

## 유기EL의 수명 향상을 위한 혼합무기박막의 투습율 및 투산소율 특성 연구

김영민<sup>\*\*\*</sup>, 이주원<sup>\*</sup>, 김종무<sup>\*</sup>, 박정수<sup>\*</sup>, 성만영<sup>\*\*</sup>, 장진<sup>\*\*\*</sup>, 주병권<sup>\*</sup>, 김재경<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>한국과학기술연구원 디스플레이 및 나노 소자 연구실

<sup>\*\*</sup>고려대학교 전기공학과 반도체 및 CAD 연구실

<sup>\*\*\*</sup>경희대학교 물리학과

### Study on Water Vapor and Oxygen Transmission Rates in Inorganic Composite Films to improvement life-time of OLEDs

Young Min Kim<sup>\*\*\*</sup>, Joo Won Lee<sup>\*</sup>, Jong Moo Kim<sup>\*</sup>, Jung Soo Park<sup>\*</sup>, Man Young Sung<sup>\*\*</sup>, Jin lang<sup>\*\*\*</sup>

Byeong Kwon Ju<sup>\*</sup>, and Jai Kyeong Kim<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Display & Nano Devices Laboratory, KoreaInstitute of Science and Technoloy

<sup>\*\*</sup>Department of Electrical Engineering, Korea University, Seoul, Korea

<sup>\*\*\*</sup>Dept. of physics, Kyunghee University, Seoul, Korea

#### Abstract

To improvement life-time of the organic light emitting diodes(OLEDs), We investigate the inorganic composite film based on MgO and SiO<sub>2</sub> to protect from the moisture and oxygen. The inorganic composite films are added the base materials to the co-operate materials using the mixed process and it is deposited on plastic substrate by e-beam evaporator. In order to analyze as kinds of inorganic materials, Water Vapor method of Transmission Rate (WVTR) and Oxygen Transmission Rate (OTR) are measured by Permatran equipment(MOCON Corp.). For comparison, an MgO- and SiO<sub>2</sub>-based composite film has lower values of WVTR and OTR than inorganic composite/compound films of ones. The results obtained here shows that this film is suitable for passivation layer to extend the life-time of OLEDs.

**Key Words** : Organic Light Emitting Diode, passivation layer, inorganic composte film

#### 1. 서 론

유기발광소자[1,2]는 저전압 구동, 빠른 응답속도, 높은 휘도특성, 넓은 시야각 등으로 많은 연구가 진행 중이며 TFT-LCD(Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display)[3] 및 PDP등의 FPD(Flat Panel Display)에 대응하여 차세대 디스플레이 소자로서 주목받고 있다. 특히 별도의 발광원이 필요없는 자체발광소자로서 향후 유연디스플레이(flexible display) 소자의 개발도 가능하다. 그러나 유기발광소자는 공기중의 수분과 산소에 매

우 민감하며 이는 소자의 수명저하[4]의 직접적인 원인이 된다. 이를 방지하기 위하여 일반적으로 금속캔(metal can) 및 글라스캔(glass can)과 같은 방법[5]을 이용한 encapsulation 공정의 적용이 일반적이거나 이는 향후 디스플레이 소자의 발전방향인 대면적 디스플레이 장치 및 유연한 디스플레이 장치에 적용하기에 많은 제한이 따른다. 또한 SiO<sub>2</sub>, MgF<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 등의 무기물을 보호층으로 형성하는 경우, 무기박막[6] 자체의 물리적 특성으로 인하여 보호층으로의 적용이 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 이를 해소하기 위하여 혼합무기박

막을 이용한 보호층의 형성을 제안한다. MgO 및 SiO<sub>2</sub>를 토대로 혼합무기물을 제작하여 박막형태로 증착한 후, 투습율과 투산소율을 Permatran W3/31(MOCON Corp.)를 이용하여 측정하였다. 이후 제작된 유기발광소자에 적용하여 Keithley 237과 Minolta luminance meter LS-110를 활용하여소자의 수명특성을 살펴보았다.

## 2. 실험방법

### 2.1 혼합무기물의 제조 및 박막 증착

본 연구에 사용된 혼합무기물의 제작은 MgO 와 SiO<sub>2</sub>를 토대로 하여 잘게 부수어 분말로 만든다. 토대가 되는 compound 무기물에 섞을 다른 compound 무기물을 분말로 만들어 일정한 비율로 혼합하여 level-press를 이용하여 pellet 형태로 제작하여 혼합무기물의 e-beam용 증착소스로 사용하였다. 제작된 혼합무기물은 PES(PolyEtherSulfone) 플라스틱 필름 기판(substrate) 위에 전자선 증착기를 이용하여 고진공(>10-5 Torr)분위기에서 증착하였다. 플라스틱 필름의 휨방지와 유기발광소자의 보호를 위하여 증착온도는 100℃ 를 넘지 않도록 유지하였다.

