

반응성 DC 스퍼터법으로 제조한 ITO 박막의 물성에 미치는 RF-bias의 영향

Effect of RF-bias on the Properties of DC Reactive Sputtered ITO Films

김경현, 신성호, 신재혁, 박광자, 이주성* (기술표준원, 한양대학교*)

1. 서론

Indium Tin Oxide (ITO)는 wide band gap을 갖는 산화물 반도체로서 이를 증착한 박막은 낮은 저항($\approx 2 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$)과 높은 광투과도($\approx 90\%$ in the visible spectrum range)의 특성이 있으므로 EL(Electroluminescent), LCD(Liquid Crystal Device) 등의 표시재료, 전자파 차폐재료, 열반사재료, 투명 전극재료 등 다양한 분야에서 응용되고 있다. 그러나 대부분 사용되는 유리기판은 파손의 우려와 유연성, 기판의 두께 등에 제한성이 있으므로 최근에는 경량이면서 후열처리가 필요 없는 투명 Plastic Film 상에 ITO 박막을 코팅하는 기술이 주목받고 있다.

본 연구에서는 반응성 DC 스퍼터링법을 이용하여 유리기판 및 투명 Plastic 기판상에 ITO 박막을 제작할 때 기판에 RF-bias voltage를 인가하여 Power와 O₂ Partial pressure 변화에 따른 기판별 전기적, 광학적 특성 변화를 비교·검토하였다.

2. 실험방법

ITO 박막을 제조하기 위해 Leybold사의 L560 장비를 사용하여 Reactive DC magnetron sputtering법으로 제조하였다. 타겟으로는 $2(\varnothing) \times \frac{1}{4}(T)$ inch 크기의 In-Sn 합금(In : Sn = 90 : 10 wt%) 타겟을 사용하였고, 기판으로는 $76 \times 26\text{mm}$ (3×1 inch) 크기의 slide glass 및 PET(Poly Ethylene Terephthalate), Acryl, Poly-Carbonate 기판을 사용하였다. 증착전에 기판 표면의 불순물을 제거하기 위하여 메탄올 용액에 담근채로 10분간 초음파 세척하고 질소 gun으로 물기를 제거하여 holder에 장착하였다. Chamber 내의 초기 진공도는 2×10^{-5} torr 이하로 유지한 후 도입 산소량을 1~15%, RF-bias voltage는 -20~-80 V 범위에서 조절하였고 99.999%의 Ar과 O₂ 혼합가스를 사용하여 작업진공도를 5×10^{-3} torr로 맞추고 나서 10분간 Pre-sputtering 한 후 증착을 시작하였다. 이 때 기판 변형을 방지하기 위해 가열은 하지 않았으며 기판-타겟 거리를 45mm로 고정시킨 후 DC power를 10~50 W로 변화시키면서 전체 압력에 대한 O₂ partial pressure와 기판에 인가된 RF-bias voltage 값을 조절하여 ITO 박막을 제조하였다.

이와 같은 조건에서 증착된 박막은 다음과 같은 방법으로 평가되었다. α -step을 이

용하여 두께 및 성장속도를 측정하였고 UV-visible-spectrophotometer를 이용하여 200~800nm 범위의 파장에 대해 광투과도를, 2.5~20 μ m 파장 범위에서 FT-IR spectrophotometer를 이용하여 적외선 영역에서의 반사율을 측정하였다. 전기적 특성은 비저항, carrier 농도 및 이동도를 분석하기 위해 4-point probe와 Hall measurement 장치를 사용하였으며 박막의 결정구조는 XRD를 이용하였고 밀착력은 Scratch tester로 측정하였다.

3. 결과요약

박막 제조시에 기판에 RF-bias voltage를 인가함으로써 RF-bias voltage를 인가하지 않은 경우보다 낮은 O₂ partial pressure 조건에서 전기적 특성이 크게 향상된 ITO 박막을 제조할 수 있었다. 그러나 어느 한계값 이상으로 RF-bias voltage가 가해질 경우 전기적 물성은 오히려 저하되었다. 최소 비저항을 나타내는 증착조건과 최대 광투과도를 나타내는 조건이 대체로 일치하였고 sputtering power가 증가함에 따라 RF-bias voltage에 대한 광투과도의 의존성 및 각 기판들 사이의 광투과도의 차이가 커졌다. 기판에 RF-bias voltage를 인가할 경우 반사율은 O₂ partial pressure이 증가되면 감소하였으나 sputtering power가 증가되면 향상되는 경향을 보였다.

Sputtering power 30 W, RF-bias voltage -60 V, O₂ partial pressure 9 %의 PET 기판에서 전기적·광학적 성질이 가장 우수한 박막을 제조할 수 있었다.

참고문헌

- [1] Electrical and optical properties of indium tin oxide thin film deposited on unheated substrates by d.c. reactive sputtering, Thin Solid Films, 223, pp. 135~139, (1993)
- [2] Mechanical properties of r.f. magnetron sputtered indium tin oxide films, Thin Solid Films, 293, pp. 244~250, (1997)
- [3] Deposition of indium tin oxide films on polycarbonate substrates by radio-frequency magnetron sputtering, Thin Solid Films, 298, pp. 221~227, (1997)