

알루미늄 옥사이드를 절연층으로 이용한 유기박막 트랜지스터의 제작

최경민*, 형건우**, 김영관***, 조의식*, 권상직*

*경원대학교 전기전자공학과, **홍익대학교 신소재공학과,

***홍익대학교 정보디스플레이공학과

Effects of various deposition rate of Al₂O₃ gate insulator in OTFT

Kyung-Min Choi, Gun Woo Hyung, Young Kwan Kim, Eou Sik Cho, and Sang Jik Kwon

*Department of Electronic Engineering, Kyungwon Univ., **Department of Material Science and Engineering, Hongik Univ.,

***Department of Information Display, Hongik Univ.

Abstract : In this study, we fabricated of pentacene organic thin film transistor(OTFT), which used aluminum oxide for the gate insulator on glass substrate. Aluminum oxide for OTFTs was deposited on the gate layer by E-beam evaporation. aluminum oxide fabricated various deposition rate. In this case of the deposition rate of 0.1 Å, the fabricated aluminum oxide gate insulator OTFT showed a threshold voltage of -1.36V, an on/off current ratio of 1.9×10^3 and field effect mobility $0.023 \text{ cm}^2/\text{Vs}$.

Key Words : OTFT, Aluminum Oxide, Gate insulator, High-k

1. 서 론

유기 박막 트랜지스터(Organic Thin Film Transistor)는 제작 공정이 단순하며 제작 비용이 저렴하고 플렉서블 기판 적용 가능성, 대면적 적용 가능성 등 많은 장점을 가지고 있다. 지난 10년간 유기박막 트랜지스터에 대한 연구는 활발히 진행되어 왔으며 비약적인 진보가 있었다.[1] 최근의 유기 박막 트랜지스터 연구에서는 고 유전율을 가지고 있는 절연막을 이용한 디바이스 제작에 많은 연구가 이루어지고 있다.

유기 박막 트랜지스터의 특성은 액티브 층의 결정도에 의하여 많은 영향을 받으며, 결정도는 절연막의 표면 특성에 의해 영향을 받기 때문에 절연막 제작공정과 그 표면 상태의 최적화에 많은 연구가 되어지고 있다. 그 중 알루미늄 옥사이드는 다양한 분야에서 사용이 되어지고 있는 물질로서 고 유전율을 가지고 있으며 가격이 저렴하고 화학적 안정성이 우수하고 다른 박막과의 접착력이 큰 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 알루미늄 옥사이드를 게이트 절연막으로 이용한 펜타센 액티브 층의 유기 박막 트랜지스터를 제작하였으며, 알루미늄 옥사이드는 E-beam evaporator를 이용하여 증착하였다.

2. 실험

본 연구에서는 알루미늄 옥사이드를 게이트 절연막으로

이용하여 유기 박막 트랜지스터를 제작하였다. 그림1은 유기 박막 트랜지스터의 구조를 보여준다.

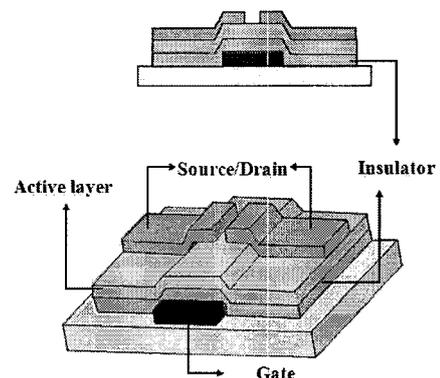


그림 1. 제작된 유기박막 트랜지스터의 구조.

