A Study for Electrical Properties of Organic-Inorganic Hybrid TFT on Surface Treated Organic Gate Insulator by O_2 Plasma

공수철[1,*], 최진은[1], 정우호[2], 최용준[3], 전형탁[2], 박형호[3], 류상욱[1], 장호정[1,*]
(1) 단국대학교, 전자공학과, (2) 한양대학교, 신소재공학과, (3) 연세대학교, 세라믹공학과

초 록: LCD, OLED 등의 평판디스플레이와 RFID tag, smart card 등의 구동 소자 등 넓은 산업 분야에 적용하기 위하여 PVP 유기물과 병합된 ZnO 산화물을 이용하여 차세대 박막트랜지스터의 제작 공정과 전기적 특성을 조사하였다. 또한 제작된 박막트랜지스터의 전기적 특성을 향상시키기 위하여 유, 무기 박막의 특성을 분석하고, O_2 plasma 처리를 통하여 유-무기 박막간 계면 접합력 및 계면 효과의 변화특성이 OITFT 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

1.서론

급속히 발전하는 차세대 디스플레이와 광전 소자 분야의 폭넓은 응용을 위하여 최근 들어 ZnO 이용한 박막트랜지스터(Thin Film Transistor, TFT)에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 ZnO 산화물을 이용한 박막트랜지스터는 높은 전계 이동도(mobility)와 전류 점멸비($I_{on/off}$ ratio)의 특성을 갖을 수 있기 때문에 구동소자로의 응용 연구가 진행되고 있다. 또한 ZnO 산화물은 제조 공정에 따라서 투명 전도막, 반도체 채널 등 다양한 응용이 가능한 장점과 박막형으로 제조가 가능하기 때문에 차세대 전자소자로의 적용에 유리한 장점을 지니고 있다. 본 연구에서는 차세대 전자소자의 구동소자로의 적용을 위하여 플렉서블 전자소자에 적용이 쉽고 간단한 공정으로 제작이 가능한 유기물과 높은 전기적 특성을 갖는 무기물의 장점을 고려하여 gate insulator로 PVP(Poly-4-vinylphenol) 유기물 사용하고, channel로 ZnO(Zinc Oxide)를 적용한 유-무기 복합트랜지스터(Organic-Inorganic Hybrid Transistor, OITFT)를 제작하여 전기적 특성을 조사하였다. 또한 제작된 OITFT의 특성을 향상시키기 위하여 유기 gate insulator와 ZnO channel 박막의 특성을 분석하여 최적의 박막 제작 조건을 조사하였다. 특히 접촉각 측정을 통하여 유기 gate 박막과 무기 gate 박막의 표면 개질을 분석하고 유-무기 박막간 계면(interface) 접합력 및 계면 효과의 변화가 OITFT 소자의 전기적 특성에 미치는 영향에 대하여 조사하였다.

2.본론

유기 게이트 절연막으로 cross-linked PVP와 무기 채널막으로 ZnO(zinc oxide)를 이용하여 유-무기 복합 트랜지스터를 제작하였다. Cross-linked PVP 유기 절연막은 스핀코팅법으로 200 ℃ 에서 30분간 열처리를 통해 400 nm의 두께로 형성하였다. 무기 채널막으로 ZnO는 높은 채널 이동도와 광학적 투과성을 가지고 있으며, ALD 저온 공정을 통하여 박막을 증착하였다.[1-2] ALD 공정을 통한 ZnO 박막은 100 ℃에서 300 cycle 동안 1.8~2Å/sec의 rate로 약 60 nm의 두께로 형성하였다. PVP 유기 박막의 전기적 특성은 leakage current 특성과 정전용량을 측정하여 최적화하였고, ZnO 무기 박막은 hall 측정을 통하여 채널에 적합한 공정 조건을 확립하여 OITFT 소자를 제작하여 전기적 특성을 조사하였다. 또한 접촉각 측정을 통하여 각 박막의 표면 개질을 확인하고, 소수성(hydrophobic)을 나타내는 PVP 유기 박막에 O_2 plasma 처리를 통하여 ZnO 무기 박막과 동일한 친수성(hydrophile)의 표면으로 표면 개질을 변화한 후 동일한 조건으로 소자를 제작하여 표면 개질의 변화가 OITFT 소자의 전기적 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 표 1에는 PVP 유기 게이트 절연막의 표면 개질을 변화시키기 위한 O_2 plasma 처리 조건을 나타내었다.

표 1. O_2 plasma 처리 조건

O_2 pressure	Time	RF power
30 sccm	30 sec	30 W
30 sccm	30 sec	40 W
30 sccm	30 sec	50 W

3.결론

PVP 유기물과 ZnO 무기물의 전기적 특성을 분석하여 최적의 조건을 조사하여 이를 이용하여-뮤기 복합 트랜지스터(OITFT)를 제작하여 전기적 특성을 조사하였다또한 유기물과 무기물의 표면 개질을 분석하여 O2 plasma 처리를 통하여 박막의 개질 변화가OITFT 소자의 특성에 미치는 영향을 조사하였다Plasma를 처리하지 않은 소자의 경우 전계이동도는0.03 cm^2/Vs, 전류점멸비는 10으로 나타났으며, plasma 처리를 표면 개질을 변화한 경우 전계이동도와 전류점멸비는0.16 cm^2/Vs과 10^3으로 특성이 향상됨을 알 수 있었다

참고문헌

[1] J. A. Rogers, Z. Bao, J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem. 40, 3327 (2002).
[2] T. W. Kelly, P. F. Baude, C. Gerlach, D. E. Ender, D. Muyres, M. A. Haase, D. E. Vogel, S. D. Theiss, Chem. Mat. 16, 4413 (2004).