

상온에서 제작된 다결정 인듐갈륨 산화물(IGO) 투명 박막트랜지스터 제조 및 특성 연구

조광민, 정연후, 이준형, 김정주, 허영우

경북대학교 신소재공학부

최근 디스플레이 기술은 급속도로 발전해 가고 있다. 정보화 기술의 발전으로 언제 어디서나 쉽게 정보를 얻을 수 있는 유비쿼터스 시대로 접근하고 있으며, 후대가 간편하고 이동성을 가진 휴대용 기기가 인기를 끌고 있다. 이에 따라 더 얇고 더 가벼우며 휴대하기 쉬운 디스플레이가 요구 되고 있고, 더 나아가 떨어뜨려도 깨지지 않고 유연하며, 디자인 변형이 자유로우며, 때론 종이처럼 접거나 휘어지거나 두루마리처럼 말을 수 있는 이른바 “플렉서블 디스플레이”에 대한 필요성이 점점 대두되고 있다. 이러한 첨단 디스플레이의 핵심 소자 중 하나는 산화물 박막 트랜지스터 이다. 산화물 반도체는 넓은 밴드갭을 가지고 가시광선 영역에서 투명하며, 높은 이동도를 가지고 있어 차세대 평판디스플레이, 투명디스플레이 및 플렉서블 디스플레이용 박막트랜지스터(TFT)를 위한 채널층으로써 광범위하게 연구되고 있다. 하지만 현재 대부분의 산화물 박막 트랜지스터 제조 공정은 고온에서의 열처리를 필요로 한다. 고온에서의 열처리 공정은 산화물 박막의 제조 공정 단가를 증가시키는 문제점이 있으며, 산화물 박막이 형성되는 기판의 녹는점이 낮은 경우에는 상기 기판의 변형을 가져오므로(예를 들면, 플라스틱 기판, 섬유 기재 등), 상기 산화물 박막이 적용되는 기판의 종류에 제한이 생기는 문제점이 있었다. 이에 플렉시블 디스플레이 등을 위해서는 저온공정이 필수로 선행 되어야 한다. 산화물 TFT는 당초, ZnO계의 재료가 연구되었지만 2004년 말에 Hosono 그룹이 Nature지에 “IGZO (In, Ga, Zn, O)”을 사용한 TFT를 보고한 이후 IGZO, IZO, ISZO, IYZO, HIZO와 같은 투명 산화물반도체가 TFT의 채널 물질로써 많이 거론되고 있다. 그 중에서 인듐갈륨 산화물(IGO)는 삼성분계 n-형 산화물 반도체이고, 채널 이동성이 좋고 광투과도가 우수해 투명 TFT에 매우 유용하게 사용할 수 있다. 이 실험에서 우리는 인듐갈륨 산화물 박막 및 트랜지스터 특성 연구를 진행하였다. 인듐갈륨 산화물 박막은 상온에서 rf-magnetron sputtering법을 사용하여 산소분압 1~10%에서 증착 되었다. 증착된 인듐갈륨 산화물 박막은 cubic In_2O_3 다결정으로 나타났으며, 2차상은 관찰 되지 않았다. 산소분압이 10%에서 1%로 변함에 따라 박막의 전도도는 $2.65 \times 10^{-6} \text{S/cm}$ 에서 5.38S/cm 범위에서 조절되었으며, 이를 바탕으로 인듐갈륨 박막을 active층으로 사용하는 bottom gate 구조의 박막트랜지스터를 제작 하였다. 인듐갈륨산화물 박막트랜지스터는 산소분압 10%에서 on/off 비 $\sim 10^8$, field-effect mobility $24 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{S}$ 를 나타내며 상온에서 플렉서블용 고 이동도 소자 제작의 가능성을 보여준다.

Keywords: 산화물 박막트랜지스터, 인듐갈륨 산화물, 상온 트랜지스터