

## 고효율 및 장수명의 OLED Passivation 기술 개발

한진우, 김종환, 김영환, 서대식, 김영훈\*, 문대규\*, 한정인\*  
연세대학교, 전자부품연구원\*

### Development of OLED Passivation Method for High efficiency and life time

Jin-Woo Han, Jong-Hwan Kim, Young-Hwan Kim, Dae-Shik Seo, Yong-Hoon Kim\*, Dae-Gyu Moon\*, Jeong-In Han\*  
Yonsei Univ., Korea Electronics Technology Institute\*

**Abstract :** In this paper, the inorganic-organic thin film encapsulation layer was newly adopted to protect the organic layer from moisture and oxygen. Using the electron beam, Sputter and Spin-Coater system, the various kinds of inorganic and organic thin-films were deposited onto the Ethylene Terephthalate(PET) and their interface properties between organic and inorganic layer were investigated. In this investigation, the SiON and Polyimide(PI) layer showed the most suitable properties. Under these conditions, the WVTR(water vapour transition rate) for PET can be reduced from level of 0.57 g/m<sup>2</sup>/day (bare substrate) to 1\*10<sup>-5</sup> g/m<sup>2</sup>/day after application of a SiON and Polyimide layer. These results indicates that the SiON/PI/SiON/PI/PET barrier coatings have high potential for flexible organic light-emitting diode(OLED) applications.

**Key Words :** SiON, Polyimide, Multi-Layer, Encapsulation

### 1. 서론

OLED는 LCD와 비교하여 응답속도가 빠르고 시인성이 우수하며 소비 전력이 낮고 백라이트가 없어 더 얇게 만들 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 타 디스플레이에 비해서도 두께, 무게, 가격 등에 있어서 우월한 특성을 보이고 있어 차세대 디스플레이로서의 높은 잠재력을 가지고 있다.

현재 OLED는 이러한 장점으로 많은 연구 개발 및 제품화가 상당한 속도로 이루어지고 있으며 그중에서도 재료 분야는 비약적인 속도로 발전해 나가고 있다[1,2].

한편 OLED는 유기 발광층을 사용함으로써 수분과 산소에 매우 취약한 특성을 보이고 있다. 따라서 OLED 소자의 상용화를 위해서는 산소와 수분으로부터 소자층을 보호할 수 있는 Encapsulation 공정이 필수적이다[2-5].

현재 상용화 수준의 Life Time을 가지는 Flexible OLED를 제작하기 위해서는 약 1\*10<sup>6</sup> g/m<sup>2</sup>/day에 이르러야 한다고 보고되고 있다

본 논문에서는 고효율 장수명의 Flexible OLED 소자 제작을 위해 현재 가장 많이 사용되고 있는 PET(Ethylene Terephthalate) 필름위에 Multi-Layer 구조로 무기 박막과 유기 박막을 번갈아 증착 하여 증착 조건에 따른 투습률을 측정하였다

### 2. 실험

#### 2.1 실험장치

본 연구에서는 다층 무기 박막의 투습률을 알아보기 위해 200- $\mu$ m 두께의 PET(Ethylene Terephthalate) 필름을 약 300sec 동안 과산화 수소, 암모니아 그리고 물을 각각 1:1:5 의 비율로 혼합한 용액에서 세척한 후 N<sub>2</sub> 가스로 blowing한 뒤 Electron beam 장비에서 SiO<sub>2</sub> 를 110 $^{\circ}$ C 조건으로 증착 하였다. 증착 두께는 5-6nm/sec 속도로 약 200nm로 하였다.

표 1. 투습률 측정을 SiO<sub>2</sub> 위한 증착 조건.

Table 1. Deposited conditions used to fabricate SiO<sub>2</sub> water barrier films.

parameter	condition
Deposition rate	5-6nm
Temperature	110 $^{\circ}$ C
Thickness	200nm

SiON은 Sputter를 이용하여 증착하였으며 공정압은 3.0\*10<sup>-3</sup> torr에서 표2와 같은 비율로 Ar과 O<sub>2</sub>주입하여 100w에서 약 20분간 증착하여 200nm 의 두께로 증착하였다.

유기물 층은 Polyimide와 Poly acrylic 을 사용 하였으며

Spin Coater 기를 이용하여 Spread 500rpm, Spin 3000 rpm으로 코팅 coating 하였다. Curing은 110°C에서 약 2 시간 동안 하였다.