### 2.2 유기발광소자 제작

투명전극으로 사용될 ITO(Indium-Tin-Oxide)가 코팅된 글라스기판 위에 HIL(Hole Injection Layer)로서 CuPc(Copper Phthalocyanine), HTL(Hole Transport Layer)로서 α-NPD([N, N'-di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine]), EML(Emitting Layer)로서 Alq<sub>3</sub>(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum)의 유기물층(Organic layer)을 증착한 후 음극으로 낮은 일함수값을 갖는 Li:Al을 증착하였다. 유기물층은 열증착기(thermal evaporator)를 이용하여 1.0×10<sup>-6</sup> Torr 진공 분위기에서 증착하였고 증착율은 0.4Å/sec 로 유지하였다. 금속음극으로 사용된 Li:Al 은 유기물과 같은 진공분위기에서 1.0Å/sec 의 증착을 유지하며 증착하였다.

## 3. 실험결과

그림 1은 무기박막의 투습율을 나타낸다. 전자선 증착기를 사용하여 증착할 경우, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>의 무기물은 증착시 복사열에 의한 증착 온도가 높기 때문에 기준점으로 정의한 온도(100℃)까지 증가

하는 동안 증착된 박막의 두께가 얇다. 기준점 이하까지 필름위에 증착된 두께는 각각 110nm, 80nm, 60nm, 90nm 까지로 그 이상 증착되지 않았고, WVTR 특성은 각각 45.64g/m<sup>2</sup>.day, 68.73g/m<sup>2</sup>.day, 68.16g/m<sup>2</sup>.day,

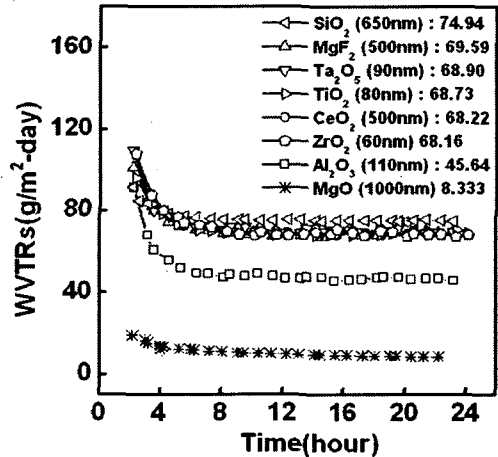


그림 1. 무기박막의 투습율 특성 그래프

68.90g/m<sup>2</sup>.day 로 매우 큰 값이 측정되었다. 다른 무기박막 또한 높은 WVTR 특성을 보였다. 이는 WVTR 특성이 높아 유기발광소자의 보호층으로 적용하기에 충분치 못함을 알 수 있다.

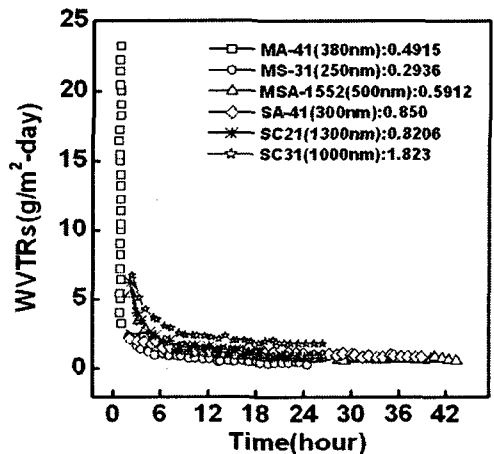


그림 2. MgO 및 SiO<sub>2</sub>를 토대로 한 혼합무기박막의 투습율 특성 그래프

그림2는 MgO를 토대로 한 혼합무기박막의 투습율과 SiO<sub>2</sub>를 토대로 한 혼합무기박막의 투습율을 나타낸다. MgO를 토대로 한 혼합무기박막 중 MS-31(MgO:SiO<sub>2</sub> = 3:1) 박막의 경우 두께는 250nm이고 측정된투습율 값은 0.2936g/m<sup>2</sup>-day로 다른 혼합박막보다 낮은 투습율 값을 나타냈다. 또한 MgO를 토대로 한 혼합무기박막의 경우 단일무기박막과 비교하여 낮은 증착 온도에서 증착이 가능하여 유기발광소자에 적용될 경우열에 의한 유기 박막의 손상을 막을수 있다. 그림 3은 MgO와 SiO<sub>2</sub>를 토대로 한 혼합무기박막의 투산소율을 나타낸다. MgO를 토대로 한 혼합무기박막 중 MS-31역시 0.3344cc/m<sup>2</sup>-day로서 다른 혼합무기박막보다 값이 양

