

고분자 완충층을 이용한 유기박막트랜지스터

최학범*, 형건우**, 박일홍*, 황선욱*, 김영관*
홍익대학교 정보디스플레이공학과*, 홍익대학교 신소재공학과**

Organic Thin-Film Transistors with Polymer Buffer Layer.

Hak-Bum Choi*, Gun-Woo Hyung**, Il-Houng Park*, Seon-Wook Hwang* and Young-Kwan Kim*

*Dept. of Information Display, Hongik University, Seoul, Korea

**Dept. of Materials Science and Engineering, Hongik University, Seoul, Korea

Abstract : We fabricated a pentacene thin film transistor with Poly-vinylalcohol (PVA) as a dielectric. And we used Poly(9-vinylcarbazole) (PVK) as a buffer layer to improve the electrical characteristics. PVK is a material used often host material for OLED device, as it has good film forming properties, large HOMO-LUMO(highest occupied molecular orbital-lowest unoccupied molecular orbital) bandgap. The performance of a OTFT device with PVA gate dielectric was improved by using the PVK. Field effect mobility, threshold voltage, and on-off current ratio of device with PVK layer were about $0.6 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, -17V , and 5×10^5 , respectively.

Key Words : Organic thin-film-transistors(OTFTs), Pentacene, PVA, PVK

1. 서론

최근 여러 해 동안 유기물을 이용한 소재의 개발과 이를 이용한 다양한 응용 연구 등이 매우 활발하게 진행되어 왔다. 특히, AM-OLED 패널의 상용화가 이루어지면서 이러한 관심은 더욱 증대되었다. 유기 박막트랜지스터(OTFT ; Organic Thin Film Transistors)는 기존의 트랜지스터와 달리 유기물을 사용하여 만든 트랜지스터로, 가볍고, 구부릴 수 있으며, 용액 공정의 사용 등으로 저비용 제작이 가능하다. 이에 따라 대면적의 전기제품, RFID, 센서, flexible 디스플레이 등에 많은 관심을 기울이고 있다.[1,2] OTFT는 아직까지 게이트 절연체로 SiO_2 와 같은 무기물을 이용한 OTFT 연구가 많이 진행되고 있는데, 이와 같은 무기물을 flexible 디스플레이 등에 적용하기에는 한계가 있고 유기물의 이점을 살리기에는 충분하지 못하다. 따라서, 우리는 전극을 제외한 모든 박막층을 유기물로 구현하기 위하여 게이트 절연층으로 고분자 물질을 도입하였다. 고분자 물질은 Poly-vinylalcohol (PVA)와 Poly(9-vinylcarbazole) (PVK)를 사용하였다. PVA는 유전상수 값이 크고, 감광성 물질이며, 용매로 증류수를 사용하기 때문에 flexible 디스플레이에 쓰일 OTFT 제작에 유용하다. 그리고 Poly(9-vinylcarbazole) (PVK)는 박막 형성이 잘 되고, HOMO-LUMO 밴드갭이 큰 물질로 계면특성 향상을 위해 사용하였다.

2. 실험

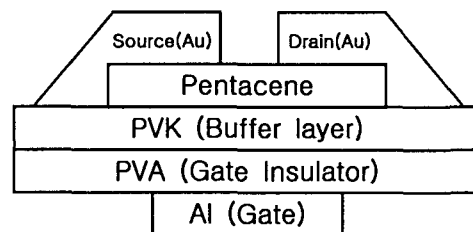


그림 1. OTFT 소자 구조.

그림 1은 본 논문에서 사용한 소자의 구조이다. 완충층으로 사용한 PVK의 영향을 알아보기 위하여 두개의 소자를 만들었다. 하나의 소자는 게이트 절연체로 PVA만 사용하였고, 다른 하나의 소자는 PVA 위에 PVK를 한층 더 올려서 두 소자를 비교하였다. 기판은 유리를 사용하였고, 그 위에 게이트 전극으로 알루미늄을 진공 증착하였다. 게이트 절연체 층으로 쓰일 PVA 용액은, PVA와 cross-linking을 위한 작용제인 Ammonium dichromate를 증류수에 첨가하여서 준비하였다. 준비한 PVA 용액을 스프인코팅 방법으로 알루미늄(Al)이 증착된 유리기판 위에 도포하였다. 스프인코팅후 cross-linking을 시켜주기 위하여 UV를 1분간 조사하여 주었다. 그 후 용매인 증류수를 제거하기 위하여 대류식 오븐을 이용하여 열처리를 하였다. 완충층인 PVK는 클로로포름(CHCl_3)을 용매로 하여 준비한 후, PVA와 마찬가지로 스프인코팅으로 PVA층 위에 도포하였다. PVK의 용매인 클로로포름(CHCl_3)은 휘발성이 매우 좋아서 10분의 시간동안만 진공오븐으로 열처리를 하였다. 활성층으로는 가장 많이 쓰이는 물질인 펜타센(pentacene)을 이용하여 진공 증착하였다. 진공 증착시 진공도는 $1.5 \times 10^{-6} \text{ torr}$ 를 유지하였고, 증착 속도는 0.3 \AA/s 로 하여

60nm 증착하였다. 소스(source)와 드레인(drain) 전극은 웨도우 마스크를 통하여 금(Au)을 60nm 진공 증착하였고, 이때의 채널 길이와 폭은 각각 100 μ m와 300 μ m로 하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2. 는 PVK층이 있는 소자와 PVK층이 없는 소자의 전기적 특성을 보여준다. PVK층을 완충층으로 사용한 소자가 그렇지 않은 소자보다 전기적 특성이 확연히 좋아지는 것을 확인할 수 있다.