표 2. 투습률 측정을 SiON 위한 증착 조건.

Table 2. Deposited conditions used to fabricate SiON water barrier films.

Layer	Deposition Temperature
Ar	12 sccm
O <sub>2</sub>	0.5 sccm

### 3. 결과 및 고찰

실제 SiON의 무기물 층으로 하는 모델은 Polyimide, Polyacryl 두 가지 유기물 층에서 모두 MOCON으로 측정 가능한 수치인  $1 \times 10^{-3}$  g/m<sup>2</sup>/day 보다 낮은 값을 기록 하였다.

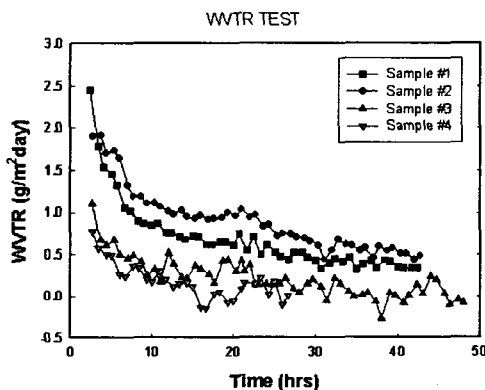


그림 1. Type1,2,3,4 구조의 WVTR.

Fig. 1. WVTR of Structure of Type1,2,3,4.

표 3. 투습률 측정을 SiO<sub>2</sub> 위한 증착 조건.

Table 3. Deposited conditions used to fabricate SiO<sub>2</sub> water barrier films

Sample	Type #	Organic	Inorganic	WVTR g/m <sup>2</sup> day
#1	1	Polyacryl	SiO <sub>2</sub>	0.34
#2	2	Polyimide	SiO <sub>2</sub>	0.48
#3	1	Polyacryl	SiON	-0.081
#4	2	Polyimide	SiON	-0.098

표2에서와 같이 실험 결과 유기물 층의 종류에 따른 투습률의 변화는 미미하였으나 무기물 층의 종류에 따른 투습률의 변화는 상당히 큼을 알 수 있다. 이와 같은 차이는 질소를 첨가함으로써 증가하는 것을 알 수 있는데 실제 SiNx 가 SiON에 비해 더 높은 투습률을 지니다고 보고 된 바 있다. [5]

### 4. 결론

본 논문에서는 고 효율, 장수명의 Flexible OLED 소자를 제작하기 위한 Encapsulation 기술 개발을 위하여 고온에서 증착된 SiO<sub>2</sub> 박막과 Sputter로 증착한 SiON과 유기물 층으로는 Polyimide와 Polyacryl 을 사용하였다.

SiO<sub>2</sub> 박막의 경우 고온에서 증착한 경우 0.05 g/m<sup>2</sup>/day에 도달 함을 알 수 있었다. 이러한 수치는 실제 상용화를 목표로 하는 OLED소자 성능에는 미치지 못하는 성능이나 SiON으로 제작한 경우 실제 상용화를 목표로 하는 수치에 근접한 성능을 나타내었다. SiON을 이용한 다층 박막은 투습률 성능을 향상 시킬 수 있으므로 Flexible OLED 소자의 Encapsulation으로 적합하다고 여겨진다.

### 참고 문헌

- [1] Anna B. Chang and Mark A. Rothman, "Thin film encapsulated flexible organic electroluminescent displays", Appl. Phys.Lett., Vol. 83, No.3, p. 413, 2003.
- [2] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, "Organic electroluminescent diode" Appl. Phys. Lett Vol 51, p 913 1987.
- [3] H. Lifka, H. A. van Esch, J. J. and W. M. Rosink, "Thin Film Encapsulation of OLED Displays with a NONON Stack", Proceedings of the SID 2004 International Symposium, p. 1384, 2004.
- [4] D. J. Sekelik, E. V. Stepanov, S. Nazarenko, and A. Hiltner, "Oxygen Barrier Properties of Crystallized and Talc-Filled Poly(ethyleneterephthalater)", Journal of Polymer Science:Part B :Polymer Physics, Vol. 37, p. 847, 1999.
- [5] D. S. Wu, W. C. Lo, L. S. Chang, and R. H. Horng, "Properties of SiO<sub>2</sub> -like barrier layers on polyethersulfone substrates by low-temperature plasma-enhanced chemical vapor deposition", Thin Solid Films Vol 468, p.105, 2004.