

새로운 유기물질을 ETL로 사용한 인광 RED 유기발광소자

김태용, 문대규

순천향대학교 공과대학 디스플레이 신소재공학과

Electron Transport Layer(ETL) in the New Organics applied to Red phosphorescent organic light-emitting devices

Tae-Yong Kim, Dae-Gyu Moon

SoonChunHyang University

Abstract : In this paper, We have studied Electron Transport Layer(ETL) in the New Organics applied to Red phosphorescent organic light-emitting devices. The structure of ITO/ 2-TNATA(15nm)/ CBP;Ir(piq)₃ /DPVBi(30nm)/ New ETL(60nm)/ LiF(0.5nm)/ Al(100nm) has been used, measured changing doping concentration of EML. The results of OLED turn-on voltage at 2.2V, and Maximum Luminance at 2.8V was 1000cd/m². This high luminance at low voltage results from a high electron conduction of the new electron transport layer.

Key Words : RED, OLED, ETL, Organics

1. 서 론

Organic light-emitting diode (OLED)는 저전압구동, 자체발광에 의한 고인식성 및 넓은 시야각, 빠른 응답 속도 등 많은 장점과 flexible 디스플레이에 가장 적합한 재료이기 때문에 현재 디스플레이 분야에서의 많은 관심의 대상일 뿐만 아니라 조명분야에서도 친환경적이고 고효율의 조명으로써의 가능성으로 인해 특수 및 일반조명, LCD 백라이트 등 많은 연구가 활발히 진행되어지고 있다.

OLED는 고휘도의 녹색발광이 1987년 C. W. Tang^[1]에 의해 처음 보고된 후, 많은 사람들의 관심과 연구 속에 많은 발전을 보이고 있다. 그러나 이러한 OLED의 장점을 상용화하기 위해서 개선되어야 할 저효율과 짧은 수명, 비싼 제조단가, 대면적화 등 몇 가지 문제들이 있는데 현재 가장 시급한 문제로는 OLED의 짧은 수명과 낮은 전류효율을 개선하여 구동전압을 낮추는 것이다. 일반적으로 저전압 고효율의 OLED를 이루기 위해 양극 및 음극에서 정공 및 전자의 수송이 원활히 이루어지도록 일함수 등을 높이거나 낮추는 등의 연구, 전자 및 정공의 수송층, 주입층에 대한 재료 및 전기적인 특성연구, 발광층의 발광특성, 외부, 내부효율향상 등의 광학적인 연구가 진행되고 있다.^[2-4]

본 연구에서는 일반적으로 전자수송재료로 사용되는 Alq₃를 새로운 유기물로 대체하여 전자수송층(ETL : Electron Transport Layer)으로 사용하여 저전압에서 구동하는 인광 Organic light-emitting device (OLED)를 제작하였으며, 전자수송층(ETL)로 쓰인 유기물의 두께변화에 따른 전류-전압-휘도의 특성을 측정하였다.

2. 실험

면 저항 10Ω/sq.의 ITO가 코팅되어 있는 유리 기판을 Photolithography 공정을 이용하여 ITO 양극패턴을 형성하고 표면 불순물 제거를 위해 세정하고 질소를 이용하여 건조한 다음 ITO표면의 평탄성과 소자특성 향상을 위해 산소에 의한 플라즈마 처리 후 유기물 및 금속을 진공 열 증착하였다. OLEDs에서 정공주입층(HIL) 및 정공수송층(HTL)으로 2-TNATA를 사용하였고, CBP를 호스트(Host)로 사용하고 인광 Red 도펀트(Dopant)인 Ir(piq)₃를 도핑하여 발광층(EML)으로 사용하였으며, 전자 수송층으로 널리 쓰이던 Alq₃를 대체하여 새로운 유기물질로 전자수송층(ETL)으로 사용하였다. 전자주입층(EIL)으로는 LiF를, 음극으로는 Si를 사용하였다.

소자제작 과정에 있어 유기물질은 0.3-1.0 Å/s의 속도로 증착하였고, LiF는 0.2 Å/s, Si는 0.5-5 Å/s의 속도로 진공 증착하였으며, 정공주입층 겸 수송층인 2-TNATA를 150 Å 두께로 고정시키고 Ir(piq)₃의 농도를 변화시켜 발광층을 형성한 후 전자전송층을 증착하였다. 전자주입층인 LiF는 5 Å, 음극으로 쓰인 Si는 1000 Å의 두께로 증착하였다.

유기물과 금속을 증착하기 위한 진공도는 모두 10⁻⁶ torr였으며, 제작된 OLED의 Current density (J) - voltage (V) - luminance (L)은 Keithley 2400 Sourcemeter를 이용하여 측정하였고, Minolta CS1000과 CS100의 측정장비를 이용하여 EL스펙트럼과 휘도의 특성을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 EML층의 Ir(piq)₃의 도핑 농도를 달리하여 제작한 OLED 소자의 EL스펙트럼을 측정된 것이다. 각기 다른 Ir(piq)₃ 농도에서 모두 625nm의 peak를 나타내어 매우 강한 적색인광에 해당하는 빛을 발광하는 것을 알 수 있다. 다만 Ir(piq)₃의 농도가 2% 일 때 450nm 영역에서의 peak가 발생하는 것을 볼 수 있는데 이것은 Host로 사용된 CBP 또는 다른 ETL층의 영향으로 보인다.

