

진공증착법에 의한 SnO₂ 박막 제조시 RF bias의 인가 효과
Effect of RF bias of SnO₂ Thin Films
Deposited by Evaporation Technique

이동현, 조성민, 신재혁*, 신성호*, 박광자*
 (성균관대학교 화학공학과, * 국립기술품질원)

1. 서론

현재 투명 전도막으로 가장 폭 넓게 사용되어지는 것은 산화 주석(SnO₂)과 산화 인듐(In₂O₃)의 화합물인 ITO(indium tin oxide)로서 비저항이 낮고, 광투과도가 높기 때문에 각종 투명 전극 재료에 사용되어 왔으나, ITO의 경우는 제조단가가 높기 때문에 대체 재료로서 SnO₂에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다.^{1,3,4)}

SnO₂는 가시광선 영역에서는 높은 광투과도(>80%)를 적외선 영역에서는 높은 반사율을 가지는 n-형 반도체로서 비화학양론적 조성에서 기인된 낮은 비저항 특성(<10⁻⁴Ωcm)과 높은 내마모성 및 화학적 안정성을 가진 물질이다.²⁾ 또한 화학양론조성의 SnO₂ 박막은 Sb나 F와 같은 도펀트를 첨가하였을 경우 도핑 되지 않았을 경우보다 더 낮은 비저항을 얻을 수 있는 것으로 보고되어 왔다.¹⁾ 이러한 광학적·전기적 특성을 가진 SnO₂ 박막은 투명 전극 물질로서 유리 기판 등에 막을 형성하여 ferroelectric photoconductor storage devices, high sensitivity photodetectors, liquid crystal and electrochromic displays, photovoltaic heterojunction solar cell, solar photothermal absorption devices 등에 이용된다.³⁾

지금까지 SnO₂ 박막의 제조에는 CVD, spray pyrolysis, sputtering, reactive evaporation 등이 연구되어졌다.⁴⁾ 그러나 우수한 특성의 박막을 얻을 수 있다고 보고되어진 sputtering법은 증착 속도가 낮고, 후열처리가 필요하다는 점이 단점으로 지적되고 있다.⁴⁾ 따라서 본 연구에서는 높은 증착 속도를 나타내는 진공 증착법을 응용하여 기판에 RF bias를 인가 시 SnO₂ 박막의 광학적·전기적 성질 및 결정구조에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

2. 실험방법

본 연구에서 사용된 Sn은 Kanto Chemical사에서 제조되어진 99.99%의 drop을 사용하였으며, 열저항 텅스텐 보트를 사용하여 증발되도록 하였다. SnO₂ 박막 증착을 위해 사용되어진 기판은 소다라임 글라스(76×26 mm/3×1 inch)를 사용하였으며, 사용되어

진 기판의 세척은 초음파 세척기를 이용하여 매탄올에 10분간 초음파 세척을 한 후 사용하였다. 로터리 펌프로 약 10^3 mbar 까지의 진공도를 만든 다음 터보 펌프를 이용하여 6.0×10^6 mbar 의 초기 진공도를 얻었다. 기판과 보트 사이의 거리는 약 15cm로 하여 박막을 증착하였다. 기판은 회전시켜 균일한 박막이 형성될 수 있도록 하였으며, 기판의 온도는 250°C로 유지하였고, 또한 RF bias는 0~-100 V로 변화시켜가며 실험하였다. SnO₂ 박막을 제조하기 위해 O₂ 와 Ar 가스를 혼합한 가스를 사용하여 박막을 제조하였다. 본 연구에서는 기판에 인가된 RF bias 가 박막에 미치는 영향을 고려하기 위해서 RF bias가 인가되지 않은 경우와 인가된 RF bias의 변화에 따른 박막을 제조하였으며, 또한 그 외에 진공도 변화와 가스비 변화도 함께 고려하여 박막을 제조하였다. 제조되어진 박막의 두께를 측정하기 위해 Surface profiler(α -Step 500, TENCOR ins.)를 사용하였고, 결정상 분석은 SIEMENS사에서 제작되어진 XRD(X-ray Diffractometer)를 사용하였으며, 전기적 특성은 4-point probe을, 광학적 특성은 UV-Visible Spectrophotometer를 각각 사용하여 분석하였다.

3. 결과요약

산소 분압을 100%로 고정하고, RF bias를 변화시킨 경우, -0V에서 $10^6 \Omega \text{cm}$ 이상의 비저항을 나타내었으나, 최적조건인 -60V에서는 $9 \times 10^2 \Omega \text{cm}$ 을 나타내었고, 85% 이상의 광투과도를 나타내었다. RF bias는 -60V로 고정하고, 산소 분압 변화 실험을 한 결과 최적 산소 분압인 60%에서 $2 \times 10^2 \Omega \text{cm}$ 의 비저항을 갖는 박막을 얻을 수 있었다. 또한, 작업 진공도가 높을수록 박막의 비저항은 감소됨을 알 수 있었다. XRD 측정결과로부터 여러 가지의 증착 변수에 따른 박막의 구조적인 변화를 관찰하였다. RF bias를 인가하지 않았을 때는 결정성이 거의 관찰되지 않았으나, 인가하는 RF bias를 증가시킬수록 SnO₂ 고유의 주피크인 (101), (201)과 (211)방향의 피크가 뚜렷하게 나타났다. 이로써 RF bias의 인가가 SnO₂ 박막의 결정성에 큰 영향을 미치게 됨을 알 수 있었다.

참고문헌

1. G. Blandenet, M. Court and Y. Lagarde, *Thin Solid Films*, **77**, 81(1981)
2. H. De Wall and F. Simonis, *Thin Solid Films*, **77**, 253(1981)
3. P. Nath and R. F. Bunshah, *Thin Solid Films*, **69**, 63-68(1980)
4. H. S. Randhawa, M. D. Matthews and R. F. Bunshah, *Thin Solid Films*, **83**, 63-68(1981) 267-271