

RF Magnetron Sputtering 법으로 제작한 투명전도성 박막의 미세구조와 전기적 특성에 관한 연구

The Studies of Electrical and Microstructural Properties of Transparent Conductive Thin Films Fabricated by RF Magnetron Sputtering Method

전용수 · 김성수

충북대학교 재료공학과

Indium oxide (In_2O_3), tin oxide (SnO_2), zinc oxide (ZnO), 그리고 tin이 도핑된 indium oxide (ITO) 등의 투명전도성 박막은 가시광 영역 (약 380 - 780 nm 파장)에서의 높은 투과성 (80 % 이상) 때문에 비교적 넓은 밴드 갭 에너지 (3.55 - 4.39 eV)를 갖는 축퇴된 n - type 반도체물이다. 상대적으로 낮은 전기비저항 ($2 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$) 값은 투명성의 금속화가 요구되는 광전자 디바이스, 액정표시소자, 태양전지, 기타 박막소자 등에 광범위하게 이용되고 있다. 한편 투명전도성 박막의 상업성과 신뢰성을 충족시키기 위해서는 더 낮은 증착온도에서 박막 공정이 수행되어야 하며, 전기전도도 값도 비교적 높은 값을 가져야 하는데, 이는 이들 박막의 전도메카니즘을 제어하거나 혹은 미세구조를 제어함으로써 가능한 일이다. Movchan과 Demchishin은 증착조건에 따른 박막의 성장모형을 Evaporation법으로 증착된 박막에 대하여 처음으로 소개했다. 그들은 단지 증착온도 (T_s/T_m)만을 변수로 취하여 박막의 미세구조를 Zone I, Zone II, Zone III 영역으로 구분했으며, 그 이후에 Thornton이 아르곤 압력 (P_{Ar})을 변수로 첨가하여 Zone I과 Zone II 사이의 천이영역인 Zone T 영역을 도입함으로써 완전한 Structure Zone Model (SZM)을 완성했다. 각 영역의 일반적인 특징들은 기판온도 (T_s/T_m)에 의해서 다음과 같이 분류할 수 있다. 우선 Zone I 영역 ($T_s/T_m < 0.1$)의 미세구조는 voided growth boundary에 의해서 분리된 상부가 둥근 모양을 갖는 tapered crystal을 포함하며, Zone I과 Zone II 사이의 천이영역인 Zone T 영역 ($0.1 < T_s/T_m < 0.3$)은 초기의 Structure Zone Model (SZM)에서 나타나지 않는 치밀한 배열의 fibrous grain들로 구성된다. 또한 Zone II 영역 ($0.3 < T_s/T_m < 0.6$)의 미세구조는 많은 결정립계에 의해서 분리된 주상정 입자로 구성되며, 광택이 없는 거친 표면의 형상을 나타내게 된다. 마지막으로 Zone III 영역 ($0.5 < T_s/T_m < 1$)의 미세구조는 등축정의 입자와 금속의 경우에는 광택이 있는 평탄한 표면으로 구성된다. 기존의 Structure Zone Model (SZM)은 Ni이나 Ti, W, Cu, Cr 같은 금속이나 ZrO_2 , Al_2O_3 와 같은 산화물 박막에 주로 사용되어져 왔고, 본 연구에서 증착시키려고 하는 투명전도성 박막 같은 경우에는 그 실례를 찾아보기가 매우 어렵다.

본 연구에서는 Thornton의 Structure Zone Model (SZM)을 이용하여 증착조건을 설정하고 박막을 제작하였으며, Indium oxide (In_2O_3)와 tin oxide (SnO_2)의 미세구조가 전기비저항에 어떤 영향을 미치는지 조사했다. 아울러 두 투명전도성 박막의 X-ray 회절 pattern을 관찰하여 우선성장방위를 조사했다.