

R.F Sputtering 법으로 제조한 ITO 박막의 미세구조가 전기·광학
특성에 미치는 영향
Effect of ITO Thin Films Microstructure on Electrical and Optical
Properties

정영희, 김규호
영남대학교 금속공학과

1. 서론

Sn을 도핑한 ITO(In_2O_3)는 c-type rare earth structure(or c bixbyite structure)의 결정 구조를 가지는 III-V 족 화합물 n-type 반도체이다. ITO는 결정구조의 이방성, 비화학양론적(non-stoichiometry) 결합구조와 Sn의 첨가로 발생하는 잉여 전자에 의해서 비교적 낮은 전기 저항을 가진다. 그리고 높은 밴드갭 에너지($3.55\text{eV} \sim 3.75\text{eV}$)로 인하여 가시 영역에서 높은 투과도를 동시에 가진다. 태양전지에 사용되는 투명전도막은 박막 사이에 접촉하는 막과의 계면 특성이 중요하며, 증착된 박막의 표면이 매끄럽고 밀도가 높을수록 전기·광학적 특성이 좋아진다고 보고되고 있다. 따라서 본 연구에서는 r.f sputtering 법으로 ITO박막을 제조하고, 증착된 박막의 미세구조가 전기적, 광학적 특성에 미치는 영향을 알아보려고 한다.

2. 실험 방법

증착용 기판으로는 $10 \times 10 \times 0.7(\text{mm})$ 크기의 corning glass 7059를 사용하였다. 기판의 전 처리는 기판 표면의 유기 및 무기 오염 물질을 제거하기 위해서 트리클로르 에틸렌, 아세톤, 메틸 알코올 및 증류수 순으로 각 15분간초음파 세척하였으며, 각 처리 공정 사이에 N_2 가스로 건조시켰다. 타겟은 In_2O_3 와 SnO_2 를 혼합하여 제조한 소결체 혼합물 타겟(In_2O_3 -10wt% SnO_2 , JEC)을 사용하여 R.F Sputtering 법으로 증착시켰다. 타겟과 기판과의 거리는 5cm로 고정하였으며, 로터리 펌프와 터보분자펌프로 배기시킨 다음, 기판 온도를 200°C 까지 가열하고, Ar 가스를 흘려주어 $2.5 \times 10^{-2}\text{Torr}$ 의 압력에서 증착하였다. 박막 증착시 r.f power, 증착시간, 산소분압의 공정 변수를 변화시켜 증착시켰다.

증착된 박막은 a-step을 사용하여 ITO 박막의 두께를 측정하고, SEM을 이용하여 단면 측정으로 확인하였다. 결정성 및 결정 성장 방향을 조사하기 위하여 XRD를 사용하여 $30^\circ \sim 70^\circ$ 까지 X-선 회절 분석을 하고, 미세구조 분석은 AFM(Atomic force microscope)을 사용하여 증착된 박막의 표면거칠기를 분석하였다. 그리고 비저항은 4-point-probe를 사용하였으며, 광학특성을 조사하기 위하여 UV-Vis-Nir Spectrometer로 가시 영역내의 광투과도를 측정하였다.

3. 결과 요약

XRD 분석으로 ITO 박막은 r.f power와 증착시간의 증가에 따라 (222) 방향의 우선 배향에서 (440) 우선 배향으로 바뀌었다. 증착시간이 따라 표면 거칠기(RMS)값은 증가하였으나, r.f power의 영향은 크지 않았다. Ar 가스만으로 증착된 박막의 경우, 기판 온도 200℃, 두께 1500Å에서 $5.36 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 의 비저항값을 얻었다. 산소 분압의 차이(0.5~2%)를 두고 증착한 박막들의 결정성과 투과율에는 영향을 미치지 못했지만, 주입된 산소량에 비례해서 전도성은 저하되었다. 실험조건에서 모든 박막이 가시 영역 내에서 85%이상의 투과도를 가진 ITO 박막을 얻었다.

참고문헌

1. I. Hamberg and C. G. Granqvist, J. Appl. Phys. 60, 1986, R123
2. M.S. Lee et al, J. Korea mat. Sci. 8(5), 1998, 383.
3. M.Green. W. C. Smith and J. A. Weiner, Thin Solid Films, 38, 1976, 89
4. J. C. Manificier, Thin Solid Films 90, 1982, 297
5. Y. Shigesato, S. Takaki, and T. Haranoh, "Indium Oxide Films," J. Appl. phys., 71[7] 3356-3364 (1992).