$Zn(HPB)_2$와 Zn(HPB)q를 이용한 White OLEDs의 전기적 특성

장윤기, 김병상, 김두석*, 이범종**, 권영수
동아대학교, 포항공과대학교*, 인제대학교**

Electrical Properties of White OLEDs used such as $Zn(HPB)_2$ and Zn(HPB)q

Yoon-Ki Jang, Byoung-Sang Kim, Doo-Seok Kim*, Burm-Jong Lee** and Young-Soo Kwon
Dong-A University, Inje University*, Pohang University of Science and Technology**

Abstract : Organic light emitting diodes (OLEDs) show a lot of advantages for display purposes. Because OLEDs provide white light emission with a high efficiency and stability, it is desirable to apply OLEDs as an illumination light source and back light in LCD displays. We synthesized new emissive materials, namely [2-(2-hydroxyphenyl)benzoxazole] ($Zn(HPB)_2$) and [(2-(2-hydroxyphenyl)benzoxazole)(8-hydoxyquinoline)] (Zn(HPB)q), which have a low molecular compound and thermal stability. We studied white OLEDs using $Zn(HPB)_2$ and Zn(HPB)q. The fundamental structures of the white OLEDs were ITO/PEDOT:PSS (23 nm)/NPB (40 nm)/$Zn(HPB)_2$ (40 nm)/Zn(HPB)q (20 nm)/Alq_3 (10 nm)/LiAl (120 nm). As a result, we obtained a maximum luminance of 15325 cd/m^2 at a current density of 997 mA/cm^2. The CIE(Commission International de l'Eclairage) coordinates are (0.28, 0.35) at an applied voltage of 9.75 V.

Key Words : OLEDs, White emission, Zn(HPB)q, $Zn(HPB)_2$

1. 서 론

저분자 화합물을 기초로 하는 OLEDs는 저전압 구동, 저생산 비용, 고선명, 빠른 응답속도 등의 이유로 차세대 평판디스플레이로 각광 받고 있다[1]. 최근, 킬레이트 금속 착물(chelate metal complex)을 발광재료를 사용한 다층구조 OLEDs에서 고휘도, 고효율 소자에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. Kido 등은 다중 발광층 구조를 이용하여 처음으로 백색 발광을 구현하였다[2]. 다층구조 OLEDs에서 백색 발광을 구현할 경우, 디스플레이 광원 백라이트 기술에 응용하여 저생산 제작 기술이 가능해 질 수 있다[3]. 그렇지만, white OLEDs는 전압, 전류의 변화에 따라 CIE(Commission International de l'Eclairage)좌표가 이동하는 문제를 가지고 있다[4].

본 연구에서는 합성된 물질인 $Zn(HPB)_2$와 Zn(HPB)q를 이중 발광층으로 사용하여 white OLEDs를 구현하였다. 한편, $Zn(HPB)_2$와 Zn(HPB)q의 합성 및 발광특성에 관해서는 이미 보고 하였다[5].

2. 실 험

본 실험에서는 ITO를 양극으로, Li:Al을 음극으로 각각 사용하였다. 소자제작에 사용한 ITO 박막의 두께는 120 ㎚이었으며 표면 저항은 10 Ω/㎠ 이었다. 소자의 발광면적은 3 ㎜×3 ㎜ 크기로 하였다. 유기물을 증착하기 전에 ITO 기판을 1분 동안 UV-ozone 표면 처리 하였다. UV-ozone 표면 처리는 ITO 표면에 잔존해 있는 불순물을 제거하여 OLED 효율을 향상 시킨다. 유기물과 금속의 증착은 5×10^{-6} torr 진공도에서 1.0 Å/s, 10 Å/s의 증착율로 각각 증착하였다. 소자구조는 ITO/PEDOT:PSS (23 ㎚)/NPB (40 ㎚)/$Zn(HPB)_2$ (40 ㎚)/Zn(HPB)q (20 ㎚)/Alq_3 (10 ㎚)/Li:Al (120 ㎚)로 실험하였다. $Zn(HPB)_2$와 Zn(HPB)q를 발광층으로 사용하였고, Alq_3를 전자수송층으로 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1에 $Zn(HPB)_2$와 Zn(HPB)q의 분자구조와 PL (photoluminescence)스펙트럼을 각각 나타내었다. $Zn(HPB)_2$와 Zn(HPB)q의 PL 피크는 455 nm와 535 nm로 각각 관찰되었다. $Zn(HPB)_2$는 blue 발광, Zn(HPB)q는 yellowish green 발광하는 것을 확인 할 수 있었다.

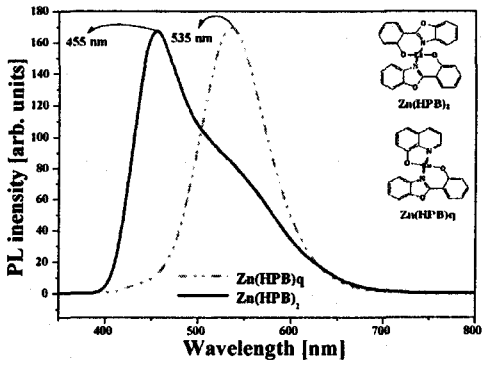

그림 1. $Zn(HPB)_2$, Zn(HPB)q의 PL 스펙트럼 및 분자 구조

그림 2는 본 실험에서 사용된 소자의 전압-전류밀도-휘도 특성을 보여주고 있다. 전류밀도가 955 ㎃/㎠ 일 때 소자의 최고 휘도는 15171 cd/㎡ 임을 확인 할 수 있었다.

