

RF Magnetron Co-sputtering 법을 이용한 Au/TiO₂ 박막의 광학적, 구조적, 광활성 특성

Optical, Structural and Photocatalytic Properties of Au/TiO₂ Thin Films Prepared by RF Magnetron Co-sputtering

정종민, 최원석, 이가은, 성승기, 한성홍

울산대학교 물리학과

pasteljm@mail.ulsan.ac.kr

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. 이 중에서 magnetron sputtering법은 기계적인 내구성과 투과율이 우수한 박막을 제작 할 수 있고, 도핑 물질의 조성비를 유기적으로 조절 가능하다는 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 RF Magnetron Co-sputtering법을 이용하여 TiO₂에 Au를 첨가한Au/TiO₂ 혼합 박막을 제작하여 광학적, 구조적, 광활성 특성을 분석하였다. 박막제작에 사용한 타겟은 TiO₂ powder를 고압으로 압축한 후 1200 °C에서 소결하여 제작하였다. 기판은 quartz glass를 사용하였으며, 초기 진공도는 3.6×10^{-6} Torr 이하로 하였고, 증착 진공도는 1×10^{-2} Torr의 압력에서 실시하였다. 증착 시 TiO₂ 타겟의 RF power는 200 W를 인가하고 Au 타겟은 0W, 5W, 10W, 15W를 인가하였다. 제작한 박막은 600 °C에서 1시간 동안 열처리하여 UV-VIS 분광광도계, 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 Au의 증착 power에 따라 Au/TiO₂ 혼합 박막의 투과율을 나타낸 것이다. Au의 증착 power가 15W를 제외한 Au(15W)/TiO₂ 혼합 박막은 가시광 영역에서는 높은 투과율을 나타내고 있다. Au(15W)/TiO₂ 혼합 박막은 전체 적으로 매우 낮은 투과율을 보여주고 있으며, 흡수단의 edge가 장파장으로 이동하였다. 이것은 Au는 band gap이 2.0 eV 이하이므로 가시광 영역과 흡수단 영역의 빛을 쉽게 흡수하기 때문이다. 그림 2는 Au의 증착 power에 따라 제작한 박막을 600 °C에서 1시간 동안 열처리한 Au/TiO₂ 혼합 박막의 결정구조를 나타낸 것이다. 광활성이 우수한 TiO₂박막을 제작하기 위해서는 아나타제 결정을 가져야 된다. 본 실험에서 준비한 Au/TiO₂ 혼합 박막들은 아나타제 결정을 가지고 있음을 확인 할 수 있었다. 그림 3은 아나타제 결정을 가진 Au/TiO₂ 박막들의 Au의 증착 power에 따른 광분해를 나타내고 있다. Au의 증착 power가 5W 인 Au(5W)/TiO₂ 박막이 가장 우수한 광분해 특성을 가졌으며, 증착 power가 15W 인 Au(15W)/TiO₂ 박막은 Au가 첨가 되지 않은 Au(0W)/TiO₂ 박막보다 낮은 광분해 특성을 나타냈다. 이것은 TiO₂ 박막에 Au가 첨가되면 UV에 의해 valence band에서 conduction band 이동한 전자와 valence band에 존재하는 정공의 재결합을 억제시키게 된다. 일반적으로 TiO₂의 오염물질 분해 반응은 대부분 정공의 산

화력에 의존 하고 있으므로 전자-정공의 재결합을 억제하게 되면 광분해가 향상된다. 하지만 많은 양의 Au가 첨가되면 TiO₂를 Au가 감싸게 되어 오염물질과 정공과의 반응을 막게 되어 광분해 특성이 감소하게 된다.

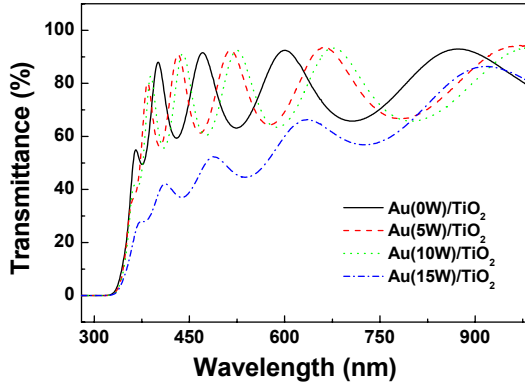


그림 1. Au 증착 power에 따른 Au/TiO₂ 혼합 박막의 투과율

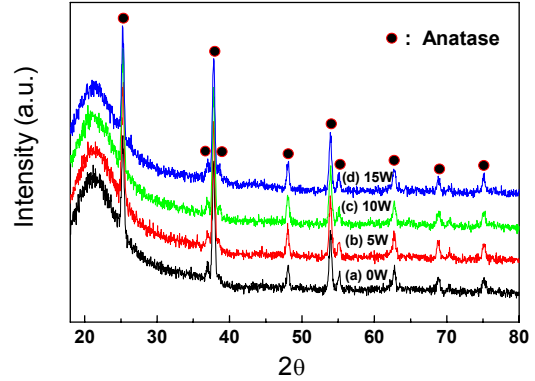


그림 2. 그림 1. 600 °C에서 열처리한 Au/TiO₂ 혼합 박막의 XRD 사진

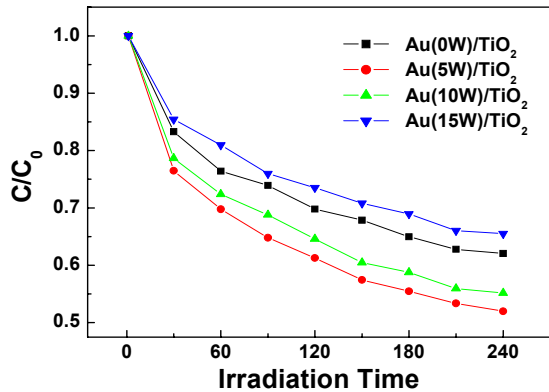


그림 3. Au 증착 power에 따른 Au/TiO₂ 혼합 박막의 광분해 특성

※ 본 연구는 학술진흥재단의 지역우수과학자 선정사업의 연구결과로 수행되었음.

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, 192198 (2004).
2. Yu.V. Kolen'ko, B.R. Churagulov, M. Kunst, L. Mazerolles, C. Colbeau-Justin "Photocatalytic properties of titania powders prepared by hydrothermal method " Applied Catalysis B: Environmental 54, 5158 (2004).