

RF-sputtering으로 제조된 Co-doped TiO₂ 박막의 결정학적 특성 연구

국민대학교 안근영*, 심인보, 김철성
남서울대학교 박용욱

Crystal structure of Co-doped TiO₂ thin films by RF-sputtering method

Kookmin Univ. Geun Young Ahn*, In-Bo Shim, Chul Sung Kim
Namseoul Univ. Yong Wook Park

1. 서 론

급속히 발전해 나가는 정보화 물결에 따라 다가오는 정보화시대에 초고밀도/대용량 정보 처리의 요구에 부응하기 위해서는 기존의 전자의 저하 흐름을 제어하는 마이크로 일렉트로닉스(microelectronics)만으로는 한계에 도달하였다는 인식과 함께 21세기 들어 전자의 전하 흐름 제어 및 전자의 스핀정보 제어를 통한 신기능의 스핀트로닉스(spintronics)가 중심된 새로운 기술의 창출이 기대되고 있다. 신기능의 스핀트로닉스 디바이스는 자성 이온에 의한 스핀 분극에서 발생하는 극미세 에너지 갭을 control 하여 미세소자로 활용 가능하며, 기존의 반도체 소재를 대체할 수 있는 장점인, 비휘발성(nonvolatility), 저 전력손실(low electric power consumption), 고속 정보 전달속도(high data processing speed) 및 고집적 밀도(high integration density)화가 가능하다는 장점을 가지고 있다. 이러한 전하와 스핀의 상태를 동시에 control 할 수 있는 새로운 기능성 재료의 개발을 위한 희박 자성 반도체(diluted magnetic semiconductor: DMS)에 대한 연구가 1960년대 이후부터 시작되었으나 낮은 큐리온도로 인한 응용가능성에 문제를 가지고 있었다. 그러나 최근 Zn-O, Ti-O 계열의 산화물에 전이금속을 치환한 물질이 상온에서 강자성을 띄는 새로운 DMS물질의 개발[1]로 다시 활발히 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 RF-magnetron sputtering을 통하여 Ti_{0.99}Co_{0.01}O₂ 박막을 제조하였으며 증착 조건에 따른 Ti_{0.99}Co_{0.01}O₂ 박막의 결정학적 특성을 연구하였다.

2. 실험방법

Ti_{0.99}Co_{0.01}O₂ 박막을 제조하기 위하여 RF-magnetron sputtering에 사용한 composite

target은 출발 물질들을 적정 당량비로 혼합한 후 1000 °C에서 6시간 동안 열처리하여 합성하였다. 박막의 증착 조건으로는, 초기 진공도를 5.0×10^{-6} Torr로 유지하였으며 작업진공도는 10 mTorr로 유지하였다. 기판은 Si(100) 단결정 기판을 사용하였으며 증착시 기판 온도는 400 °C를 유지하였다. RF-power는 75 - 300 Watt 범위에서 변화하였으며 버퍼가스의 Ar과 O₂의 혼합비를 변화시키면서 증착하였다.

시료의 증착 조건에 따른 결정화를 확인하기 위하여 CuK α 선을 사용하는 Philips사의 X'Pert(PW1827) X-선 회절기를 이용하여 측정하였으며 증착 조건에 따른 박막의 미세구조는 SEM(scanning electron microscopy)와 AFM(atomic force microscopy)를 이용하여 확인하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1. 은 RF-magnetron sputtering 법에 의해 제조된 Ti_{0.99}Co_{0.01}O₂ 박막의 x-선 회절도이다. 박막 증착시 버퍼 가스의 산소 분압비는 0 - 80% 까지 변화를 주었으며 XRD 분석 결과 산소분압이 0% 일 경우 순수한 anatase 결정상이 생성됨을 알 수 있었고, 산소의 분압이 증가할수록 rutile 결정상이 혼재하는 것을 알 수 있었으며, 산소분압이 80 %인 경우 완전한 rutile 결정상만 존재함을 알 수 있다.

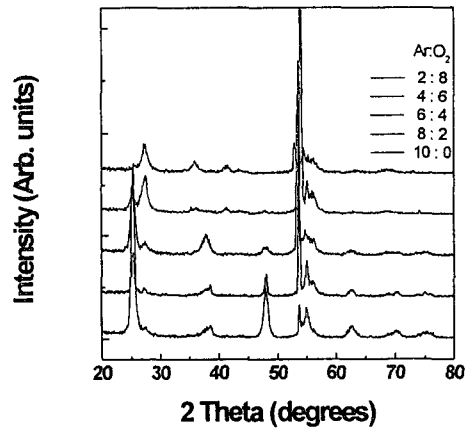


Fig. 1. X-ray diffraction patterns from the Ti_{0.99}Co_{0.01}O₂ films grown on Si(100) as function of the various partial oxygen pressure.

RF-magnetron sputtering 법에 의해 박막의 제조시 산소의 분압을 조절함으로써 Ti_{0.99}Co_{0.01}O₂ 박막의 결정상을 control 할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 현재 보고된 희박 자성 반도체(diluted magnetic semiconductor: DMS)는 Anatase 구조에서 강자성을 띄는 것으로 보고되어 지고 있으며[1] 이러한 결과는 향후 RF-magnetron sputtering 법에 의한 DMS 물질의 연구에 있어 양질의 DMS 박막을 얻기 위한 기초 연구 중의 하나이다.

참고문헌

- [1] Y. Masumoto, M. Murakami, T. Hasegawa, T. Fukumura, M. Kawasaki, P. Ahmet, T. Chikyow, S. Koshihara, and H. Koinuma, Science 291, 854 (2001).