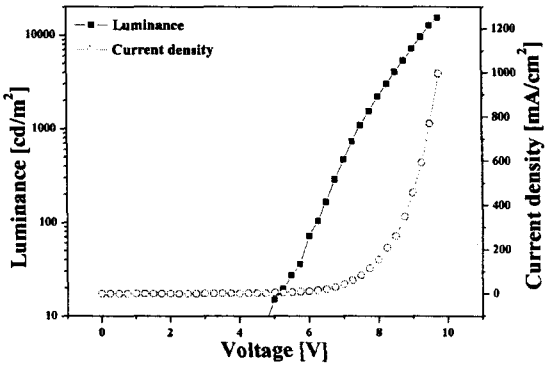

그림 2. 전압-전류밀도-휘도 특성

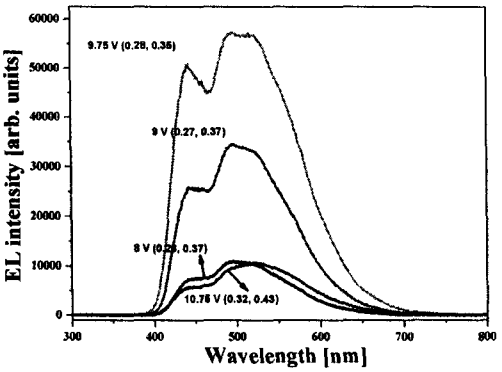

그림 3. 구동 전압 변화에 따른 EL 스펙트럼

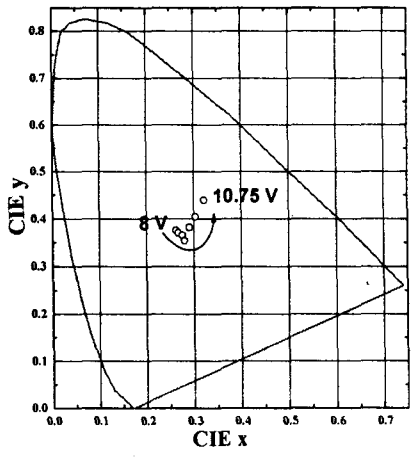

그림 4. 구동 전압에 따른 CIE 좌표

그림 3은 구동 전압 변화에 따른 EL 스펙트럼의 변화를 보여주고 있다. 전압이 증가 할수록 blue 발광이 증가하여 2개의 피크가 나타남을 확인 할 수 있다.

그림 4는 구동 전압 변화에 따른 CIE 좌표 변화를 나타내었다. 구동 전압이 증가 할수록 CIE 좌표는 8 V 일 때 (0.26, 0.37), 9.75 V 일 때 (0.28, 0.35), 그리고 10. 75 V 일 때 (0.32, 0.43)로 나타났다. 저전압에서는 $Zn(HPB)_2$의 휘도가 EL 소자의 적은 영향을 주지만, 전압이 증가 할수록 blue 피크가 증가하여 $Zn(HPB)_2$의 휘도가 EL 소자의 영향을 주는 것을 확인 할 수 있다. 이것은, 구동 전압이 증가 할수록 bluish green에서 white 발광으로 변화한다는 것을 나타내는 것이다. 이러한 변화는 전압이 증가 할수록 소자의 main exciton recombination 지점이 $Zn(HPB)_2$ 경계에서 점차적으로 Zn(HPB)q 경계로 이동한 것으로 생각된다. 소자의 main exciton recombination 지점의 변화가 EL 스펙트럼 및 CIE 좌표에 영향을 미치는 것으로 생각 할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 발광 물질인 $Zn(HPB)_2$와 Zn(HPB)q를 합성하여 이중 발광층 구조를 가지는 white OLEDs를 제작하였다. 소자구조는 ITO/PEDOT:PSS (23 ㎚)/NPB (40 ㎚)/$Zn(HPB)_2$ (40 ㎚)/Zn(HPB)q (20 ㎚)/Alq_3 (10 ㎚)/Li:Al (120 ㎚)로 하였다. 그 결과 전류밀도가 955 ㎃/㎠ 일 때 white OLEDs의 최고 휘도는 15171 cd/㎡ 임을 확인 하였다. 그리고 CIE 좌표는 구동전압이 9.75 V 일 때 (0.28, 0.35)로 측정되어 백색 발광을 하는 것을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-2006-000-11120-0) 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

[1] J. R. Sheats, H. Antoniadis, M. Hueschen, W. Leonard, J. Miller, R. Moon, D. Roitman and A. Stocking, "Organic Electroluminescent Devices", Science, Vol. 273, p. 884, 1996.

[2] J. Kido, M. Kimura, K. Nagai, "Multilayer white light-emitting organic electroluminescent device", Science, Vol 267, p. 1332, 1995.

[3] M. Mazzeo, D. Pisignano, L. Favaretto, G. Sotgiu, G. Barbarella, R. Cingolani and G. Gigli, "White emission from organic light emitting diodes based on energy down-convertion mechanisms", Synthetic Metals, Vol. 139, p. 675, 2003.

[4] X. Y. Jiang, Z. L. Zhang, B. X. Zhang, W. Q. Zhu, S. H. Xu, "Stable and current independent white-emitting organic diode", Synthetic Metals, Vol. 129, p. 9, 2002.

[5] Y. K. Jang, D. E. Kim, W. S. Kim, O. K. Kwon, B. J. Lee and Y. S. Kwon, "Electroluminescent properties of organic light emitting diodes using $Zn(HPB)_2$ and Zn(HPB)q", Colloids and Surfaces A, In press.