

O₃-MOCVD로 제조된 산화주석박막 Tin Oxide Films Prepared by Ozone Assisted-MOCVD

김용준, 배정운, *송국현, *박정일, *박광자, 박용관
성균관대학교, *국립기술품질원

1. 서론

투과성 전도막(transparent conducting oxide;TCO)으로 매우 폭 넓게 사용되고 있는 물질로는 indium-tin-oxide(ITO), tin oxide(TO), 그리고 zinc oxide(ZO) 등이 있다. 이 중에서 TO(SnO₂)는 화학적 안정성이 가장 높을 뿐만 아니라 적절한 첨가물을 첨가할 경우 우수한 전기적특성, 비저항 ($10^{-4} \sim 10^{-3} \Omega \text{cm}$), 그리고 높은 투과율(T>80%) 뿐만아니라 경제성등 많은 이점들을 가지고 있어 이에 대한 관심이 증대되어 왔다. 본 연구에서는 산화주석막을 증착함에 있어, 연구의 목적이 기판의 대면적화이므로, 대면적 박막 증착시 경제적 이점을 가진 MOCVD법을 이용하였다. 또한 기판온도를 낮추는데 많이 사용되어지는 오존을 사용하여 [1,2] 산화주석박막을 증착하였고, 오존이 박막의 전기적, 광학적 특성에 미치는 영향을 알아 보았다.

2. 실험방법

산화주석박막은 LPCVD장치에서 원료물질로 TMT(Sn(CH₃)₄), 순수산소, 그리고 오존이 함유된 산소를 사용하여 soda-lime-silicate(SLS)glass 위에 증착되었다. TMT의 응고를 방지하기 위하여 MFC와 TMT 용기에 연결된 가스 line은 상업용 온도 조절장치에의해 약 40℃의 온도로 일정하게 유지하였으며 TMT 용기 또한 항온조를 사용하여 23℃로 유지하였다. 위의 두 조절된 온도 유지의 결과로 TMT의 적당한 증기압이 유지될 수 있었다. 산소는 TMT와 함께 shower head로 유입되었으며, 펌프로부터 나온 오존은 600℃로 유지된 furnace를 통과함으로써 제거 되었다. 산소(또는 오존이 함유된 산소)와 TMT의 유량은 각각 100~500sccm, 그리고 6~14sccm 였다.

증착된 각 산화주석막의 박막 특성은 다음과 같은 tools에 의해 평가 되었다. 막의 두께는 α -step을 사용하여 측정하였고, 산화주석막의 식각은 50%염산과 아연 powder로 하였다. 막의 성분 분석은 X-ray photoelectron spectroscopy(XPS)로 분석하였다. 결정성 및 구조적 특성 분석은 X-ray diffractometry(XRD)으로 하였다. 비저항, 캐리어 농도, 그리고 이동도와 같은 막의 전기적 특성의 측정은 Hall 측정장비를 이용하였다. 또한 광학적 투과도 측정에는 UV-spectrophotometer 장비를 사용하였다.

3. 결과 요약

Transparent conductive. Dioxide thin films이 기판온도 250~450°C에서 증착되었다. 순수 산소 대신 오존을 사용한 경우, 같은 두께의 박막을 얻는데 있어 기판온도를 150°C을 낮출 수 있을 뿐 아니라 SnO₂ 박막이 증착되는 최저 온도가 150°C 낮아졌다. 오존이 포함된 산소를 사용하면 활성산소가 Sn(CH₃)₄을 분해시키는 열적에너지 조건하에서 증착이 가능하다. 또한 기판온도가 증가함에 따라 오존이 충분히 공급된다면 증착두께는 매우 크게 증가하며, 이는 같은 기판온도에서 산소속에 포함된 오존을 2.96~5.1mol% 까지 증가시킴에 따라 증착두께가 거의 선형적으로 증가한 결과와 같은 맥락을 이룬다.

O₃-MOCVD로 증착된 박막내 O/Sn ratio는 1.31~1.46으로 매우 낮고, 이것으로 산소 vacancy가 많음을 알 수 있다. O₂-SnO₂의 mobility가 0.4~2.5 Vs/cm, 비저항이 10⁻¹ ~ 10⁻² Ωcm 인것에 비해 O₃-SnO₂의 이동도는 10.5~13.7 Vs/cm, 비저항이 10⁻² ~ 10⁻³ Ωcm을 각각 갖는 이유를 위의 결과에서 찾을 수 있다.

참고문헌

- 1) T.I.Ishida, O.Tabata, J.I.Park, S.H.Shin, H.Magara, S.Tamura, S.Mochizuki, and T.Mihara, Thin Solid Films 281-282 (1996) 228
- 2) A.Yamada, W.Wenas, M.Yoshino, M.Konagai, and K.Takahashi, jpn.J.Appl.Phys., 30 (1991) L1152.