

Bottom Gate IGZO 박막트랜지스터를 이용한 투명 AMOLED 패널 제작

조두희, 양신혁, 변준원, 신재현, 이정익, 박은숙, 권오상, 황치선, 추혜용, 조경익
한국전자통신연구원 투명전자소자팀

AMOLED Panel Using Transparent Bottom Gate IGZO TFT

D. H. Cho, S. H. Yang, C. W. Byun, J.-H. Shin, J. I. Lee, E. S. Park, O. S. Kwon, C. S. Hwang, H. Y. Chu, K. I. Cho
Transparent Electronics Team, Electronics and Communications Research Institute.

Abstract : We have examined post-annealing and passivation for the transparent bottom gate IGZO TFT having an inverse co-planar structure. The oxygen-vacuum two step annealing enhanced the field effect mobility up to $18 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ and the sub-threshold swing down to $0.2\text{V}/\text{dec}$. However, the hysteresis and the bias stability problems could not be solved just by post-annealing. Thus, we have passivated the bottom gate IGZO TFTs with organic and inorganic materials. Ga_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 and some polymer materials were effective materials for passivations. The hysteresis and the stability of the TFTs were remarkably improved by the passivations. We have manufactured the AMOLED panel with the transparent bottom gate IGZO TFT array successfully.

Key Words : TFT, transparent, IGZO, AMOLED

1. 서 론

스마트 창과 같이 정보의 입출력이 가능한 투명한 전자 소자에 대한 관심이 최근 높아지고 있다. 투명한 전자소자를 이용한 전자기기의 핵심 소자로 투명한 박막트랜지스터를 들 수 있다. [ZnO], [In-Zn-O], [Zn-Sn-O], [In-Ga-Zn-O]를 비롯한 투명한 산화물 반도체를 이용한 투명 박막트랜지스터는 널리 연구 되고 있다. IGZO는 화학적으로 안정하지 못하여 상부 게이트형 박막트랜지스터 소자로 제작하면 게이트 절연체 공정 또는 후열처리 공정에서 활성층 특성이 변화할 위험이 있다. 따라서 IGZO를 이용한 박막트랜지스터는 활성층이 마지막에 증착되는 하부 게이트 구조가 바람직하다 하겠다. 하부 게이트 구조를 가진 IGZO 박막트랜지스터는 공정 중의 변질될 위험은 없으나 활성층이 외부 환경에 노출되어 있으므로 패시베이션 막으로 보호해야 할 필요가 있다. 본 연구에서는 하부 게이트 구조의 IGZO 박막트랜지스터에서 무기 및 유기 재료를 이용한 패시베이션 효과에 대해서 살펴보고 하부 게이트 IGZO 박막트랜지스터 어레이를 백 플레인으로 사용하여 제작한 AMOLED 패널에 대해 소개한다.

2. 실험

하부 게이트 IGZO 박막트랜지스터는 그림1과 같은 구조로 제작되었다. 소스/드레인과 게이트 전극은 ITO를 이용하였고 게이트 절연층은 150 nm 두께의 Al_2O_3 를 사용하였다. ITO 전도막은 스퍼터링으로 제작하였고 Al_2O_3 는 ALD

방법으로 증착하였다. 패시베이션 용의 박막은 알루미늄과 페릴렌, 포토레지스트 폴리머를 이용하였고 알루미늄은 ALD 방법으로 페릴렌은 열증착법으로 포토레지스트는 스펀 코팅 후 열처리하는 방법으로 성막하였다. 모든 패터닝 공정은 포토리소그라피 방법과 습식식각법으로 이루어졌다.

3. 결과 및 고찰

그림2에 본 연구에서 제작한 하부 게이트 IGZO TFT의 특성을 나타내었다. 그림2는 패시베이션 전의 트랜스퍼 특성 곡선으로 300°C 산소분위기에서 30분, 250°C 진공에서 1시간 열처리한 것이다. 측정된 이동도는 $18.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, 서브-스레스홀드 스윙은 $0.25\text{V}/\text{dec}$, 문턱전압은 8.5 V 이고 온-오프 전류비는 10^8 이상이였다. 특성은 비교적 우수하나 그림에 나타낸 바와 같이 비교적 히스테리시스가 큰 단점이 있다. 그림 3은 상기와 동일한 조건으로 제작된 IGZO TFT 소자 위에 알루미늄으로 패시베이션 한 소자의 트랜스퍼 특성 곡선이다. 그림에서 알 수 있듯이 히스테리시스 문제가 없어졌다. 그러나 스윙 값이 커지고 이동도가 $13.6 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 로 낮아졌으며 온전압이 네가티브 방향으로 크게 이동하는 문제가 발생하였다. 그림 4는 유기 폴리머인 페릴렌으로 패시베이션을 실시한 소자의 특성 곡선이다. 알루미늄으로 패시베이션 한 경우와 달리 온전압이 거의 0 V 에 가깝게 형성되고 이동도와 스윙의 열화도 거의 없었다. 이렇게 폴리머 패시베이션 한 하

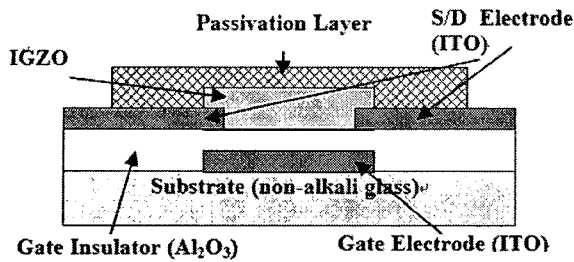


그림 1. 하부게이트 IGZO TFT 구조 개략도.