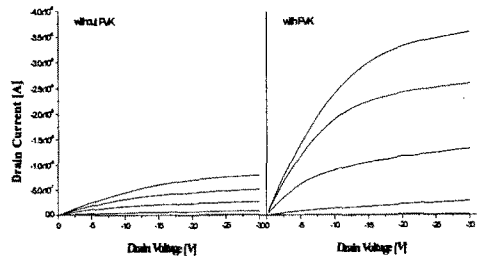
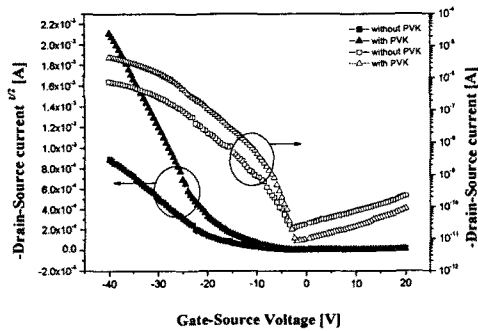


그림 2. PVK층이 있는 소자와 그렇지 않은 소자의 전기적 특성

PVK 완충층을 사용하지 않은 소자의 경우 문턱전압, 정렬비, 전계효과 이동도는 각각 -16V, 3.6×10^4 , $0.07 \text{cm}^2/\text{Vs}$ 의 결과를 얻었고, 완충층을 사용한 소자의 경우 -17V, 5×10^5 , $0.6 \text{cm}^2/\text{Vs}$ 의 결과가 나왔다. 펜타센을 활성층으로 사용하는 유기박막트랜지스터는 절연체와 활성층간의 계면특성에 따라 성능에 많은 변화가 생긴다. 그림 3.은 Cross-linked PVA와 PVK의 접촉각을 보여주고 있는데, PVA의 경우 접촉각이 약 57° 이며, PVK는 약 86° 이다.

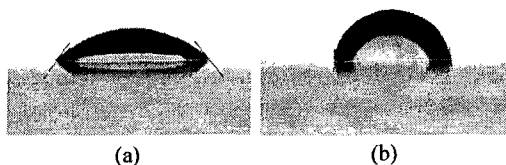


그림 3. PVA(a)와 PVK(b) 층의 접촉각

이것은 PVK가 훨씬 더 소수성을 띠는 물질임을 알려주고 있다. 활성층으로 사용되는 펜타센의 경우 분자들의 배열이 고르고, 그것들이 수직으로 일어나 있을수록 제작된 OTFT의 소자 특성이 향상된다. 따라서 PVK의 소수성 성질 때문에 PVK를 완충층으로 사용한 소자가 PVA만을 사용한 소자보다 펜타센 분자의 수직배열이 더 잘 나타나게 되고, 이는 소자의 특성 향상으로 이어졌다고 보여진다.

4. 결론

고분자 절연체를 사용하여 OTFT 소자를 제작한 후, 완충층인 PVK의 사용한 것과 그렇지 않은 소자를 비교하여 보았다. PVK는 박막 형성이 잘 되는 성질을 가지고 있어서 게이트 절연체인 PVA 위에서도 도포가 잘되며, 소수성을 띠는 물질이어서 활성층인 펜타센의 성장에 도움을 줘서 특성이 향상되는 결과를 얻었다. 또한, 유기물과 스퍼코팅 방법의 사용으로 비용절감의 효과도 가져올 수 있을 것이라 예상할 수 있다.

감사의 글

이 연구는 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 우수연구센터 사업 지원을 받아 수행된 연구입니다.(No. R11-2007-045-03001-0)

참고 문헌

- [1] C. D. Dimitrakopoulos and P. R. L. Malenfant, *Adv.Mat.* 14, (2002)
- [2] C. D. Dimitrakopoulos, D. J. Mascaro - *IBM J. Res. Dev.* 45, 11-27 (2001)
- [3] Sung Hun Jin, Jae Sung Yu, Chun An Lee, Jin Wook Kim, Byung-Gook Park and Jong Duk Lee, *J. Korean Phys.Soc.* 44, 181 (2004)
- [4] Ying Wang, Yunqi Liu, Yabin Song, Shanghui Ye, Weiping Wu, Yunlong Guo, Chong-an Di, Yanming Sun, Gui Yu and Wenping Hu, *Adv. Mater.* 20, 611 (2008)