

## Vapor Deposition Polymerization(VDP)을 이용한 페시베이션이 유기박막트랜지스터에 주는 영향

박일홍<sup>1,\*\*\*\*</sup>, 형건우<sup>2,\*\*\*\*</sup>, 최학범<sup>3,\*\*\*\*</sup>, 김재혁<sup>4,\*\*\*</sup>, 김우영<sup>5,\*\*\*\*</sup>, 김영관<sup>6,\*\*\*\*</sup>  
 홍익대학교 정보디스플레이공학과<sup>1</sup>, 홍익대학교 신소재공학과<sup>2</sup>, 홍익대학교 전기정보제어공학과<sup>3</sup>,  
 유기소재 및 정보소자 센터<sup>4</sup>, 호서대학교 디지털 디스플레이공학과<sup>5</sup>

### Effects of Organic Passivation Layers by Vapor Deposition Polymerization(VDP) for Organic Thin-Film Transistors(OTFTs).

(Il-Houng Park<sup>1,\*\*\*\*</sup>, Gun-Woo Hyung<sup>2,\*\*\*\*</sup>, Hak-Bum Choi<sup>3,\*\*\*\*</sup>, Jae-Hyeuk Kim<sup>4,\*\*\*</sup>, Woo Young Kim<sup>5,\*\*\*\*</sup> and  
 Young-Kwan Kim<sup>6,\*\*\*\*</sup>)

<sup>1</sup>Dept. of Information Display, Hongik University, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Materials Science and Engineering, Hongik University, Seoul, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Electrical, Information, and Control Engineering, Hongik University, Seoul, Korea

<sup>4</sup>Center for Organic Materials and Information Devices, Hongik University, Seoul, Korea

<sup>5</sup>Dept. of Digital Display, Hoseo University, Ansan, Korea

**Abstract :** In this paper, it was demonstrated that organic thin-film transistors (OTFTs) were fabricated with the organic passivation layer by vapor deposition polymerization (VDP) processing. In order to form polymeric film as an passivation layer, VDP process was also introduced instead of spin-coating process, where polymeric film was co-deposited by high-vacuum thermal evaporation from 6FDA and ODA followed by curing. Field effect mobility, threshold voltage, and on-off current ratio with 450-nm-thick organic passivation layer were about 0.21 cm<sup>2</sup>/Vs, 1V, and 1 X 10<sup>5</sup>, respectively.

**Key Words :** Organic thin-film-transistors(OTFTs), Passivation layer, Vapor deposition polymerization(VDP)

#### 1. 서 론

OTFTs(Organic Thin Film Transistors)의 성능은 최근 10년간 눈부시게 발달하여 비정질실리콘(a:Si) TFT의 성능까지 도달하였다. 그러나, OTFTs는 기존의 트랜지스터와 달리 재료가 유기물로 되어있어, O<sub>2</sub>과 H<sub>2</sub>O 등에 노출되면 심각하게 열화된다. 따라서, 외부의 악한 환경에서도 성능을 유지할 수 있도록 하기위해 OTFTs의 페시베이션은 매우 중요하다.[1] 최근 연구에서 O<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O가 OTFTs의 성능과 안정성에 심각한 영향을 주는 것으로 알려졌다. 극성분자인 H<sub>2</sub>O의 경우 pentacene의 그레인 바운더리에 침투하여 극성 차지 트랩의 역할을 하며, O<sub>2</sub>의 경우는 pentacene을 pentacene-quinone으로 산화시킨다. 결과적으로, 문턱전압이 증가하고, 전계효과이동도는 감소한다. [2]

따라서, 우리는 폴리이미드를 점착층으로 사용하여 우수한 성능의 TFT를 제작하였고, 폴리이미드를 사용하여 소자를 페시베이션 하였다. 이때 페시베이션 공정은 유기 반도체 물질인 pentacene이 받는 피해를 최소한으로 줄이기 위해 Vapor deposition polymerization (VDP) 법을 사용하였다.[3] 그 후 페시베이션된 소자의 전기적특성을 비교 분석하였다.

#### 2. 실험

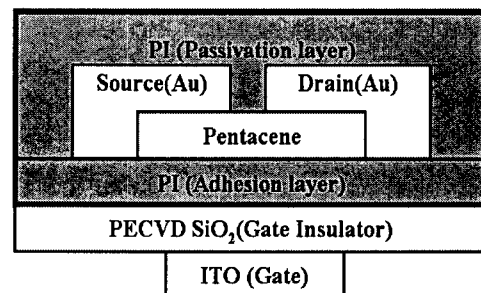


그림 1. OTFT 소자 구조.

그림 1.은 본 논문에서 사용한 소자의 구조이다. 페시베이션의 영향을 확실히 알아보기 위해 두개의 소자를 동시에 제작하였다. 게이트 전극은 Sputtering으로 100 nm 두께의 ITO를 성막하였고, 게이트 절연체는 PECVD 방법으로 SiO<sub>2</sub>를 0.2 μm 성막하였다. 이 같이 제작된 기판은 LG-philips LCD로부터 공급받았다. 유기 반도체와 무기 게이트 절연층의 계면 특성을 향상시키기 위해서 점착층으로 폴리이미드를 VDP 방법으로 증착하였다. 증착방법은 2,2-bis (3,4-dicarboxy-phenyl) hexafluoro-

