

# 고분자 기판위의 다층 보호막의 성능 평가

김중환, 한진우, 강희진, 김중연, 문현찬<sup>1</sup>, 최성호<sup>1</sup>, 박광범<sup>1</sup>, 김태하<sup>1</sup>, 김취운<sup>2</sup>, 서대식  
연세대학교, 전자부품연구원<sup>1</sup>, 방주광학<sup>2</sup>

## Improvement of Permeation of applied Multi-Layer Encapsulation of thin films on Ethylene Terephthalate(PET)

Jong-Hwan Kim, Jin-Woo Han, Hee-Jin Kang, Jong-Yeon Kim, Hyun-Chan Moon<sup>1</sup>, Sung-Ho Choi<sup>1</sup>, Kwang-Bum Park<sup>1</sup>,  
Tae-Ha Kim<sup>1</sup>, Hwi-Woon Kim<sup>2</sup>, Dae-Shik Seo  
Yonsei Univ., Korea Electronics Technology Institute<sup>1</sup>, Bangjoo Optical Co.<sup>2</sup>

**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. 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

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. 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 [6, 7].

### 2. 실험

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 1:1:5의 비율로 혼합한 용액에서 세척한 후 N<sub>2</sub> 가스로 blowing한 뒤 Electron beam 장비에서 SiO<sub>2</sub>를 110℃ 조건으로 증착 하였다. 증착 두께는 5-6nm/sec 속도로 약 200nm로 하였다. 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 200nm의 두께로 증착하였다.

유기물 층은 Polyimide와 Poly acrylic을 사용하였으며 Spin Coater 기를 이용하여 Spread 500rpm, Spin 3000 rpm으로 코팅 coating 하였다. Curing은 110℃에서 약 2시간 동안 하였다. 이와 같은 공정을 각각 한번씩 추가로 진행하여 Multi-layer를 구성하였다.

투습률 측정은 MOCON사의 PERMATRAN-W 3/33, MA로 측정하였으며 MOCON으로 측정 불가능한 투습률은

Calcium Test로 측정하였다. Calcium Test를 위한 Calcium은 Thermal Evaporation으로 증착하였다. 표면의 roughness 측정에는 AFM으로 하였다. 증착 두께는 Alpha Step를 사용하여 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 multi-layer를 증착함에 있어 발생하는 스트레스를 최소화 하기 위해 총 3가지 타입의 모델을 실험하였다.

그림1의 세 가지 모델의 stree simulation한 결과 Type 2의 stress가 가장 적은 것으로 나타났다[8,11,13].

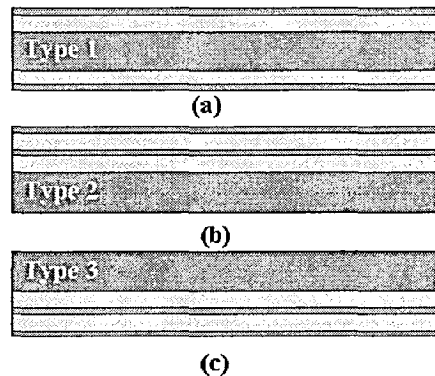


Fig. 1. Structure of Type1, Type2, Type3.  
그림 1. Type1, Type2, Type3의 구조

이를 바탕으로 투습률 측정을 위한 모델의 제작은 Type

2로 하였으며 표2 과 같이 유기물 층과 무기물 층 을 각 각 SiO<sub>2</sub>, SiON 그리고 Polyimide, Polyacryl 로 하여 총 4가 지 Type의 모델을 제작 하였다.

displays" Appl. Phys. Lett, vol 83, no 3, p 413, 2003.

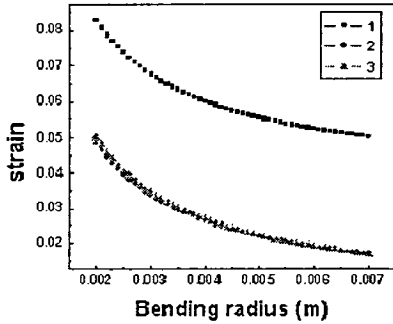


그림 2. Strain of Type1, Type2, Type3.

실제 SiON의 무기물 층으로 하는 모델은 Polyimide, Polyacryl 두 가지 유기물 층에서 모두 MOCON으로 측정 가능한 수치인  $1 \times 10^{-3} \text{ g/m}^2/\text{day}$  보다 낮은 값을 기록 하였다. SiON 박막의 투습률이 SiO<sub>2</sub> 박막의 투습률에 비해 높게 나오는 이유는 N<sub>2</sub> 첨가로 인해 표면의 밀도가 높아져 투습률이 향상되는 것으로 생각된다. [12,13]

#### 4. 결 론

SiO<sub>2</sub> 박막의 경우 고온에서 증착한 경우  $0.05 \text{ g/m}^2/\text{day}$  에 도달 함을 알 수 있었다. 이러한 수치는 실제 상용화를 목표로 하는 OLED소자성능에는 미치지 못하는 성능이나 SiON으로 제작한 경우 실제 상용화를 목표로 하는 수치에 근접한 성능을 나타내었다.

#### 참고 문헌

- [6] A. Gruniger and Ph. Rudolf von Rohr, "Influence of defects in SiO<sub>x</sub> thin films on their barrier properties" Thin Solid Films 459, p.308, 2004.
- [7] A.P. Roberts, B.M. Henry, A.P. Sutton, C.R.M. Grovenor, G.A.D. Briggs, T. Miyamoto, A. Kano, Y. Tsukahara, and M. Yanaka, J. Member. Sci. 208, 2002, 75.
- [8] Z. Suo, E. Y. Ma, H. Gleskova and S. Wagner, "Mechanics of rollable and foldable film-on-foil electronics", Appl. Phys. Lett., Vol. 74, No. 8, p. 1177, 1999.
- [12] S. H. Kwon, S. Y. Paik, O. J. Kwon, and J. S. Yoo "Triple-layer passivation for longevity of polymer light-emitting diodes" Appl. Phys. Lett, vol 79, no 26, p 4450, 2001.
- [13] A. B. Chang, M. A. Rothman, S. Y. Mao, R. H. Hewitt, M. S. Weaver, J. A. Silvermail, M. Haek, J. J. Brown, X. Chu, L. Moro, T. Krajewski, and N. Rutherford "Thin film encapsulated flexible organic electroluminescent