

투명전도성 SnO₂ 박막의 산소 플라즈마 처리효과Effect of oxygen plasma treatment on the transparent conducting
SnO₂ thin film

김은호*, 노승정(단국대)
신재혁, 신성호, 박광자(기술표준원)
이주성(한양대)

1. 서론

투명 전도성 SnO₂ 박막은 가시광선 영역에서 높은 광투과도(>80 %)를 적외선 영역에서는 높은 반사율을 가지는 n-형 반도체이다. 비화학양론적 조성에서 기인된 낮은 비저항 특성과 높은 내마모성 및 화학적 안정성 때문에 각종 가스센서, 액정표시소자, 태양전지, 박막 EL소자 등에 광범위하게 이용되고 있다. 현재 SnO₂ 박막은 다양한 방법으로 제작되고 있으나, 본 연구에서는 높은 증착속도를 갖는 반응성 진공 증착법을 응용하여 기판에 RF-bias를 인가하여 SnO₂ 박막을 제작하였다. 증착된 SnO₂ 박막에 산소 플라즈마 처리공정을 도입하여 광학적·전기적 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 실험방법

SnO₂ 박막은 Leybold사의 L560 장비를 사용하여 reactive thermal evaporation 법으로 제작하였다. 박막 증착에 사용된 Sn은 Kanto Chemical에서 제조되어진 99.99 %의 고순도 drop을 사용하였으며, 열저항 텅스텐 보트를 사용하여 증발되도록 하였다. SnO₂ 박막 증착을 위해 사용되어진 기판은 76 mm × 26 mm 크기의 soda lime glass를 사용하였으며, 기판의 세척은 메탄올에 10분간 초음파 세척을 한 후 고순도 질소 가스로 블로잉 하였다. 초기 진공도는 로터리 펌프로 약 10⁻³ mbar 까지의 진공도를 만든 다음 터보 분자 펌프를 이용하여 8 × 10⁻⁶ mbar를 얻었다. 기판과 텅스텐 보트 사이의 거리는 약 15 cm로 하여 박막을 증착하였고, 균일한 박막이 형성될 수 있도록 증착시간 동안 기판 홀더를 회전시켰다. 기판의 온도는 열선에 의한 복사열을 이용해 기판 홀더에 200 °C의 온도가 유지되도록 하였다. 또한 RF-bias를 기판에 인가할 수 있도록 하였으며, 인가된 RF-bias는 -60 V로 고정하여 박막을 증착하였다. SnO₂ 박막을 제조하기 위해 반응 가스인 oxygen과 첨가 가스로 사용되는 argon 가스의 혼합비를 변화시켜 박막을 제조하였고, 제조된 박막의 광학적·전기적

특성을 향상시키기 위해 산소 플라즈마 처리 공정을 도입하였다. 산소 플라즈마 처리가 박막특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 RF 플라즈마 반응기에서 작업진공도 6×10^{-3} mbar, 기판온도 200 °C에서 RF-power를 변화시키며, 30~90분 동안 처리하였다. 본 연구에서 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 probe를 이용해 측정하고, 광학적 특성은 UV-visible spectrophotometer를, 화학적 조성과 결합특성은 XPS를 이용하여 분석하였다.

3. 결과 요약

기판온도 200 °C, RF-power 30 W의 플라즈마 처리 조건으로 30~90분 동안 변화시키며 실험한 결과, 60분 이상의 처리시간에서는 비저항이 다시 증가됨을 보이는데 60분 처리시간 이상의 거동에 대한 설명으로는, 일반적으로 플라즈마 처리시간이 길어짐에 따른 플라즈마 처리과정 동안의 표면오염이나 장시간 플라즈마처리에 의한 SnO₂ 박막의 표면손상 등을 고려할 수 있다. 기판온도 200 °C, 처리시간을 30분, 60분으로 고정하고, RF-power를 30 W ~ 50 W로 변화시키며 실험한 결과 40 W 이상의 RF-power에서 비저항이 다시 증가됨을 보이는데 40 W 이상의 power에서 에칭에 의한 막의 표면손상이 있음을 알 수 있다. SnO₂ 박막의 산소 플라즈마 처리에 의한 광 투과도 변화를 조사한 결과 200 °C, 30 W, 30분의 조건에서 약 10 % 정도 향상된 광 투과도를 얻을 수 있었다. XRD를 이용한 박막의 결정상을 조사 결과 같은 온도의 annealing 에 의한 것 보다 더 좋은 결정성장을 갖는 SnO₂ 박막을 얻을 수 있었다. 본 연구에서는 200 °C에서 60분 정도의 산소 플라즈마 처리하여, 일반적인 방법으로 annealing 한 박막보다 우수한 SnO₂ 박막을 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. H. K. Jang, Ph.D. Thesis, University of Korea (1999)
2. P. Nath and R. F. Bunshah, Thin Solid Films, 69, 63-68 (1980)
3. H. De Wall and F. Simonis, Thin Solid Films, 77, 253 (1981)