propane dianhydride (6FDA) 와 4,4'-oxy -dianiline (ODA)를 5 Å/s의 증착률로 동시에 1:1 비율로 열 증착 시킨 후 150 °C에서 1시간 열처리 한 후 다시 200 °C에서 1시간 열처리 하여 폴리이미드 고분자막을 형성시켰다. 이때 진공도는  $5 \times 10^{-7}$  torr로 유지하였고 6FDA 와 ODA 두 물질의 증착 속도 균형을 맞추기 위해서 2시간 동안 예열 과정을 거쳤다.[3] 활성층으로는 가장 널리 쓰이고 있는 유기반도체인 pentacene을 사용하였고, 증착 속도는 0.3 Å/s로 60nm 증착하였다. 소스(source)와 드레인(drain) 전극은 웨도우 마스크를 통하여 금(Au)60nm을 열 증착하였고, 이때의 채널 길이와 폭은 각각 50 µm와 2500 µm로 하였다. 그 후, 동시에 제작한 소자 중 하나의 소자를 선택하여 VDP 방법으로 페시베이션층을 형성하였다. 이때 페시베이션층은 폴리이미드를 450nm증착 한후 130°C에서 1시간, 170°C에서 1시간 열처리를 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

페시베이션하지 않은 소자와 페시베이션한 소자의 제작 직후 특성을 비교하여 보면, 각각 문턱전압의 경우 3V와 1V, 정밀비는  $1.3 \times 10^5$ 와  $1.7 \times 10^5$ , 전계효과이동도는  $0.16 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 와  $0.21 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ , 문턱기울기는 3 V/decade와 3 V/decade로 측정되어 페시베이션 과정 후에도 TFT 성능이 유지 되었음이 확인되었다.

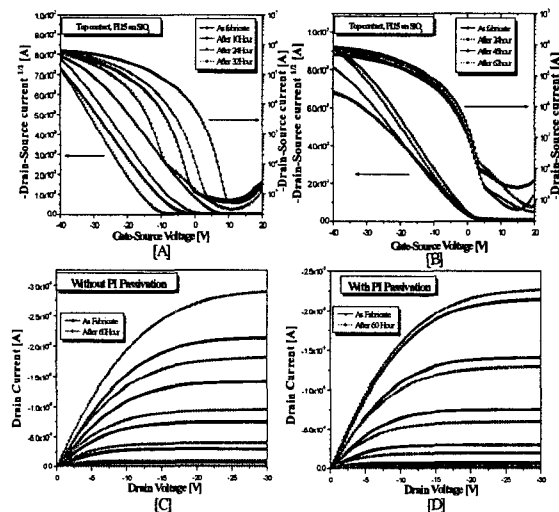


그림 3. 시간경과에 따른 Transfer특성 그래프[A],[B]와 Output 특성 그래프[C],[D]

그림 3은 페시베이션 한 소자의 안정성을 알아보기 위해 시간 경과에 따라 전기적 특성을 비교한 그래프이다. 페시베이션을 하지 않은 소자의 경우, 제작 후 시간이 경과함에 따라 문턱전압과 output

특성 곡선이 급격하게 변하는 것을 볼 수 있다. 반면, 페시베이션 한 소자의 경우는 시간이 경과함에도 불구하고, 전기적 특성이 안정적인 것을 볼 수 있다.

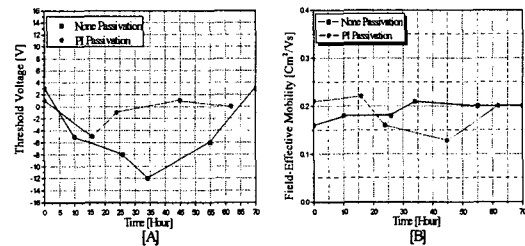


그림 4. 시간경과에 따른 문턱전압[A]과 전계효과이동도[B] 그래프

그림 4는 페시베이션 한 소자의 안정성을 쉽게 살펴보기 위해 문턱전압과 전계효과이동도를 그래프로 비교하여 보았다. 페시베이션하지 않은 소자의 경우 H<sub>2</sub>O와 O<sub>2</sub>의 침투로 인해 문턱전압이 크게 변화하였지만, 페시베이션을 한 소자는 외부의 환경을 받지 않아 안정성이 확보된 것을 확인할 수 있다.[2]

### 4. 결론

우리는 우수한 성능의 OTFT소자를 제작한 후, VDP법을 이용하여 폴리이미드 페시베이션을 하였다. 페시베이션한 소자는 시간이 경과함에도 높은 안정성을 보였다. 또한, 페시베이션한 과정중 고온 열처리시에도 피해를 받지 않았고, 이는 기존의 스프인코팅법과 비교하여 pentacene이 높은 온도에서도 성능이 유지되게 함으로써 VDP법을 이용한 폴리이미드 페시베이션의 가능성을 확인하였다.

### 5. 감사의 글

이 연구는 산업자원부의 21세기 프론티어기술개발사업인 차세대정보디스플레이기술개발사업단의 기술개발비(F0004091)지원으로 수행되었습니다.

### 참고 문헌

- [1] Seung Hoon Han, Jun Hee Kim, Young Rea Son, Sang Mi Cho, Myung Hwan Oh, Sun Hee Lee and Dong Joon Choo and Jin Jang, J. Korean Phys. Soc. vol 48, pp S107, 2006
- [2] Rongbin Yea, Mamoru Babab, Kazunori Suzukic Yoshiyuki Ohishib, Kunio Mor, Thin solid films 464, 437, 2004
- [3] S. W. Pyo, D. H. Lee, J. R. Koo, J. H. Kim, J. H. Shim, and Y. K. Kim, J. J. A. P. Vol. 44, p. 652, 2005.