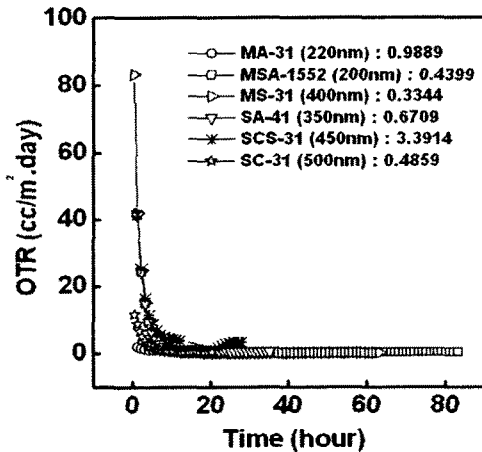


그림 3. MgO 및 SiO<sub>2</sub>를 토대로 한 혼합무기박막의 투산소율 특성 그래프

호하여 유기발광소자의 보호층으로서 적용이 가능하였다. 이상의 결과는 혼합되는 무기물의 비율과 두께의 변화로 향상된 투습율 및 투산소율의 특성을 얻는 혼합무기물을 얻을 수 있다는 것을 보인다. 그림 4는 투습율과 투산소율이 다른 혼합무기박막보다 양호한 MS-31을 보호층으로서 직접 유기발광 소자에 적용한 후 소자의 수명을 측정하였다. 그림 4에서와 같이 혼합무기박막을 보호층으로서 적용하지 않은 소자는 휘도가 40% 감소되는 시간이 약 6시간이었으나 혼합무기박막을 보호층으로서 적용한 소자는 약 90시간으로 약 15배 이상 소자의 수명이 증가됨을 볼 수 있다. 이는 혼합무기박

막이 대기중의 수분과 산소와의 반응을 효과적으로 막아주는 보호층으로서 활용 가능하다는 것을 보여준다.

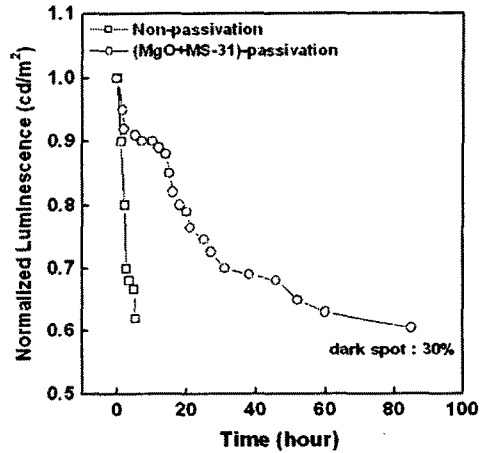


그림 4. 혼합무기박막을 보호층으로 적용한 OLED 보호층을 적용하지 않은 OLED의 수명 특성 비교 그래프

#### 4. 결론

본 연구에서는 유기발광소자의 보호층으로서 혼합무기박막을 제안하였다. 실험결과 기존 무기 박막보다 투습율 및 투산소율이 향상된 것을 볼 수 있었다. 또한, 혼합무기박막을 보호층으로 적용한 소자의 수명이 크게 향상되어 유기발광소자의 보호층으로 활용할 것으로 기대되며, 이후 대면적 소자 및 유연한 디스플레이 소자에도 적용이 가능할 것으로 예상된다.

#### 감사의글

본 연구는 대학 IT 연구센터 육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음.

#### 참고문헌

[1] C.W. Tang, S.A. VanSlyke, "Organic electroluminescence diodes", Appl. Phys. Lett. Vol. 51, pp. 913, 1987.  
 [2] C.W. Tang, S.A. VanSlyke, C.H. Chen, "Electroluminescence of doped organic thin films", J. Appl. Phys. Vol. 65, pp. 3610, 1989.

[3]Toshihisa Tsukada, “TFT-LCD” , Gordon and Breach Publisher, Chapter 3, 1996.

[4] Kimberly Allen, “OLED Encapsulation” , Information Display, Vol. 7, pp. 26, 2002.

[5] eMargin Corporation, “ Sealing structure for organic light emitting devices” , US 6,198,220 B1, Mar.6, 2001.

[6] K Yamashita, T mori, T Mizutani, “Encapsulation of organic light emitting diode using thermal chemical vapor deposition polymer film” , J. Phys. D: Appl. Phys. 34, Vol. 34, pp. 740, 2001.