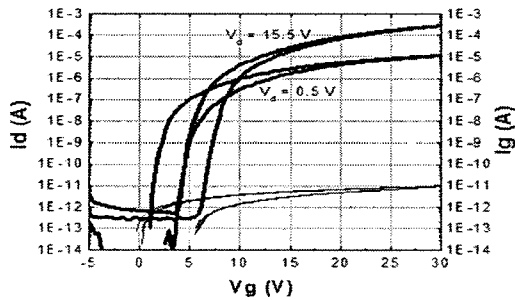


그림 2. IGZO TFT의 열처리 후 특성 곡선.

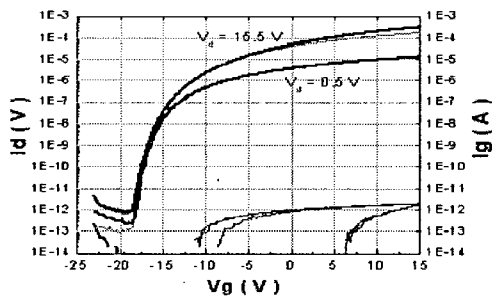


그림 3. Al2O3 패시베이션 후 IGZO TFT의 특성 곡선.

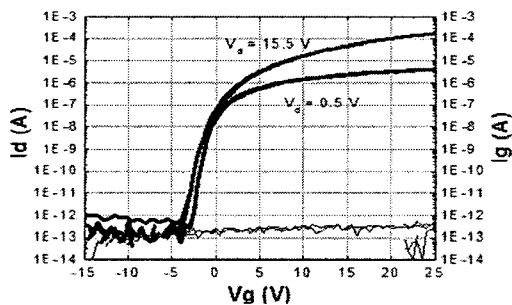


그림 4. 페릴렌 패시베이션 후 IGZO TFT의 특성 곡선.

부 게이트 IGZO TFT는 안정성도 향상 되는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 여러 가지 폴리머 패시베이션에 대한 연구를 거쳐 특수 포토레지스트 폴리머를 이용하여 별도의 식각공정 없이 바로 패시베이션 막에 컨택트 홀을 형성하고 AMOLED 패널을 제작할 수 있는 공정을 개발하였다. 그림5는 이와 같이 포토레지스트 막을 패시베이션 및 OLED 평탄층으로 사용하여 제작한 AMOLED 패널의 테스트 TFT 패턴의 특성 곡선을 보여 준다. 약간의 히스

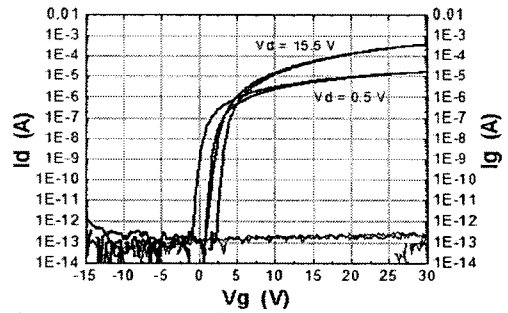


그림 5. AMOLED 패널 테스트 패턴 TFT의 특성 곡선.

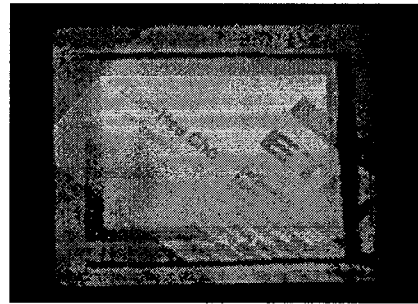


그림 6. 하부 게이트 IGZO TFT를 이용한 AMOLED 패널.

테리시스는 남아 있으나 스윙과 전류값이 우수함을 알 수 있다. 그림6은 제작된 AMOLED 패널의 정등 후의 모양을 나타내고 있다. 투명하면서도 OLED 발광이 균일하게 이루어짐을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 하부 게이트 구조의 IGZO 박막트랜지스터 소자가 유기 폴리머 패시베이션에 의하여 소자 특성의 열화 없이 안정되고 내구성이 향상되는 것을 고찰하였다. 또한 상기의 박막트랜지스터 어레이를 백플레인으로 하여 AMOLED를 성공적으로 제작하였다.

감사의 글

본 연구에 도움 주신 나노신소재에 감사를 드립니다. 본 연구는 구 정보통신부 지원에 의해 이루어졌습니다.

참고 문헌

- [1] C. W. Byun, C. S. Hwang, S. H. Ko Park, J. H. Shin, M. Ryu, S. H. Yang, J. I. Lee, D. H. Cho, W. S. Cheong, S. M. Yoon, H. Y. Chu and K. I. Cho, IDW'07 AMD9-4L, (2007) 1787
- [2] P. Barquinha, A. Pimentel, A. Marques, I. Pereira, R. Martins, and E. Fortunato, J. Non-Cryst. Solids 352, (2006) 1749.
- [3] P. Görrn, P. Hölzer, T. Riedl and W. Kowalsky, J. Wang, T. Weimann, and P. Hinze, S. Kipp, Appl. Phys. Lett. 90, (2007) 063502.
- [4] K. Nomura, H. Ohta, A. Takagi, T. Kamiya, M. Hirano, H. Hosono, Nature 432(2004) 488