

플렉서블 AMOLED 기술의 KEIT 개발 현황

한정인 / KETI

**초 록 :** 플렉서블 능동구동형 유기전계발광(Flexible AMOLED) 디스플레이 개발에 있어 핵심기술이라 할 수 있는 high barrier 특성을 갖는 고분자 기판, 능동구동 소자 및 flexible OLED 제작 기술에 대한 연구를 수행하였다. Polyacryl/SiON 복합층을 사용하여 OLED에 적합한 barrier 특성(투습율 :  $10^{-5} \sim 10^{-6}$  g/m<sup>2</sup>-day)을 가진 고분자 기판을 개발하였으며 이와 더불어 ULTPS TFT, OTFT 및 flexible OLED 소자를 구현하였다.

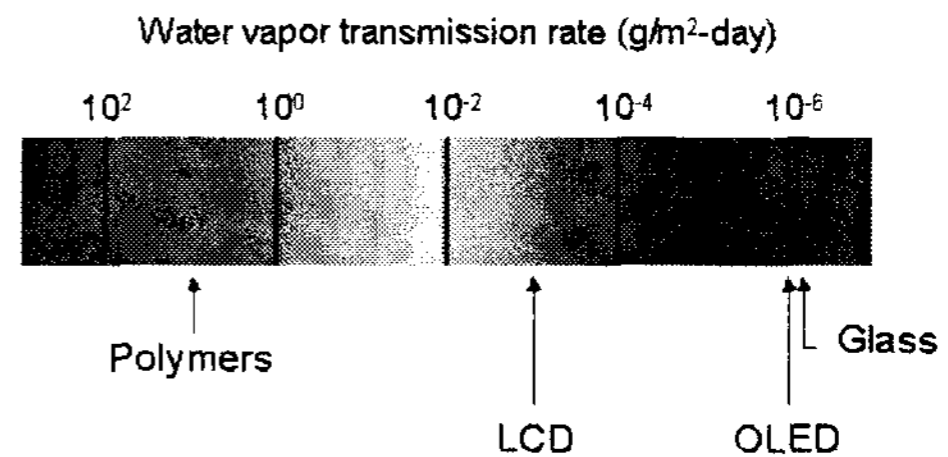


그림 1. 기판 및 디스플레이에 따른 투습율 비교

표 1. Barrier layer에 따른 고분자 기판의 투습 특성

Barrier layers	WVTR (g/m <sup>2</sup> day)	비고
Polyacryl/SiO <sub>2</sub>	0.34	MOCON Test
Polyacryl/SiON	$7.55 \times 10^{-6}$	Calcium Test

1. 서 론

최근 급속한 정보화 기술의 진전으로 다양한 정보를 인간에게 언제 어디서나 전달하는 정보전달 매체로서 외부 충격에 강하며, 휴대하기 편하고, 경량, 박형이면서 임의의 형태로 패널 구현이 가능하고, 특히 유연하여 종이처럼 접거나 두루마리의 형태까지도 가능한 차세대 플렉서블 디스플레이에 대한 연구가 국내외에서 활발히 진행되고 있다. 플렉서블 디스플레이는 기존의 평판 디스플레이와 유사하게 액정을 이용한 Liquid Crystal Display(LCD), 유기 발광 물질을 이용한 OLED(Organic Light-Emitting Diode), 그리고 E-Paper(Electronic Paper) 등의 형태로 세분화되어 연구 개발이 진행되고 있다.

최근의 플렉서블 디스플레이의 개발 동향을 살펴보면 기존의 단순한 수동구동 혹은 Segment 방식에서 능동구동 방식으로 전환되고 있는 상황이며, 능동구동을 위한 구동 소자로는 비정질 실리콘 (a-Si) TFT 및 다결정 실리콘을 이용한 ULTPS(Ultra Low-Temperature Poly-Si) TFT 기술과 Pentacene, Polythiophene 등의 유기 반도체를 이용한 OTFT(Organic Thin-Film Transistor) 기술이 주요 핵심기술로 자리잡고 있다.

본 연구에서는 능동형 플렉서블 디스플레이에 대한 연구를 진행하였으며 구체적으로는, i) high barrier 특성을 갖는 고분자 기판, ii) OTFT, ULTPS TFT 등의 능동구동 소자, iii) 플렉서블 OLED 제작 기술에 대하여 전반적으로 다루고자 한다.

