

RF 스퍼터링에 의한 TiO₂ 박막의 제작 및 특성

Preparation and Properties of TiO₂

Thin Films by RF Sputtering

류승완, 김태항, 고승국, 한성홍
울산대학교 수학과 및 물리 기술학부
obang999@hanmail.net

TiO₂는 가시광선과 적외선영역에서 높은 투과율을 가진 고굴절 물질로서 다양한 광학코팅에 응용되고 있으며, 일반적으로 rutile, anatase, brookite의 세 가지 결정형태를 가지고 있다. 특히 박막 제작에서 열처리 온도와 증착조건의 변화 그리고 불순물의 도핑에 따른 박막의 구조적·광학적 특성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. TiO₂ 박막을 제작하기 위한 방법으로는 스퍼터링법, 졸-겔법, 화학기상증착법 등이 이용되고 있다^(1,2). 그 중 스퍼터링법은 비교적 조밀하고 표면 경도가 우수한 박막의 제조가 가능하다⁽³⁾.

본 연구에서는 RF 마그네트론 스퍼터링 방법으로 순수한 TiO₂ 박막과 금속산화물(Ag₂O)을 첨가한 TiO₂ 박막을 제작하고, 제작된 박막들의 광학적, 구조적 특성을 비교하였다. TiO₂ 박막을 제작하기 위해 먼저 TiO₂ 타겟과 금속산화물(Ag₂O)이 첨가된 TiO₂ 타겟을 제작하였다. 금속산화물(Ag₂O)이 첨가된 타겟을 제작할 경우 압축하기 전에 순도 99.9% TiO₂ powder와 순도 99.9% Ag₂O powder를 충분히 혼합하여 제작하였으며, 그림 1에 제작공정을 간단하게 나타내었다. 먼저 powder를 지름 76.2mm인 원형틀에 넣고 고압으로 압축 성형하였다. 20~500℃까지 4℃/min의 승온속도로 올려 타겟 제작 시 고온에서의 하소과정 중 타겟의 균열을 방지하기 위해 1시간동안 온도를 유지시켰다. 그리고 다시 2.2℃/min의 승온속도로 1150℃까지 승온한 후 5시간동안 열처리하였다. 열처리가 끝난 후 급격한 온도 변화로 인한 타겟의 변형을 막기 위해 -2.5℃/min의 일정한 속도로 100℃까지 내렸다. 박막 제작을 위한 기판으로는 slide glass, quartz glass를 사용하였고 중성세제와 아세톤, 알코올 등으로 초음파 세척하였다. 타겟에 존재하는 불순물이나 산화막을 제거하기 위해 증착 전에 아르곤 가스를 주입한 후 3×10⁻³ Torr 압력에서 5분간 pre-sputtering을 실시하였다. 초기진공도는 1×10⁻⁵ Torr, 스퍼터링 시 진공도는 4×10⁻³ Torr를 유지하였고, RF power는 150 W, 타겟과 기판사이의 거리는 60 mm로 하였다. 증착 후 박막을 온도 500℃에서 1시간동안 열처리하여 광학적 특성을 비교하였다.

그림 2는 순수 TiO₂ 타겟과 Ag₂O가 포함된 타겟의 XRD 패턴이다. Ag₂O를 첨가한 타겟의 peak는 순수 TiO₂ 타겟의 peak에서 약간 이동한 큰 2θ 값에서 나타났다. 이는 첨가된 금속산화물 Ag₂O의 영향으로 보인다. 그림 3은 증착한 박막의 열처리 전과 500℃ 1시간 열처리한 TiO₂ 박막의 투과율을 나타낸 것이다. 파장 550nm에서의 굴절률은 열처리 후 2.28에서 2.30으로 증가했다. 한편 산소 분압의 증가에 따라 박막의 굴절률은 감소하였다. 그림 4에 Ag₂O를 첨가한 타겟으로 제작한 TiO₂ 박막의 투과율을 나타내었다. TiO₂ 박막보다 전체적으로 낮은 투과율을 보였다. 이는 첨가된 금속산화물(Ag₂O)의 흡수에 의한 것으로 사려된다.

