

낮은 온도에서 이온보조 증착법으로 제작된 ITO 박막의 특성

Properties of indium tin oxide thin films prepared by ion assisted deposition method at low temperature

이임영, 이기암
단국대학교 물리학과
yw0419@hanmail.net

I. 서 론

ITO 박막은 투명전도성과 열-반사 특성을 효율적으로 가지면서도 제작과정에서 고온 열처리가 수반되어야만 한다. 이것은 기판물질에 제한을 가져왔고, ITO 박막이 적용된 기기의 중량이나 파손의 위험, 이동의 불편함을 주고 있다. 최근에는 이러한 불리함을 극복하기 위하여 저온 기판에서 투명전도성의 효율을 높여 기판을 유기물질로 대체하려는 연구들이 진행되고 있다. 유기물질 기판은 유리 기판에 비해 가벼운 중량, 작은 체적, 접을 수도 있고 휴대도 간편한 깨지지 않는 flexible opto-electrical devices에 응용성이 크다^(1,2,3).

본 연구에서는 증착 후 열처리 없이 저온기판에서 ITO 박막의 투명전도성 효율을 높이기 위해 전자빔으로 이온보조 증착하였다. 혼합가스(Ar+O₂)가 주입된 이온빔 발산 각 안으로 반응가스(O₂)를 도입하여 산화이온(O²⁺) 또는 과산화이온(O₂²⁺) 등의 산화음이온의 생성을 유도하였다. 여기에 전자빔으로 증발된 ITO를 이온 mixing 하여 ITO 박막을 제작하였고 광학적 투과율과 면저항 그리고 XRD 측정으로 그 특성을 조사하였다.

II. 실험방법 및 결과

일반적으로 이온보조 증착법에서 물리적인 충격을 주된 목적으로 하여 기판 쪽으로 이온빔을 조사시키던 것을, 조사방향을 바꿔 박막 조성비 향상을 유도하였다. 기판을 이온빔 발산 각 바깥영역에 위치시키고, 혼합가스(Ar+O₂)가 주입된 이온빔 발산 각 안으로 반응가스(O₂)를 도입하여 전자빔으로 증발된 ITO와 이온 mixing 하고 상온 기판에서 ITO 박막을 제작하였다. 이온빔의 중심과 crucible 법선축 사이의 각은 45°로 고정하였고, 반응가스 O₂의 도입 방향은 이온빔의 중심과 수직을 이루게 하였다. 초기 진공도는 1×10⁻⁵ torr까지 배기 하였고, 증착 진공도는 8×10⁻⁵ torr이었다. 이온빔은 양극전압 100V, 양극전류 2A로 고정시켰다. 증착속도는 2.5 Å/s, 박막의 물리적 두께는 80nm이었다. 그리고 증착이 완료된 시점에서의 기판온도는 45 °C를 넘지 않았다. 이온총으로 도입되는 Ar과 O₂의 혼합비와 이온빔의 발산각 안으로 도입되는 반응가스 O₂의 양에 따른 광학적 투과율과 면저항 그리고 XRD 측정으로 박막의 특성을 조사하였다.

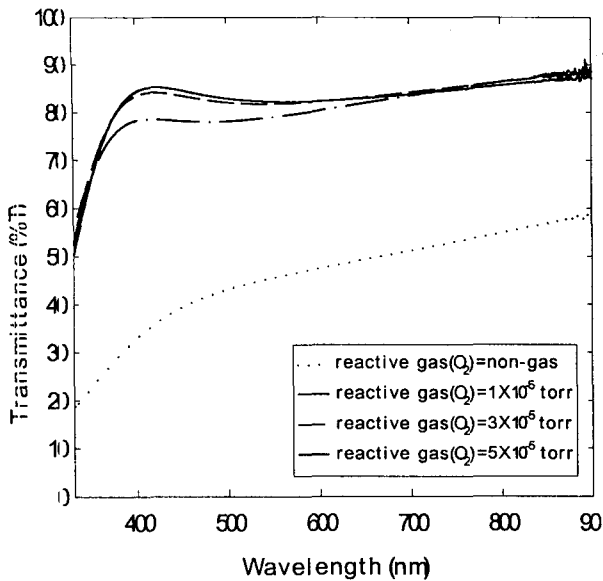


Fig 1. Transmittance of the ITO thin films evaporated for different oxygen partial pressure Ion gun mixing gas rate : (Ar:O₂ = 40:60).

