

Zinc tin oxide 비정질 산화물 반도체 박막에 대한 Ga 도핑 영향

김혜리^{1,2}, 김동호¹, 이건환¹, 송풍근²

¹한국기계연구원 부설 재료연구소 (KIMS), ²부산대학교

산화물 반도체는 넓은 밴드갭을 가지고 있어 가시광에서 투명하며 높은 이동도로 디스플레이 구동 회로 집적에 유리하다. 또한 가격 및 공정 측면에서도 기존의 Si 기판 소자에 비해 여러 장점을 가지고 있어 차세대 디스플레이의 핵심 기술로 산화물반도체에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 연구는 RF 동시 스퍼터링법을 이용하여 Zn-Sn-O 박막을 제조하고, 그 전기적, 광학적, 구조적 특성에 대해 조사하였다. 일정한 증착 온도(100°C)에서 ZnO와 SnO₂ 타겟의 인가 파워를 조절하여 Sn/(Zn+Sn) 성분비가 약 40~85%인 Zn-Sn-O 박막을 제조하였다. Sn 함량이 증가할수록 박막의 비저항은 약 2×10^{-1} (Sn 45%)에서 약 $2 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ (Sn 67%)까지 감소하다가 다시 증가하는 경향을 보였다. 이 때 캐리어 농도는 3×10^{18} 에서 $4 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 으로 증가하였으며, 이동도는 11에서 $8 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 로 약간 감소하였다. XRD분석결과, 제조된 모든 Zn-Sn-O 박막은 비정질 구조를 가짐을 확인하였다. 투과율은 박막 내 Sn함량 증가에 따라 감소하나 모든 시편이 약 70%이상의 투과도를 나타내었다. Zn-Sn-O 박막의 Ga 도핑 영향을 확인하기 위해 ZnO 타겟 대신 갈륨이 5.7 wt.% 도핑된 GZO 타겟을 사용하여 동일한 공정조건에서 박막을 제조하였다. Ga이 첨가된 Zn-Sn-O 박막은 구조적 특성과 광학적 특성에서는 큰 차이를 보이지 않았으나, 전기적 특성의 뚜렷한 변화가 관찰되었다. Sn 함량이 45%인 Zn-Sn-O 박막의 경우, 캐리어 농도가 3.1×10^{18} 에서 Ga 도핑 효과로 인해 $1.7 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 으로 크게 감소하고 이동도는 11에서 $20 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 로 증가하였다. 따라서 본 연구는 Zn-Sn-O 비정질 박막에 Ga을 도핑함으로써 산화물 반도체재료로서 요구되는 물성을 만족시킬 수 있다는 가능성을 제시하였다.