고주파 마그네트론 동시-스퍼터링을 이용한 M/TiO_2 박막의 광학적, 구조적, 광촉매 특성

Optical, Structural and Photocatalytic Properties of M/TiO_2 Thin Films by RF Magnetron Co-sputtering

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

좋은 내구성과 높은 굴절률을 가지는 TiO_2 박막은 널리 연구어지고 있는 전이 금속 산화물 중 하나다. Anatase TiO_2는 가스센서, 태양전지, 박막 축전지 내에서의 층상 유전체 등 광범위한 분야에서 중용한 물질로써 사용되어져 왔다[1]. 특히 TiO_2 박막은 오염된 공기와 물을 정화시킬 수 있는 광분해능을 가지고 있어 환경 분야에서 각광을 받고 있다[2]. TiO_2 박막을 제작하는 방법에는 화학적 증착법, 전자빔증착법, 이온증착법, 졸-겔법, 스퍼터링법 등이 있다. 이 중 스퍼터링법은 박막의 대면적 코팅과 미세구조와 비정량도 등을 제어할 수 있고 두가지 물질을 동시 증착할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 TiO_2 박막에 금속을 첨가하게 되면 박막의 광활성이 좋아지게 된다.

본 연구에서는 고주파 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 TiO_2 박막을 제작하고, co-sputtering법을 이용하여 M/TiO_2 박막을 제작하여 광학적, 구조적, 광촉매 특성을 비교·분석하였다. 박막 제작을 위해 기판으로는 quartz glass를 사용하였고, 알코올과 아세톤으로 세척한 후 질소가스를 사용하여 물과 먼지 등을 제거하였다. 금속과 TiO_2 산화물 타겟의 직경은 5×10^{-2}m이며, 초기진공도는 4×10^{-6}Torr 이하로 하였다. 박막을 제작하기 전 타겟에 존재하는 불순물을 제거하기 위해 pre-sputtering을 실시하였다. 스퍼터링 시 진공도는 4×10^{-3}Torr를 유지하였고, TiO_2는 160W, 금속은 각각 5W, 10W, 15W로 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. 또한 박막의 광활성을 측정하기 위해 7×10^{-5}mol/L의 농도를 가지는 메틸렌블루 용액에 박막을 담근 후 BLB 램프(20W)를 사용하여 용액의 흡수율을 측정하였다.

그림 1과 2는 Ag의 RF power를 각각 5W, 10W로 인가해 다양한 온도에서 1시간 동안 열처리한 Ag/TiO_2 박막의 결정구조를 나타낸 것이다. 순수 TiO_2 박막의 경우, 900℃에서 anatase 결정상에서 rutile 결정상으로 상전이가 일어나 두 결정상이 동시에 나타났지만 5W의 Ag/TiO_2 박막은 900℃에서 상전이가 일어나지 않아 anatase 결정상만 나타났다. 이는 Ag 금속이 TiO_2 박막의 결정상을 저하시키는 효과를 가지는 것으로 판단된다. 하지만 첨가되는 Ag의 양이 어느 일정량을 넘어서게 되면 TiO_2 박막의 결정상을 촉진시켜 그림 2와 같이 900℃에서 rutile 결정상이 나타났다. 그림 3은 500℃에서 열처리한 순수 TiO_2와 Ag/TiO_2 박막의 광활성을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 순수 TiO_2 박막보다 Ag/TiO_2 박막의 광활성이 더 좋은 것을 알 수 있다. 이는 Ag의 이온 반경이 Ti 이온 반경보다 2배 정도 커서 TiO_2 박막 표면에 넓게 퍼져 박막의 성장을 느리게 해 그 결과 입자의 크기가 작아지게 된다. 입자의 크기가 작을수록

표면으로 유도된 전자 또는 홀의 확산이 빨라져 광활성을 증가시킨다.

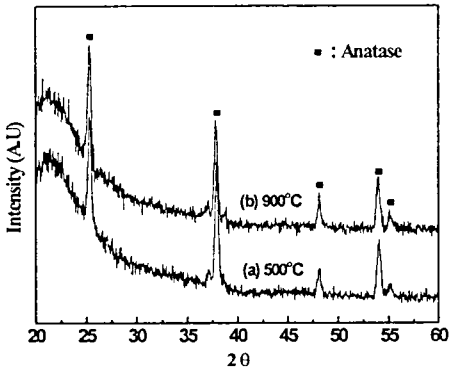

그림 1. Ag의 RF power가 5W인 Ag/TiO_2 박막의 열처리에 따른 결정구조

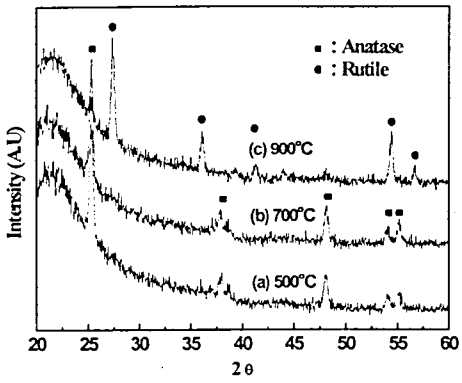

그림 2. Ag의 RF power가 10W인 Ag/TiO_2 박막의 열처리에 따른 결정구조

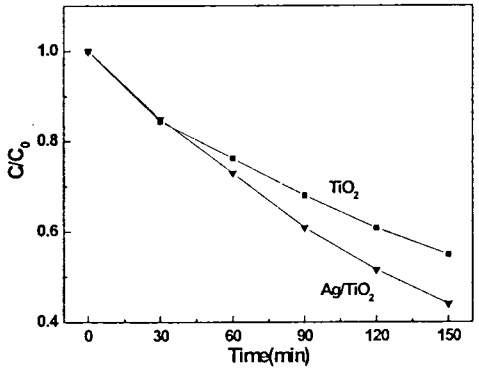

그림 3. 500℃에서 열처리한 TiO_2와 Ag/TiO_2 박막의 광활성

참고 문헌

[1] L. Miao, P. Jin, K. Kaneko, A. Terai, N. Nabatova-Gabain, S. Tanemura "Preparation and characterization of polycrystalline anatase and rutile TiO_2 thin films by rf magnetron sputtering" Appl. Surf. Sci. 212-213, 255-263 (2003).

[2] S. K. Zheng, T. M. Wang, G. Xiang, C. Wang "Photocatalytic activity of nanostructured TiO_2 thin films prepared by dc magnetron sputtering method" Vacuum. 62, 361-366 (2001).