2. 본 론

2.1 고분자 기판

플렉서블 디스플레이에 주로 사용되는 고분자 기판은 기존의 유리 기판에 비하여 기계적으로 유연하다는 장점이 있지만 수분이나 산소 투과율이 유리에 비해 매우 높아 디스플레이에 적용하기 위해서는 고성능의 barrier 특성을 가진 barrier layer를 형성해야 한다. 고분자 기판 재료에 따라 다소 차이는 있지만 일반적으로 고분자 기판의 경우 투습율이 대략 10 g/m<sup>2</sup>-day 정도로 매우 높다. 하지만 LCD의 경우 약 10<sup>-3</sup> g/m<sup>2</sup>-day, 그리고 OLED의 경우 약 10<sup>-6</sup> g/m<sup>2</sup>-day 정도의 높은 투습율 특성을 요구하고 있기 때문에 (그림 1) 우수한 신뢰성 확보를 위해서는 고성능의 투습 방지 특성을 가진 barrier layer 형성 기술개발이 필수적이다. 본 연구에서는 polyacryl 계열의 유기물과 silicon oxynitride(SiON)을 이용하여 10<sup>-5</sup> ~ 10<sup>-6</sup> g/m<sup>2</sup>-day 투습 특성을 갖는 고분자 기판을 제작하였다(표 1).

2.2 Thin-film transistors (TFTs)

능동구동형 디스플레이 구현에 필요한 화소 구동소자에 대한 연구를 진행하였으며, 높은 전하 이동도를 갖는 ULTPS TFT 그리고 이동도는 다소 떨어지나 Roll-to-roll 공정이 가능하고 기존의 실리콘 반도체에 비해 기계적으로 안정된 OTFT를 개발하였다.

2.2.1 ULTPS TFT

ULTPS TFT는 150도 이하의 극저온에서 XeCl 엑시머 레이저를 이용해 제작한 poly-Si을 채널로 사용하는 트랜지스터로서 본 연구에서는 PECVD 및 sputter로 증착한 a-Si을 레이저 결정화하여 TFT를 제작하였다. TFT는 nMOS 및 pMOS 형태로 제작되었으며 약 40 ~ 70 cm<sup>2</sup>/Vs의 이동도 특성을 나타내었다.

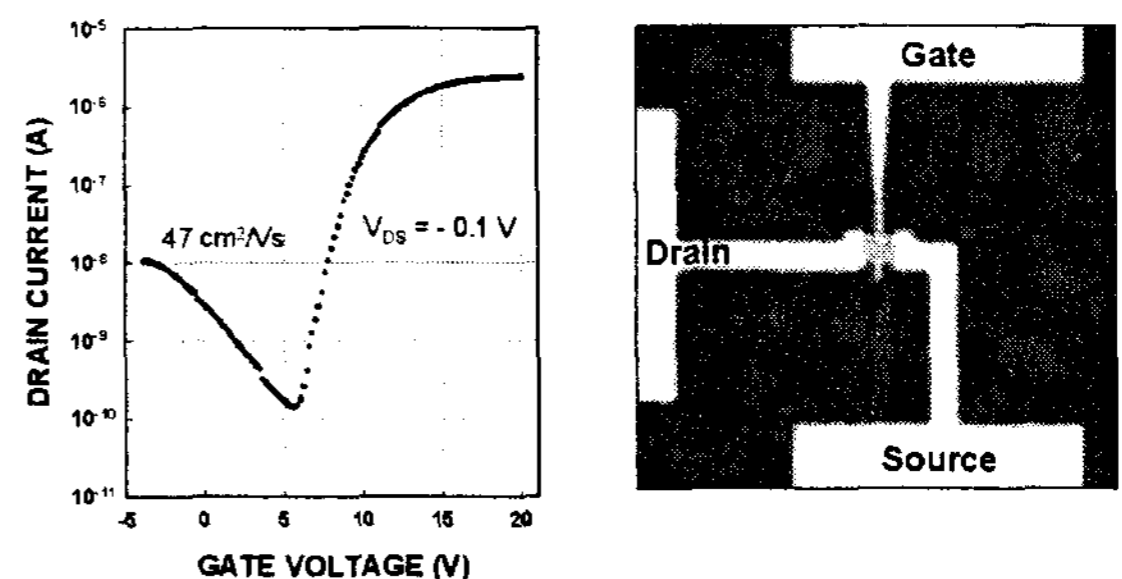


그림 2. 고분자 기판에 제작된 ULTPS TFT의 전기적 특성 및 광학 이미지

2.2.2 OTFT

유기물을 채널로 사용하는 OTFT는 잉크젯 프린팅 등 용액 공정이 가능하여 저가액 디스플레이를 제작하는데 있어 매우 유리하다. 또한 채널이 유기물로 되어 있기 때문에 기계적으로도 기존의 실리콘에 비해 안정적이다. 본 연구에서는 soluble pentacene을 잉크젯 프린팅 방법으로 형성하여 OTFT를 제작하였으며 이동도는 약 0.3 ~ 0.5 cm<sup>2</sup>/Vs의 특성을 나타내었다.

