

TW-P020

Yttrium 도핑 IGZO 채널층을 적용한 TFT 소자의 전기적, 안정성 특성 개선

김도영, 송풍근

부산대학교

Thin-film transistors (TFTs)의 채널층으로 널리 쓰이는 indium-gallium-zinc oxide (IGZO)는 높은 전자 이동도(약 10 cm²/Vs)를 나타내며 유기 발광 다이오드디스플레이(OLED)와 대면적 액정 디스플레이(LCD)에 필수적으로 사용되고 있다. 하지만, 이러한 재료는 우수한 TFT의 채널층의 특성을 가지는 반면, ZnO 기반 재료이기 때문에 소자 구동에서의 안정성은 가장 큰 문제로 남아있다. 따라서 최근, IGZO layer의 특성을 향상시키기 위한 연구가 다양한 방법으로 시도되고 있다. IGZO의 조성비를 조절하여 전기적 특성을 최적화하거나 IGZO layer의 조성 중 Ga를 다른 금속 메탈로 대체하는 연구도 이루어지고 있다. 그러나 IGZO에 미량의 도펀트를 첨가하여 박막 특성 변화를 관찰한 연구는 거의 진행되지 않고 있다. 산화물 TFTs의 전기적 특성과 안정성은 산소 함량에 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있으며, 더욱이 TFT 채널층으로 쓰이는 IGZO 박막의 고유한 산소 공공은 디바이스 작동 중 열적으로 활성화 되어 이온화 상태가 될 때 소자의 안정성을 저하시키는 것이 문제점으로 지적되고 있다. 그러므로 본 연구에서는 낮은 전기 음성도(1.22)와 표준전극전위(-2.372 V)를 가지며 산소와의 높은 본드 엔탈피 값(719.6 kJ/mol)을 가짐으로써 산소 공공생성을 억제할 것으로 기대되는 yttrium을 IGZO의 도펀트로 도입하였다. 따라서 본 연구에서는 Y-IGZO의 박막 특성 변화를 관찰하고자 한다.

본 연구에서는 magnetron co-sputtering법으로 IGZO 타겟(DC)과 Y2O3 타겟(RF)를 이용하여 기판 가열 없이 동시 방전을 이용해 non-alkali glass 기판 위에 증착 하였다. IGZO 타겟은 DC power 110 W으로 고정하였으며 Y2O3 타겟에는 RF Power를 50 W에서 110 W까지 증가시키면서 Y 도핑량을 조절하였다. Working pressure는 고 순도 Ar을 20 sccm 주입하여 0.7 Pa로 고정하였다. 모든 실험은 50 × 50 mm 기판 위에 총 두께 50 nm±2 박막을 증착 하였으며, 그 함량에 따른 전기적 특성 및 광학적 특성을 살펴보았다. 또한, IGZO 박막 제조 시 박막의 안정화를 위해 열처리과정은 필수적이다. 하지만 본 연구에서는 열처리를 진행하지 않고 Y-IGZO의 안정성 개선 여부를 보기 위하여 20일 동안 상온에서 방치하여 그 전기적 특성변화를 관찰하였다. 나아가 Y-IGZO 채널 층을 갖는 TFT 소자를 제조하여 소자 구동 특성을 관찰 하였다.

Y2O3 타겟에 가해지는 RF Power가 70 W 일 때 Y-IGZO박막은 IGZO박막과 비교하여 상대적으로 캐리어 밀도는 낮은 반면 이동도는 높은 최적 특성을 얻을 수 있었다. 상온방치 결과 Y-IGZO박막은 IGZO박막에 비해 전기적 특성 변화 폭이 적었으며 이것은 Y 도펀트에 의한 안정성 개선의 결과로 예상된다. 투과도는 Y 도핑에 의하여 약 1.6 % 정도 상승하였으며 밴드 갭 내에서 결함 준위로 작용하는 산소공공의 억제로 인한 결과로 판단된다.

Keywords: IGZO, Yttrium, TFT

TW-P021

Zr 도핑 및 열처리 온도에 따른 용액 공정 기반 ZTO:Zr 트랜지스터의 특성 연구

김상섭¹, 최병덕^{1*}

¹성균관대학교 정보통신대학

본 연구에서는 Zr을 첨가한 용액 공정 기반 ZTO:Zr 산화물 반도체 제작 및 열처리 온도에 따른 트랜지스터의 특성 변화를 분석하였다. Zn:Sn=4:7 비율로 고정하고, Zr (0~1%) 비율에 따른 도핑과 열처리 온도(350~550°C)를 가변하였다. 실험 결과, Zr의 비율이 증가할수록 전류와 이동도가 감소하였고, 문턱전압이 양의 방향으로 이동하는 것을 확인하였다. Zr는 SEP (Standard Electrode Potential)가 -1.45로 Zn (-0.76), Sn (-0.13) 보다 작아 금속과 산소의 결합을 증가시키며, 또한 밴드갭이 ~7 eV로 다른 금속 보다 높아 산소와 결합력이 높다. 이러한 요인은 산화물 내의 산소 원자 결함(Oxygen vacancy)을 감소시킨다. 반대로 열처리 온도가 높아질수록 탈 수산화(Dehydroxylation)로 인한 산소 원자 결함이 증가시켜, Zr 도핑 효과와 반대 경향을 보인다. 실험 결과를 통해 Zr:Zn:Sn=0.5:4:7의 비율과 550°C 열처리 조건에서 문턱전압과 이동도, 아문턱 스윙, 전류 온오프 비(Ion/Ioff)가 각각 0.68V, 0.18 cm²/Vs, 1.06 V/dec, 1.6×10.6의 특성을 확인하였다.

Keywords: ZTO:Zr, 용액 공정, TFT, oxygen vacancy, 열처리