

## 유기물의 ETL적용에 따른 OLED의 특성평가

김태용, 문대규

순천향대학교 공과대학 디스플레이 신소재공학과

### Electron Transport Layer(ETL) in the New Organics applied to evaluate the characteristics of OLED

Tae-Yong Kim, Dae-Gyu Moon

SoonChunHyang University

**Abstract** : In this paper, we have developed Organic light-emitting devices(OLEDs) using various thicknesses of new electron transport layer. The device structure of ITO/ 2-TNATA(15nm)/ DPVBi(40nm)/ New ETL(20nm,60nm,100nm)/ LiF(0.5nm)/ Al(100nm) has been used. The operating voltage of the device was almost independent of the new ETL thickness, due to its high electron conducting property.

For example, the operating voltages of the devices with 20nm and 60nm layers are almost 5V at a current density 200mA/cm<sup>2</sup>. The device with the new ETL shows the low turn-on of 2.5V.

**Key Words** : OLEDs, ETL, Organics

#### 1. 서론

하루가 다르게 변화하는 21세기 정보화 시대를 맞아 디스플레이 시장은 기존의 디스플레이 소자와는 다른 더욱 진보하고 새로운 경쟁력을 가진 차세대 디스플레이소자의 연구 개발이 무엇보다 중요시 되고 있다. 차세대 디스플레이 소자 및 조명으로 주목받고 있는 Organic light-emitting devices (OLEDs)는 1987년에 C. W. TANG등에 의해 고 휘도의 적층 형 녹색 유기발광소자가 처음 보고된 후, 현재까지 많은 연구가 진행되고 있다 [1-3]. 기존의 PDPL나 LCD가 가진 휘도 및 전력문제를 대체할 수 있는 총 천연색에 가까운 넓은 color 구현과 높은 휘도, 낮은 전력 소모의 장점을 가지며, 기존의 디스플레이 소자들에 비해 얇고 가벼운 flexible display에 적합하고 응답속도가 빠르기 때문에 PDP와 LCD의 뒤를 이은 차세대 핵심 디스플레이로서 주목받고 있을 뿐만 아니라 최근에는 특수 및 일반조명, LCD 백라이트 등으로 그 응용분야가 확대되어가고 있으며 그에 관한 연구 또한 활발하게 이뤄지고 있다. 그러나 이러한 OLED의 장점을 이용하기 위해서 개선되어야 할 몇 가지 문제들이 있는데 현재 가장 시급한 문제로는 OLEDs소자의 짧은 수명과 낮은 효율을 개선하는 것과 디스플레이에서의 대면적화를 이룩하는 것이다.

본 연구에서는 유기물을 전자수송층(ETL : Electron Transport Layer)으로 사용하여 저전압에서 구동하는 Organic light-emitting devices (OLEDs)를 제작하였으며, 전자수송층(ETL)로 쓰인 유기물의 두께변화에 따른 전류-전압-휘도의 특성을 측정하였다.

#### 2. 실험

본 연구의 OLED는 그림1과 같이 ITO / 2T-NATA(150 Å) / DPVBi(400 Å) / New ETL(200,600,1000 Å) / LiF(5 Å) / Al(1000 Å)의 구조를 가지고 있다.

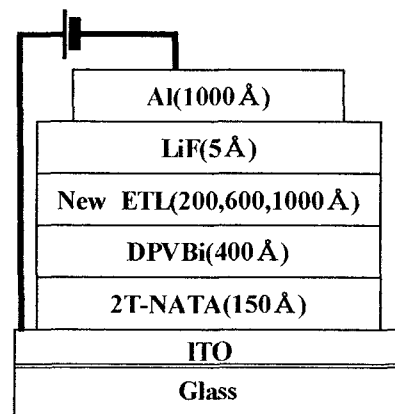


그림1. OLEDs의 구조

면 저항 20Ω/sq.의 ITO가 코팅되어 있는 유리 기판을 Photolithography 공정을 이용하여 ITO 양극패턴을 형성한 후 세정하여 질소분위기에서 건조한 다음 ITO표면의 평탄성과 소자특성 향상을 위해 산소에 의한 플라즈마 처리 후 유기물 및 금속을 진공 열 증착하였다. OLEDs에서 정공주입층(HIL) 및 수송층(HTL)으로 2-TNATA를, 청색 빛을 내는 DPVBi 호스트(HOST)를 발광층(EML)으로 사용하였으며, 유기물을 전자수송층(ETL)으로 사용하였고, 전자주입층(EIL)으로는 LiF를, 음극으로는 Al을 사용하였다.

소자제작 과정에서 유기물질은 0.3-1.0 Å의 속도로 증착하였고, LiF는 0.2 Å, Al은 0.5-5 Å의 속도로 진공 증착하

였으며, 정공주입층 및 수송층인 2-TNATA를 150 Å 발광층인 DPVBi를 400 Å으로 두께를 고정하였고, 전자전송층인 유기물의 두께를 각각 200 Å, 600 Å, 1000 Å으로 변화를 주었으며, 전자주입층인 LiF는 5 Å, 음극으로 쓰인 Si은 1000 Å의 두께로 증착하였다.

