처리 전후의 투과율 비교를 나타내고 있다. 열처리 후 순수 TiO_2 박막은 열처리 전 박막과 비교 했을 때 굴절률과 두께가 다소 증가하여 약간의 투과율 변화를 나타냈다.

그림 2는 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 다층박막의 600 °C에서 열처리 전후의 투과율 비교를 나타낸 것이다. 열처리 후 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 다층박막은 순수 TiO_2 박막과 마찬가지로 열처리 후 굴절률과 두께가 다소 증가하여 약간의 투과율 변화를 관찰 할 수 있었다.

그림 3은 순수 TiO_2 박막과 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 다층박막의 열처리전과 후의 광활성을 나타내었다. 열처리 전 순수 TiO_2 박막과 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 다층박막은 모두 비정질이기 때문에 좋지 않은 광활성을 나타내었다. 하지만 열처리 후의 순수 TiO_2 박막과 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 다층박막은 아나타제 상으로 상전이 되면서 좋은 광촉매 활성을 나타낸 것을 관찰 할 수 있으며 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 다층박막이 순수 TiO_2 박막 보다 더 좋은 광활성을 나타낸 것을 볼 수 있었다. 이것은 SiO_2 층에 의해 TiO_2 표면 거칠기가 더 거칠어져서 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 다층박막이 순수 TiO_2 박막 보다 더 좋은 광활성을 나타낸 것으로 판단된다. 이것으로 TiO_2 의 광활성은 표면 거칠기에 강하게 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.

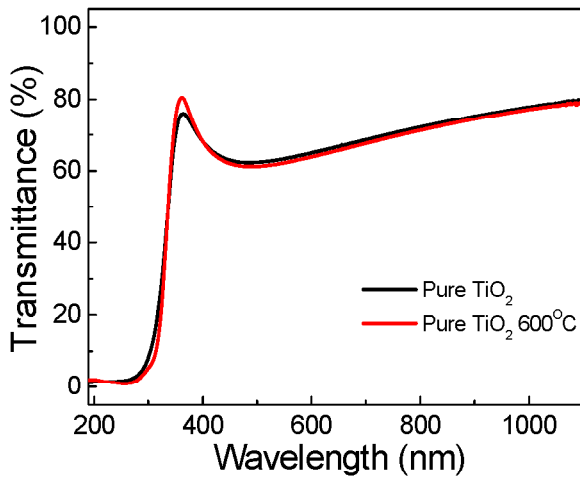


그림 1. 순수 TiO₂의 열처리 전후 투과율

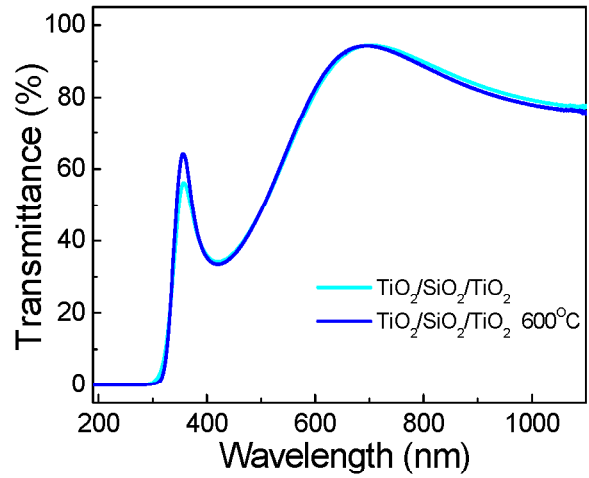


그림 2. TiO₂/SiO₂/TiO₂ 다층 박막의 열처리 전후 투과율

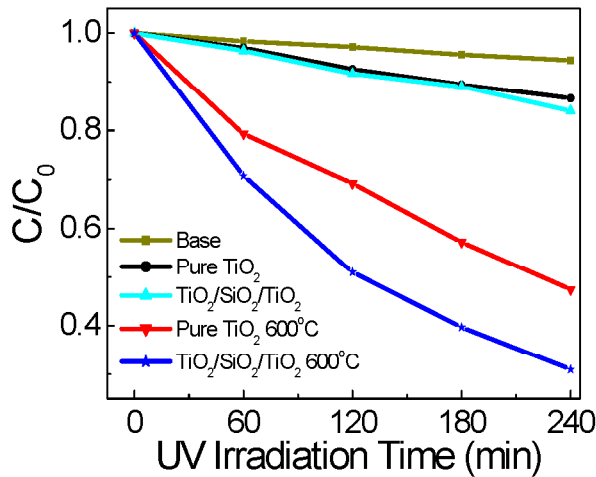


그림 3. 순수 TiO₂ 박막과 TiO₂/SiO₂/TiO₂ 다층박막의 열처리전후 광활성

참고 문헌

- (1) W. Zhang, Y. Li, S. Zhu, F. Wang " Influence of argon flow rate on TiO₂ 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 TiO₂ nanotubes " Materials Chemistry and Physics 110, 239 - 246 (2008).