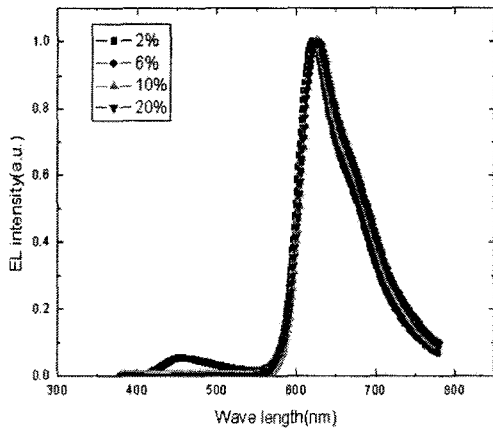


그림1. 제작된 OLEDs의 EL스펙트럼.

그림 2과 3은 각각 Ir(piq)₃의 농도를 달리하여 EML층의 변화를 주어 제작한 소자의 전압에 따른 전류밀도와 휘도를 나타낸 그래프이다. 그림 2에서는 EML층의 농도 차에 상관없이 2.2V 근처의 낮은 전압에서 비슷한 구동전압을 보이는 것을 알 수 있고 농도가 높아질수록 전류가 잘 흐르는 것을 알 수 있다.

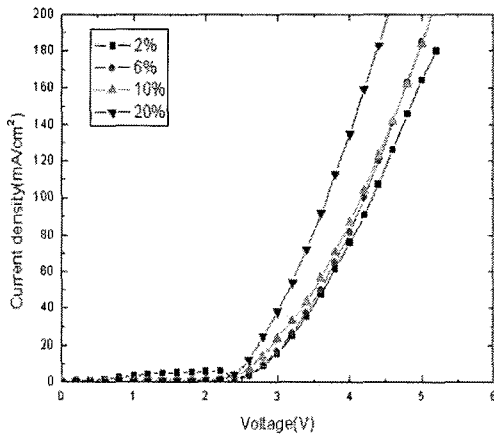


그림2. 제작된 OLEDs의 전류 - 전압곡선

그림 3은 EML층의 Ir(piq)₃ 농도변화에 따른 소자의 전압-휘도 특성을 평가한 것으로 1000cd/m²를 기준으로 EML층의 Ir(piq)₃ 농도가 높아질수록 높은 휘도를 나타낼 수 있고, Ir(piq)₃ 농도가 2% 일 때 1000cd/m²의 휘도에 이르는 전압은 4V였으며, Ir(piq)₃ 농도가 10% 일 때는 3V에서 1000 cd/m²의 휘도가 구현되었고 Ir(piq)₃ 농도가 가장 높았던 20%의 소자에서는 1000 cd/m²의 휘도가 구현되기까지 2.8V의 낮은 전압이 요구되었다.

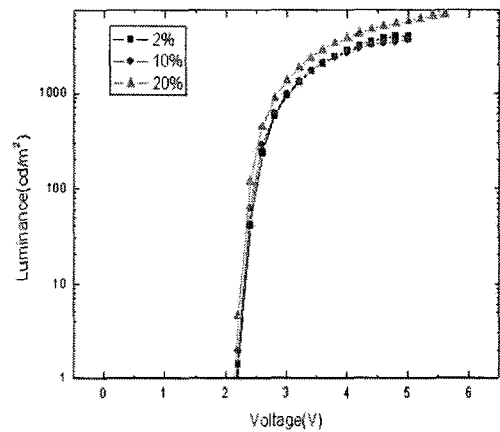


그림3. 제작된 OLEDs의 휘도 - 전압곡선.

4. 결론

본 연구에서는 기존에 사용되어지던 전자수송층을 새로운 유기물질로 대체하고 인광 RED 도펀트인 Ir(piq)₃의 농도를 변화시켜 적색인광 OLED소자를 제작하여 특성을 평가해보았다. 제작된 소자의 특성 측정 결과 2.2V의 구동전압을 나타냈으며, 모든 소자들이 낮은 전압에서 높은 휘도를 나타내었으며 Ir(piq)₃ 농도가 20%인 소자는 2.8V의 낮은 전압에서 1000 cd/m²의 휘도를 나타내어 전자수송층으로 적용된 유기물질로부터 높은 전자주입과 수송의 역할이 이루어진다는 것을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, "Organic electroluminescent diode", Appl. Phys. Lett., Vol. 51, No. 12, pp.913-914 (1987).
- [2] Kiyoshi sugiyama, Hiso Ishi, and Yukio Ouchi, J. Appl. phys. 87, 295(2000).
- [3] H. S. Woo, F. Czerw, S. Wevster, D. L. Carrol, J. W. Park and J. H. Lee, Synthetic Metals. 116, 396 (2001).
- [4] H. Y. Yu, X. D. Feng, D. Grozea, and Z. H. Lu, Appl. Phys. Lett, 78 2595 (2001).