유기물과 금속을 증착하기 위한 진공도는 모두  $10^{-6}$  torr였으며, 제작된 OLEDs의 I-V-L은 Keithley2004 Sourcemeter를 이용하여 측정하였고, Minolta CS1000과 CS100의 측정장비를 이용하여 EL스펙트럼과 휘도의 특성을 평가하였다.

### 3. 결과 및 고찰

ETL층의 두께를 달리하여 측정된 OLEDs 소자의 EL스펙트럼은 인가전압이 5V일 때 ETL층이 각각 200 Å, 600 Å, 1000 Å 일 때 발광하는 파장의 영역이 (508nm), (528nm), (520nm)으로 이는 2-TNATA와 DPVBi의 계면사이에서 여기 화합물을 형성하며 발광 한다는 것을 알 수 있었다.

그림2와 3은 각각 ETL층으로 사용한 유기물의 두께변화에 따른 전류밀도와 휘도를 나타낸 그래프이다.

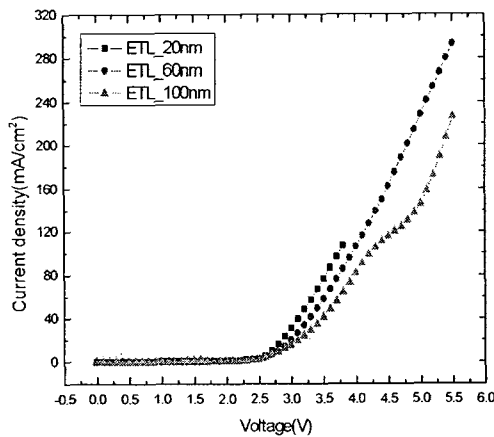


그림2. ETL층의 두께변화에 따른 전류밀도

그림2에서는 ETL층의 두께가 각각 200 Å, 600 Å, 1000 Å일 때 전류밀도가 3.9V까지는 비슷한 증가를 보이다가 4V 이상부터 ETL층의 두께가 600 Å일 때의 전류밀도는 꾸준히 증가하기 시작하여 5.5V 일 때 전류밀도가 최대 293mA/cm<sup>2</sup>를 나타내어 1000 Å의 226mA/cm<sup>2</sup>보다 전류밀도가 높게 나타나는 것을 볼 수 있다.

그림3은 ETL층의 두께변화에 따른 휘도 특성을 측정하여 평가한 것으로 ETL층의 두께가 각각 200 Å, 600 Å, 1000 Å일 때 모두 2.5V에서 Turn-on되었으며, ETL층의 두께를 1000 Å하였을 때 4.2V에서 최대 463.4cd/m<sup>2</sup>의 휘도를 보였고, 두께 200 Å일 때 3.3V에서 최대 269.5cd/m<sup>2</sup>의 휘도로 가장 낮은 휘도를 보이는 것으로 나타났으며

ETL층의 두께를 600 Å으로 하였을 때 4.7V에서 515.8cd/m<sup>2</sup>의 휘도를 보여 가장 높은 휘도를 갖는 것으로 나타났다.

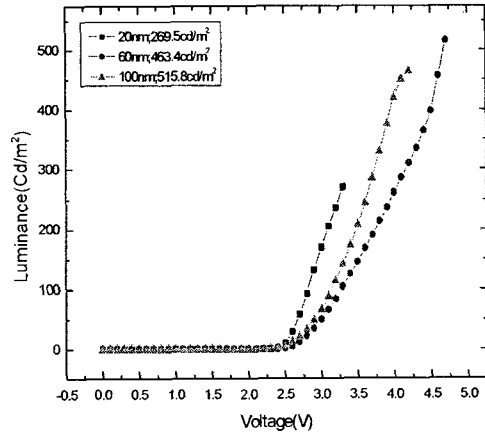


그림4. ETL층의 두께변화에 따른 휘도특성.

### 4. 결론

일반적으로 전자는 정공의 이동속도보다 느리다. 때문에 이러한 점을 보완하고자 많은 연구가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 이러한 점을 개선하고자 ETL층에 새로운 유기물을 사용하여 두께의 변화를 주어 실험을 실시하였다. ETL층의 두께를 각각 200 Å, 600 Å, 1000 Å으로 달리하여 측정된 결과 600 Å의 두께일 때 전류밀도가 5.5V를 기준으로 293mA/cm<sup>2</sup>으로 가장 높았으며, 휘도특성으로는 모두 2.5V에서 Turn-on되어 ETL층의 두께 600 Å일 때 515.8cd/m<sup>2</sup>으로 가장 높은 휘도를 나타내었다.

### 참고문헌

- [1] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, "Organic electroluminescent diode", Appl. Phys. Lett., Vol. 51, No. 12, pp.913-914, 1987.
- [2] S. K. Kim, D. H. Chung, H. S. Lee, H. N. Cho, J. W. Park, J. W. Hong, and T. W. Kim, "Temperature dependent electrical properties in ITO/TPD/Alq<sub>3</sub>/Al organic light-emitting diodes", Synthetic Metals, Vol. 137, p. 1041, 2003.
- [3] W. J. Kim, Y. H. Lee, J. H. Yang, T. Y. Kim, T. W. Kim, and J. W. Hong, "Electrical characteristics and luminous efficiency of OLEDs depending on hole injection layer", ME&D-16, p. 85, 2005.