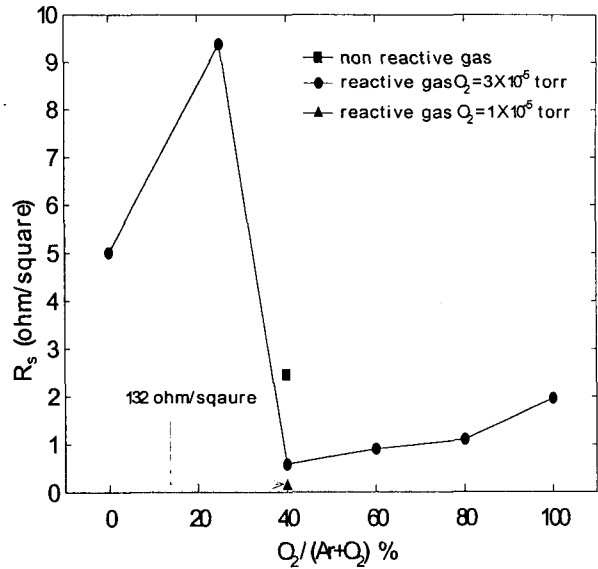


Fig 2. Sheet resistance of ITO thin films evaporated at different oxygen partial pressure and ion gun mixing gas rate.

III. 결 론

기판을 이온빔 발산 각 외부에 두고, 혼합가스(Ar+O₂)가 주입된 이온빔 발산 각 안으로 반응가스(O₂)를 도입하였고, 전자빔으로 증발된 ITO를 이온 mixing 하여 상온 기판에서 ITO 박막을 제작하였다. XRD 측정결과 상온에서 제작된 ITO 박막은 모두 비정질이었으며, 가시광 영역에서 박막의 투과율은 85% 이상 얻을 수 있었다. 3×10⁵ torr의 산소분위기에서 이온총으로 도입된 Ar과 O₂의 비율이 40:60일 때 ITO 박막의 투과율은 가장 높았고, 1×10⁵ torr의 산소분위기에서 이온총으로 도입된 Ar과 O₂의 비율이 40:60일 때 ITO 박막의 면저항이 가장 낮았다. 이것은 이온빔과 반응가스로 도입된 산소의 충돌로 인해 In₂O₃의 화학적 조성에 유리한 산화음이온이 발생되어 저온기판에서도 충분히 산화되었기 때문이라고 판단된다. 광학적으로 등방성인 비정질 미세구조에서 132Ω/□(물리적 두께 80nm)의 면저항을 낮은 기판온도에서 얻었으며, distortion temperature가 100℃ 내외인 PMMA나 PC 같은 광학적으로 투명한 유기기판에 적용 가능할 것으로 보인다.

IV. 참 고 문 헌

1. Jin Ma, Dehang Zhang, Shuying Li, Junqing Zhao and Honglei Ma "Optical and Electrical Properties of Sn-doped Indium Oxide Films Deposited on Polyester by Reactive Evaporation" Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 37, 5614-5617, 1998.
2. Jin Ma, Dehang Zhang, Junqing Zhao, Chuenyu Tan, Tianlin Yang, Honglei Ma "Preparation and characterization of ITO films deposited on polyimide by reactive evaporation at low temperature" Appl. Sur. Sci, 151, 239-243, 1999
3. A.H.M. Zahirul Alam, P.K. Saha, T. Hata, K. Sasaki "High-rate reactive deposition of indium oxide films on unheated substrate using ozone gas" Thin Solid Films, 352, 133-137, 1999.