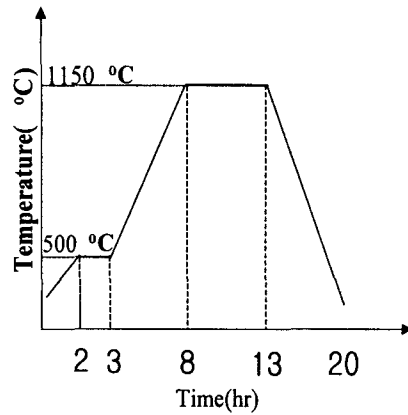
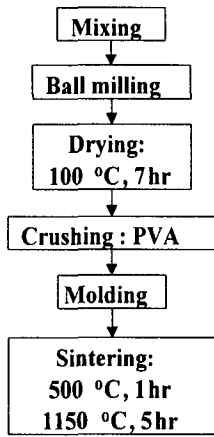


그림 1. Sputter target 제작 공정도

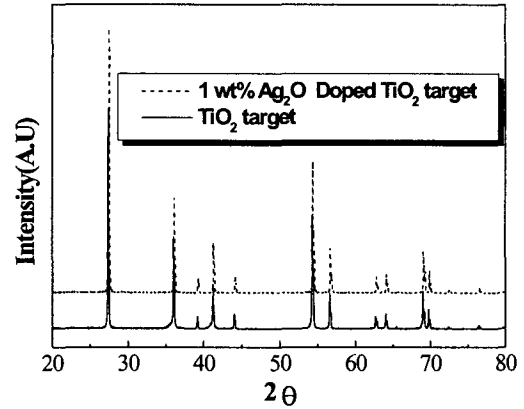


그림 2. Sputter 타겟의 XRD 패턴

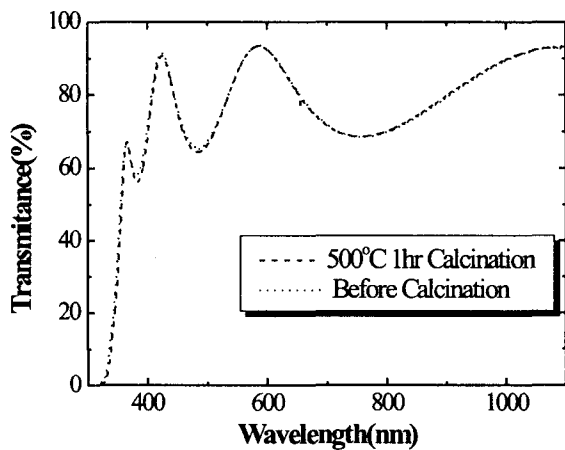


그림 3. TiO₂ 박막의 열처리 전후의 투과율.

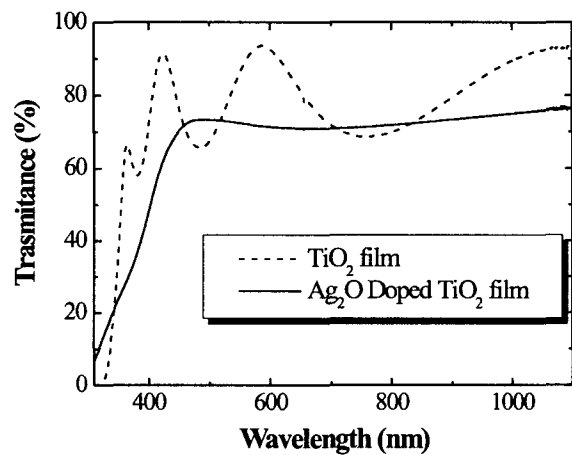


그림 4. Ag₂O를 첨가한 TiO₂ 박막의 투과율.

참고 문헌

1. J.W. Yoon, T. Sasaki, N. Koshizaki, E. Traversa "Preparation and Characterizaion of M/TiO₂(M=Ag,Au,Pt) Nanocomposite Thin Films", Scripta Materialia 44, 1865-1868 (2001)
2. W.F. Zhang, M.S. Zhang, Z. Yin "Microstructures and Visible Photoluminescence of TiO₂ Nanocrystals" Physica Status Solid A 179, 319-327 (2000).
3. H. Ohsaki, T. Tachibana, A. Hayashi, A. Mitsui, Y. Hayashi "High Rate Sputter Deposition of TiO₂ from TiO_{2-x} Target", Thin Solid Films 351, 57-60 (1999).