

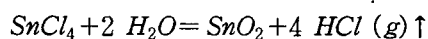
Spray pyrolysis 방법으로 증착된 SnO₂ 박막의 전기 및 광학적 특성
(Electrical and optical properties of SnO₂ films prepared
by spray pyrolysis method)

김혜동 · 이범주 · 안병태

한국과학기술원 재료공학과

Tin oxide (SnO₂)는 약 4 eV의 넓은 에너지 갭을 가져 가시광선 영역에서는 높은 광투과도를, 적외선 영역에서는 높은 반사율의 광학적 특성을 가지며, 낮은 비저항의 전기적 특성과 높은 내마모성과 화학적 안정성을 가진 물질이다. 그 활용으로는 높은 적외선 반사율을 이용한 heater mirror나 투명 전도성을 이용한 photovoltaics, photoelectrochemical cells, liquid crystal display, eletroluminescent display 등에서의 전극 그리고 gas나 ethanol sensor 등으로 널리 사용되어지고 있다. 여러 제조방법에 의해 얻어지는 도핑하지 않은 SnO₂ 박막의 경우는 비저항이 비화학양론적인 구조와 제조시 들어가는 불순물에 의해 비교적 낮은 약 10⁻¹ ~ 10⁻² Ω·cm 값을 나타낸다. 그러나 태양전지 등의 앞면전극으로 사용되어지기 위해서는 높은 광투과도를 유지하면서 비저항이 약 10⁻⁴ Ω·cm 이하로 충분히 낮은 값을 가져야하기 때문에 F, Sb 등이 불순물 도핑이 필수적이다.

제조 방법으로는 대면적 저 가격의 tin oxide 박막을 증착하기 위하여 spray pyrolysis 방법을 이용하였다. 분무의 발생과 기관으로의 수송의 역할은 공기를 사용하였으며, 15~25 l/min 사이로 flow rate를 변화시켜 적정 조건을 찾아보았다. 용액 중에 포함된 물이 다음과 같은 반응을 일으켜 SnO₂ 박막을 형성시킨다.



물의 표면장력은 상온에서 7.2×10⁻² N/m이어서 분무시 큰 분무 입자를 형성하여 증착된 박막이 불균일해지는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해 표면장력이 2.28×10⁻² N/m로 훨씬 작은 에탄올을 첨가하여 mist 입자의 크기를 작게 해주었다. 기관으로는 borosilicate glass를 사용하였으며 증착 온도는 300~500℃에서 3~30 min 간으로 변화시키며 증착하였다.

태양전지의 앞면전극으로 사용될 SnO₂ 박막을 spray pyrolysis 방법으로 증착하여 증착조건에 따른 박막 특성을 연구하였다. 증착온도가 증가할수록 SnO₂ 박막의 texture가 (200) 면에서 더 안정한 상인 (211), (110) 면으로 바뀌었고 막의 미세구조도 pyramid 구조에서 flat한 구조로 변화하였다. 이에 따라 광투과도와 전기 비저항은 온도가 올라갈수록 증가하였고, 특히 결정구조가 완전히 변한 500℃ 이상에서는 그 값들이 크게 증가하였다. F와 Sn의 비가 2.3 인 용액으로 증착온도 450℃에서 약 90%이상의 광투과도를 갖고 균일한 F와 Cl의 도핑으로 인해 약 4×10⁻⁴ Ω·cm의 낮은 비저항을 갖는 SnO₂ 박막을 제조하였다. 막의 두께가 약 5000Å에서 가장 적절한 figure of merit의 값을 가져 투명전극으로 적절한 두께로 나타났다.