

EMF (electromagnetic field strength)가 스퍼터된 ITO 박막의 초기 성장에 미치는 영향

박소윤, 송풍근

부산대학교 재료공학과

Indium tin oxide (ITO)는 넓은 밴드갭을 가지는 n-type의 축퇴 반도체로 태양전지, 스마트윈도우, 터치 센서, organic light emitting displays (OLEDs) 등에 널리 적용된다. 최근 touch screen panels (TSPs)의 높은 전기적 특성 및 고해상도 요구에 따라 고품질 ITO 박막개발의 수요도 증가하는 추세이다. 지금까지 ITO 박막의 물성 및 기계적 특성에 관한 많은 연구가 진행되어 왔지만 ITO 초박막에서의 근본적인 물성 변화에 대한 연구는 미흡한 실정이므로, 이러한 연구는 필수적이라 할 수 있다. ITO 초박막은 광학적 특성은 우수하나, 낮은 결정성으로 인해 전기적 특성이 나쁘다는 단점을 가지며, 이러한 ITO 박막의 결정성은 초기 박막 성장과정에 많은 영향을 받는다. ITO 박막의 초기성장과정은 핵이 생성된 후(nucleation), 각각의 위치에서 성장하게 되고(growth), 합쳐지면서(coalescence) 연속적인 막을 형성 하는데(continuous), 이러한 초기 박막 성장 과정 중에 핵 생성 밀도를 증가시키고 박막이 연속적으로 되는 두께를 감소시킨다면, 더욱 더 고품질의 ITO 초박막을 얻을 수 있을 것이다.

따라서, 본 연구에서는 박막 초기 형성 과정 중 섬들이 합체되는 두께를 최소화시키기 위하여 EMF (electromagnetic field strength) 시스템을 이용하였다. EMF 시스템은 DC 캐소드에 전자석 코일을 장착하여 전자기장을 추가로 부가한 것으로, 이를 이용할 경우 스퍼터 원자가 중성상태로 기판에 도달하는 것이 아니라, 이온화되어 V_p - V_f 의 차이로 가속되어 추가적인 에너지를 공급받음으로써 기판표면상에서 확산을 촉진시키므로 박막이 연속적으로 되는 임계 두께를 감소시킬 수 있는 것으로 기대된다.

실험은 실온에서 DC 마그네트론 스퍼터링법을 이용하였으며, 유리기판위에 4, 6, 8, 10, 12, 20 nm의 두께로 ITO 박막을 제작하였다. 스퍼터링 파워는 150 W (3.29 W/cm³), 작업 압력은 0.13 Pa, 기판과 타겟 사이의 거리는 70 mm였다. 각각의 두께에서 EMF 파워 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 W로 인가하여 박막을 제작한 후, EMF 파워에 따른 ITO 박막의 초기 성장 과정중 표면상태를 AFM (atomic force microscope) 이미지를 통하여 관찰하였다. 또한, 두께 약 8 nm에서와 20 nm일 때의 전기적 특성 및 광학적 특성을 관찰하였으며, 두 박막 모두 EMF 파워 15 W를 인가하였을 때 그 특성이 가장 향상되는 것을 확인하였다. 이러한 결과를 통하여 박막은 초기 성장이 중요하므로, 매우 얇은 두께에서 좋은 특성을 가진 박막을 제작하여야 박막의 두께를 증가시켰을 때도 좋은 특성의 막을 얻을 수 있음을 알 수 있었다. 또한, EMF 파워를 증가시키에 따라 차장강도를 증가시키는 것과 같은 효과 즉, 플라즈마 임피던스가 감소하는 효과를 내어 증착 중 고 에너지 입자 (Ar^0 , O^-)에 의한 박막손상이 감소한 것으로 판단된다. 따라서 적정 EMF 파워 15 W 를 인가하였을때 가장 물성이 좋은 ITO 박막을 얻을 수 있었다. 즉, EMF 시스템을 이용하여 저온 공정에서 결합농도가 적은 고품질의 ITO 초박막을 제작할 수 있었다.

Keywords: DC 마그네트론 스퍼터링, EMF, 초기 성장, ITO 박막