

**반응성 DC 스퍼터링 법에 의한 투명 Plastic 상의 ITO 박막제조**  
**Preparation of ITO Thin Film on Transparent Plastic Substrate with Reactive DC Sputtering**

신재혁\*, 김경현, 신성호, 박광자 (국립기술품질원)

### 1. 서론

Indium Tin Oxide (ITO) 박막은 태양전지, 평판표시소자의 투명전극, 열선차단용, 전자파차폐용 등 다양한 분야에서 응용되고 있다. 대부분 유리기판이 사용되고 있으나 최근 경량이며 유연성이 있고 후열처리가 없는 투명 Plastic 기판 상에 ITO 박막을 코팅하는 것이 주목받고 있으며, LCD, 유연성이 요구되는 전기·광소자, 파손 위험성이 적은 열선 반사판용 등으로의 활용이 검토되고 있다. [1,2]

본 연구에서는 반응성 DC 스퍼터법으로 유리기판 및 Polycarbonate, acrylic, Polyethylene terephthalate 투명 Plastic 기판상에 ITO 박막을 제조하여 압력, Power, O<sub>2</sub>량 변화에 따른 기판별 전기적 광학적 특성을 비교 검토하였다.[3]

### 2. 실험방법

ITO 박막을 제조하는데 기판으로는 76×26 mm (3×1 inch)의 슬라이드 유리와 동일 크기의 두께 100 $\mu$ m의 Polyethylene terephthalate와 Polycarbonate, acrylic을 사용하였다. 증착 전에 기판 표면의 불순물을 제거하기 위하여 메탄올 용액에 담근 채로 5분간 초음파 세척을 하였다.

ITO 박막은 Leybold사의 L560 장비를 사용하여 DC Reactive Sputtering 법으로 제조하였다. 초기 진공도는 2×10<sup>-5</sup> Torr 이하로 한 뒤, 작업 진공도를 1×10<sup>-3</sup>~ 5×10<sup>-3</sup> Torr, 도입 산소량은 10~15%, DC Power 10~30W로 변화시키면서 실온, 타겟 - 기판거리 45mm 인 상태에서 박막을 제조하였다. 또한 증착되는 박막이 균일하게 성장할 수 있게 하기 위해 기판이 설치된 기판 holder는 회전이 가능하도록 제작하였다. 타겟은 크기가 2 (∅)× ¼ (T) inch이며, 조성이 Indium 90% - Sn 10% 인 Cerac사 타겟을 사용하였다. 반응 가스는 Ar (99.999%) 과 O<sub>2</sub> (99.999%)의 혼합 가스를 사용하였다.

이와 같은 조건에서 증착된 박막은 다음과 같은 방법으로 평가되었다.  $\alpha$  - STEP을 이용하여 두께 및 성장 속도를 측정하였고, UV - visible spectrophotometer를 이용하여 200~900 nm 범위의 파장에 대해 광투과도를 측정하였다. 전기적 특성은 4-point probe와 Hall measurement장치를 이용하여 비저항, carrier의 밀도 및 이동도를 측정하였다. 박막의 결정구조 및 표면 상태는 각각 XRD(X-Ray Diffractometer)와 AFM(Atomic Force Microscopy)를 이용하여 측정하였다.

### 3. 결과 요약

DC power 20W에서 산소량을 10~15%로 변화시켰을 때 전기적·광학적 특성을 관찰한 결과, 산소량을 증가시키기에 따라 저항이 감소하고 광투과율이 증가하였다. 어느 한계점 이상의 산소비에서는 다시 저항이 증가하고 광투과율이 낮아졌다. 진공도가  $1 \times 10^{-3}$ 에서  $5 \times 10^{-3}$  Torr로 변함에 따라 최적 도입 산소량은 13%에서 10%로 감소하였으며, 이때 최저 비저항 값은  $9 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 이고 최고 광투과율은 85%를 나타내었다.

도입량이 11%일 경우 진공도를  $1 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^{-3}$  Torr 사이에서 변화시켰을 때 전기적·광학적 특성을 관찰한 결과  $5 \times 10^{-3}$  Torr에서 제조된 박막은 높은 저항값과 광투과율을 나타내었다. 진공도를  $1 \times 10^{-3}$  Torr로 변화함에 따라 광투과율은 직선적으로 감소하였으나 저항값은  $3 \times 10^{-3}$  Torr에서 최저값을 나타낸 뒤 다시 증가하였다.

기관별로 특징을 살펴보면 광투과율은 acrylic이 가장 뛰어났고 유리, Polycarbonate, Polyethylene terephthalate 순으로 나타났으며, 전기적 특성은 Polycarbonate, Polyethylene terephthalate, 유리, acrylic 순으로 나타났다.

#### [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, 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)