유리 기판 위에 게이트층으로 알루미늄을 100 nm 두께로 증착하였으며, 그 위에 절연막으로 알루미늄 옥사이드를 E-Beam evaporator를 이용하여 10 nm 두께로 증착하였으며, 액티브 층으로 펜타센을 60 nm, 소스/드레인층은 (W/L = 3) 60nm 두께로 증착하였고 게이트, 펜타센과 소스/드레인은 thermal evaporator로 증착하였다. 게이트 절연막의 증착 속도는 0.1 Å/s와 0.3 Å/s로 하였으며 증착 속도 변화에 따른 알루미늄 옥사이드 막의 표면 특성 변화와 제작된 유기 박막 트랜지스터의 전기적 특성(I-V 곡선)에 미치는 영향을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 증착 속도에 따른 알루미늄 옥사이드 막의 물 분자에 대한 접촉 각을 보여 주고 있다. 증착 속도가 0.3 Å/s 일 때 보다 증착 속도가 0.1 Å/s 일 때 접촉 각이 더 크게 관찰 되었다. 증착 속도가 0.1 Å/s 일 때의 접촉 각 값은 60.74° 이고, 0.3 Å/s 일 때의 접촉 각 값은 4.34° 로 측정 되었다.

표면 장력을 식 (1)에 의하여 구할 수 있으며, 증착 속도가 0.1 Å/s 일 때 39.87 [mNm⁻²][a], 0.3 Å/s 일 때 71.76 [mNm⁻²][a]으로 측정 되어졌다. 접촉 각이 크면 표면 장력은 작게 측정 되었다. 여기서 γ_w 은 물의 표면 에너지(73 mJ/m²)를 나타낸다.

$$\gamma_P = \frac{\gamma_W}{4}(1 + \cos\theta)^2 \quad (1)$$



그림 2. 알루미늄 옥사이드 막의 물 분자에 대한 접촉 각. 증착속도가 (a) 0.1 Å/s 일 때, (b) 0.3 Å/s 일 때

알루미늄 옥사이드를 절연층으로 이용한 디바이스의 I-V 특성 곡선은 그림 3에서 확인 할 수 있다. 증착 속도가 0.1 Å/s 일 때 off 전류가 감소 하였으며 on 전류가 증가하여 on/off 비율이 높게 나왔다. 표 1에서 threshold 전압과 모빌리티, 그리고 on/off 전류 비율을 확인할 수 있다.

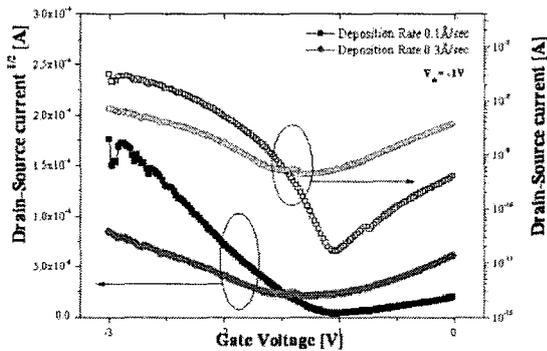


그림 3. 알루미늄 옥사이드 증착 속도에 따른 I_d-V_g 그래프

증착 속도	Threshold voltage	On/off ratio	Mobility [cm ² /Vs]	Off current [A]
0.1 Å/s	-1.36 V	1.9×10 ³	0.023	1.6×10 ⁻¹¹
0.3 Å/s	-1.1 V	0.27×10 ²	0.008	4.3×10 ⁻¹⁰

표 1. 증착 속도에 따른 OTFT 특성

4. 결론

본 연구에서는 알루미늄 옥사이드를 OTFT의 게이트 절연층으로 이용하여 디바이스를 만들었으며 알루미늄 옥사이드 막의 증착 속도에 따른 표면 특성과 그에 따른 디바이스의 전기적 특성을 분석, 알루미늄 옥사이드의 증착 속도가 디바이스 특성에 영향을 미치는 것을 확인하였다. 게이트 절연층 표면의 접촉 각을 측정하여 증착 속도가 작을 때 표면 장력이 작다는 것이 확인되었으며 이로부터 절연막의 표면 장력이 펜타센 액티브층 결정화에 영향을 미친다는 것이 추정되어진다. 알루미늄 옥사이드 막의 증착 속도가 0.3 Å/s 일 때 보다 0.1 Å/s 일 때, 즉 증착 속도가 작을 때 디바이스의 특성이 향상 되었다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 경원대학교의 연구 자원에 의한 결과입니다.

참고 문헌

[1] H. Klauk, D. J. Gundlach, J. A. Nichols, and T. N. Jackson, "Pentacene organic thin-film transistors for circuit and display applications", IEEE Trans. Electron Dev., Vol. 46, p. 1258, 1999.