

RF 스퍼터링을 이용한 RuO₂ 박막 제작 및 물성 분석

정웅현¹, 조성학^{1,2*}, 최원석^{1,2}, 김훈영^{1,2}, 지석영^{1,2}, 신영관^{1,2}, 전진우¹

Characterization of physical properties of RuO₂ films deposited by RF Sputtering

W. H. Jeung, S. H. Cho*, W. S. Choi, H. Y. Kim, S. Y. Ji, Y. G. Shin, J. W. Jeon

한국기체연구원¹, 과학기술연합대학원대학교 나노메카트로닉스 학과²

Key Words : Surface texture, Resistivity, epitaxy thin films, RuO₂

1. 서론

부세륨 산화물 RuO₂는 흔히 루타일(Rutile) 구조라 부르는 정방정계(Tetragonal) 구조(a = 4.49 Å, c = 3.11 Å)를 갖는다 [1]. 단위 세포(Unit cell)의 중심에 있는 Ru 이온을 6개의 산소 이온들이 둘러싸고 있는 형태를 취한다. 특징으로는 벌크 상태에서 낮은 비저항(35)을 가지고 있으며, 온도에 대한 안정성이 좋고 화학적 부식에 강하다 [2]. 또한 5.1 eV의 일함수(work function)를 가진다 [3]. 이러한 특성들로 인해 전극이나, 축전지(capacitor)에 응용 가능성이 있다. 이 실험에서는 RuO₂ 타겟을 라디오파(Radio Frequency: RF) 스퍼터링(sputtering) 방식으로 에피탁셀(epitaxial)하게 제작하여 그 특성을 알아보기 위해 증착 온도와 기판의 결정방향에 따른 물리적 특성 변화를 연구하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

C-plane 사파이어(Al₂O₃)위에 RuO₂ 박막을 온도를 증가시키며 제작하였다. 이때, AFM(Atomie Force Microscopy)을 통하여 표면의 거칠기(Roughness)를 측정하였고 증착 온도가 증가함에 따라 표면의 RMS값이 점점 커지며 800℃에서 다시 낮은 값을 보였다. 또한 XRD(X-ray Diffraction) 측정을 통하여 C-plane 사파이어 기판 위에 RuO₂ 박막이 (100)의 방향성분을 가지며 성장함을 알 수 있었다. 또한 RuO₂ 피크 위치는 400℃에서 39.06 근처였으나 온도가 증가할수록 각도가 증가하는 방향으로 움직였으며, 500℃ 이상에서는 40 부근에서 관측되었고 피크의 세기가 조금씩 줄어들다가 800℃에서 피크가 사라짐을 확인하였다. 상온에서 4 단계 측정법으로 비저항을 측정하였는데, 증착 온도가 증가함에 따라 비저항이 점점 감소하다가 550-600℃ 구간에서 가장 낮은 값을 가지며 이후 비저항이 다시 증가하였고 800℃에서 비저항이 부도체와 같이 측정이 불가능 하였다. 끝으로 사파이어 기판의 결정 방향에 따른 RuO₂ 박막의 표면 특성, 결정성, 비저항도 분석하였다.

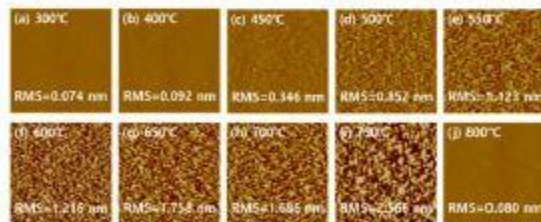


Fig. 1 AFM images of RuO₂ films grown at various temperatures

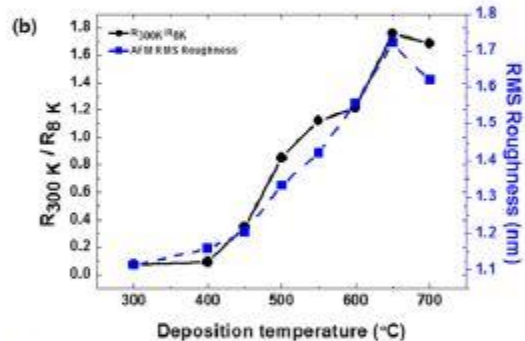
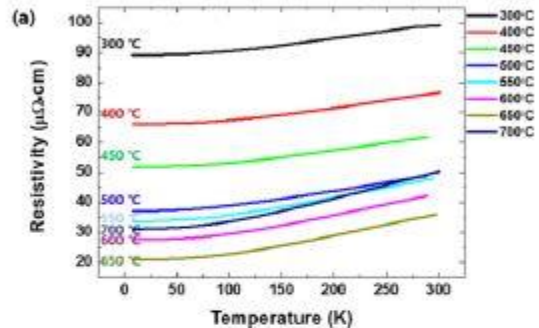


Fig. 2 Cross-sectional FE-SEM images of RuO₂ films grown at various temperatures

Fig. 1 (a)-(j)는 증착온도가 증가함에 따라 박막의 거칠기 RMS가 증가하는 것을 확인할 수 있고, (j)는 RuO₂의 휘발성으로 인해 박막이 정상적으로 증착된 않았음을 알 수 있다. Fig. 2의 (a)는 증착 온도에 따른 박막의 비저항을 구한 것으로 증착온도가 증가함에 따라 비저항이 낮아지는 것을 확인할 수 있었으며, 650℃에서 가장 낮은 비저항을 가졌다. (b)는 300K와 8K 온도에서의 저항비를 나타낸 것으로 이를 통해 증착온도에 따른 전기적 특성을 유추할 수 있다.

참고 문헌

- (1) C. A. Chen, Y. M. Chen, K. Y. Chen, J. K. Chi, Y. S. Huang, and D. S. Tsai, *J. Alloys Compd.*, vol. 485, no. 1-2, pp. 524-528, 2009.
- (2) X. Fang and T. Kohyashi, *Appl. Phys. A Mater. Sci. Process.*, vol. 69, no. 7, pp. 587-590, 1999.
- (3) M. Ť, A. Rosová, E. Dobro, V. Štrbík, Š. Gaží, K. Fröhlich, P. Benko, L. Harnařha, C. Manke, and P. K. Baumann, vol. 073702, pp. 1-12, 2008.