

E-Beam Evaporation 법을 이용한 TiO₂ 박막의 광학적, 구조적, 광활성 특성

Optical, Structural and Photocatalytic Properties of TiO₂ Thin Films Prepared by E-Beam Evaporation

성승기, 이우경, 최현욱, 석훈, 이동열, 한성홍, 김의정*, 배성호**, 주종현**

울산대학교 물리학과, *생명화학공학부, **IHL(주)

coolboy01@nate.com

TiO₂ 박막은 높은 굴절률과 우수한 화학적 안정성 때문에 광학코팅에 자주 사용되고 있다. 그리고 기판온도, 산소분압, 전처리 등의 증착조건에 따라 박막의 특성이 달라진다고 알려져 있다^[1]. TiO₂는 가스센서, 태양전지용 전도막, 부식 방지용 박막, 반도체 물질 등에 광범위하게 이용되어왔다^[2].

본 연구에서는 전자빔 증착법을 이용하여 TiO₂박막을 제작하여 열처리온도에 따른 TiO₂ 박막의 광학적, 구조적, 광활성 특성을 분석하였다. 박막 증착시 초기 진공도(base pressure)는 5.0×10^{-6} Torr이었다. 증착 산화물의 crucible과 기판 사이의 거리는 650 mm이고, 균일한 박막을 제작하기 위하여 기판의 회전 속도는 15 rpm으로 유지하였다. 산화물들은 처음 벌크 상태에서 증착 전 충분히 pre-melting을 통하여 불순가스를 제거 하였으며, 그리고 기판 온도에 의한 변수를 줄이기 위하여 챔버내 온도를 200 °C 유지 하였다. 그리고 TiO₂ 광학박막의 최적화된 산소분압인 5.0×10^{-5} Torr에서 박막을 제작하였다. 제작된 박막들은 700 °C, 900 °C, 그리고 1100 °C의 온도에서 1시간동안 열처리 한 후, UV-Visible spectrophotometer, XRD, SEM을 사용하여 박막의 광학적, 구조적 특성을 분석하였고, 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 산소분압 5.0×10^{-5} Torr에서 제작된 TiO₂ 광학박막의 열처리 온도에 따른 투과율을 나타내고 있다. TiO₂박막의 열처리온도가 증가할수록 투과율이 감소하였다. 이것은 열처리온도가 증가함에 따라 아나타제에서 루타일로 상전이 되어 박막의 굴절률이 증가하였기 때문이다. 그림 2는 열처리온도에 따른 TiO₂박막의 XRD 패턴을 나타낸다. 열처리 온도가 700 °C, 900 °C인 TiO₂박막은 아나타제 결정을 나타내며, 열처리 온도가 1100 °C인 TiO₂박막은 아나타제 결정과 루타일 결정을 나타냈다. 그림 3은 열처리 온도에 따른 TiO₂박막의 광분해 특성을 나타내고 있다. 열처리 온도가 700 °C인 TiO₂ 박막이 가장 우수한 광분해 특성을 나타냈다. 또한 열처리 온도가 900 °C인 박막은 아나타제 결정을 나타내고 있으나 열처리 온도가 700 °C인 박막보다 낮은 광분해 특성을 나타내고 있다. 이것은 열처리 온도가 900 °C인 박막은 700 °C인 박막보다 아나타제 결정크기가 작고, 표면입자 크기가 크기 때문에 비표면적이 감소하여 900 °C에서 열처리한 박막은 광분해율이 낮게 나타나는 것으로 판단된다. 열처리 온도가 1100 °C박막은 아나타제 결정크기가 가장 작고, 루타일 결정이 나타나기 때문에 낮은 광분해 특성을 나타냈다.

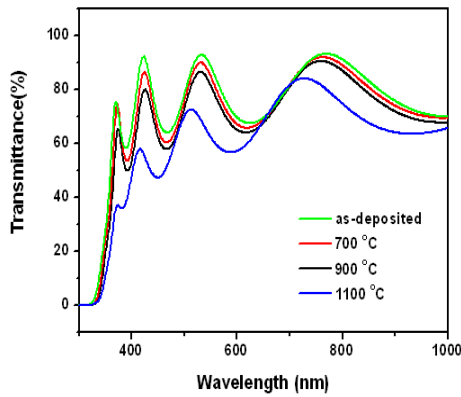


그림 1. 열처리온도에 따른 TiO₂박막의 투과율

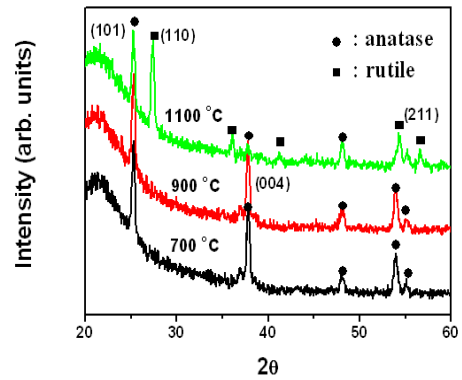


그림 2. 열처리온도에 따른 TiO₂박막의 XRD 패턴.

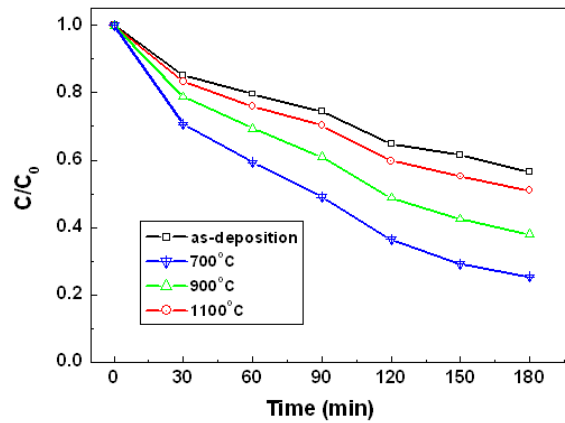


그림 3. 열처리온도에 TiO₂ 박막의 광분해 특성

참고 문헌

- [1] Y. Q. Hou, D. M. Zhuang, Go. Zhang, Mi. Zhao, and M. S. Wu, "Influence of annealing temperature on the properties of titanium oxide thin film," Appl. Surf. Sci., 218, 97-105 (2003).
- [2] Roel van de Krol and Albert Goossens, "Structure and properties of anatase TiO₂ thin films made by reactive electron beam evaporation", J. Vac. Sci. Technol. A 21, 76-83 (2003)