## 참고 문헌

- [1] S. E. Burns, W. Reeves, B.H. Pui, K. Jacobs, S. Siddique, K. Reynolds, M. Banach, D. Barclay, K. Chalmers, N. Cousins, P. Cain, L. Dassas, M. Etchells, C. Hayton, S. Markham, A. Menon, P. Too, C. Ramsdale, J. Herod, K. Saynor, J. Watts, T. von Werne, J. Mills, C.J. Curling, H. Siringhaus, "A Flexible Plastic SVGA e-Paper Display", SID Symposium Dig., Vol. 37, p.74-76, 2006.
- [2] Y. H. Kim, S. K. Park, D. G. Moon, W. K. Kim and J.I. Han, "Organic Thin Film Transistor-Driven Liquid Crystal Displays on Flexible Polymer Substrate", Vol. 43, No. 6A, 36053608, 2004.
- [3] Josephine B. Chang, Vincent Liu, and Vivek Subramanian, Kevin Sivula, Christine Luscombe, Amanda Murphy, Jinsong Liu, and Jean M. J. Fréchet, "Printable polythiophene gas sensor array for low-cost electronic noses", J. Appl. Phys. Vol. 100, 014506, 2006.

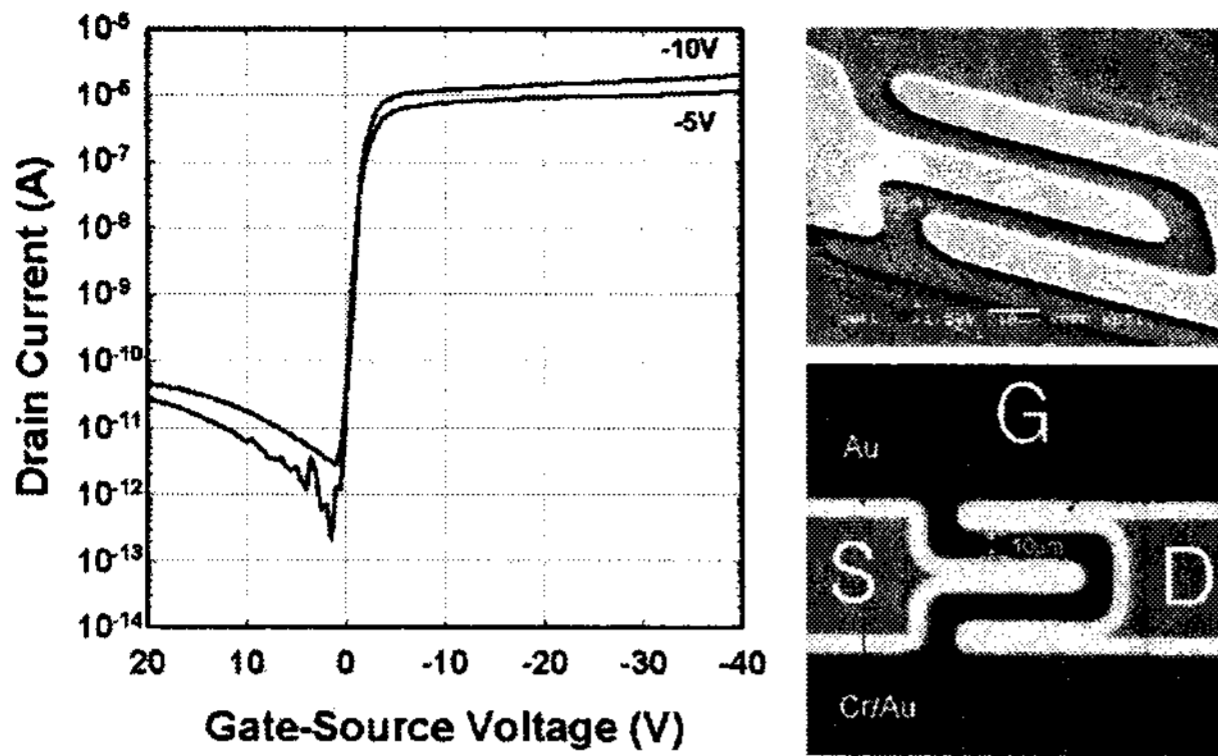


그림 3. Suspended Source/Drain (SSD) 구조를 채택한 OTFT의 전기적 특성 및 이미지

### 2.3 Flexible OLED

Polyacryl/SiON barrier가 코팅된 PET 기판을 이용하여 flexible OLED 소자를 제작하였다. 발광물질로는 Alq3를 사용하였으며 OLED 소자의 신뢰성 확보를 위하여 소자 제작 후 parylene으로 passivation을 형성하였다. 그림 4에서는 제작된 flexible OLED의 구조 및 동작 특성을 보여주고 있다.

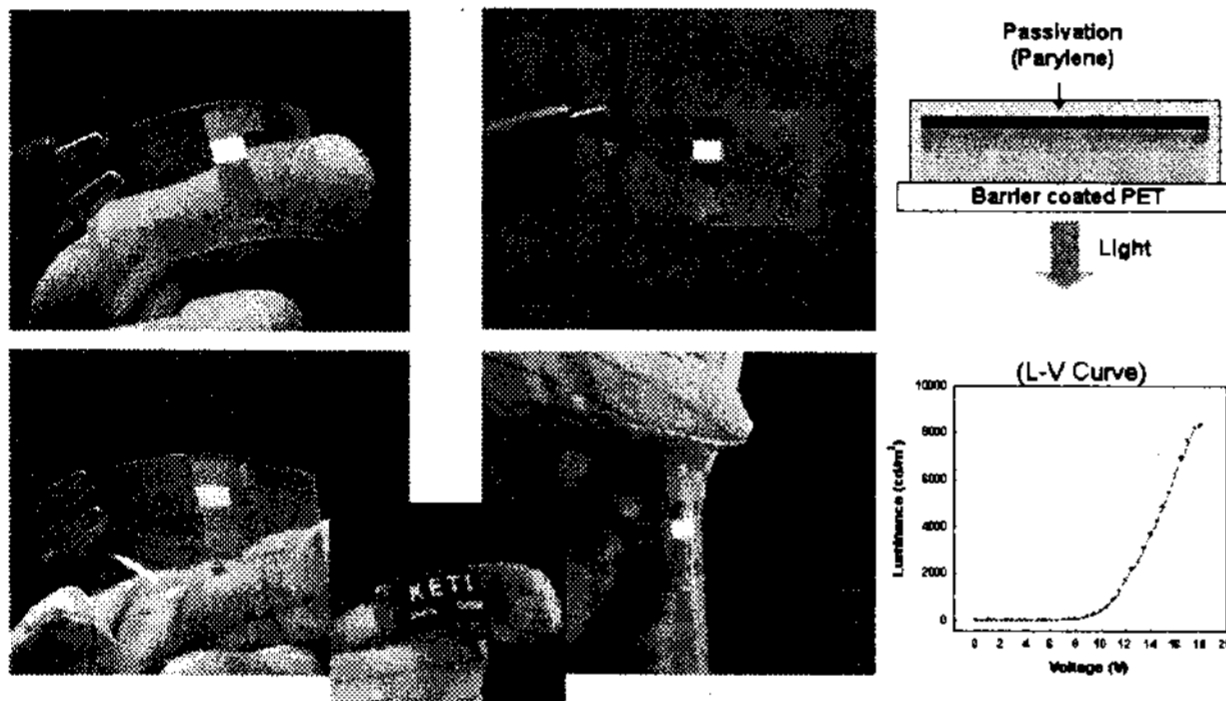


그림 4. Barrier가 형성된 PET 기판에 제작한 Flexible OLED 소자 및 L-V 특성

## 3. 결 론

플렉서블 능동구동형 유기전계발광(Flexible AMOLED) 디스플레이 개발에 있어 핵심기술이라 할 수 있는 high barrier 특성을 갖는 고분자 기판, 능동구동 소자 및 flexible OLED 제작 기술에 대한 연구를 수행하였다. Polyacryl/SiON 복합층을 사용하여 OLED에 적합한 barrier 특성을 가진 고분자 기판을 개발하였으며 이와 더불어 ULTPS TFT, OTFT 및 flexible OLED 소자를 구현하였다.

## 감사의 글

본 연구는 산업자원부 지역 연구개발 클러스터 구축사업 (RTI04-01-02) 및 차세대 정보디스플레이 기술개발사업 (F000406)의 지원으로 이루어졌습니다.