

Zn-complexes를 이용한 White OLED의 효율 향상 관한 연구

김동은, 최규채, 권영수*
 동아대학교 전기공학과

Improvements of Efficiency in White OLED using Zn-complexes

Dong-Eun Kim, Gyu-Chae Choi, Young-Soo Kwon*
 Department of Electrical Engineering, Dong-A University

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 Zn(HPB)₂ and Zn(PQ)₂, which have a low molecular compound and thermal stability. We studied white OLEDs using Zn(HPB)₂ and Zn(PQ)₂. The fundamental structures of the white OLEDs were ITO / NPB (40 nm) / Zn(HPB)₂ (40 nm) / Zn(PQ)₂ (20 nm) / LiAl (120 nm). As a result, we obtained a maximum luminance of 4200 cd/m² at a current density of 440 mA/cm². The CIE (Commission International de l'Eclairage) coordinates are (0.319, 0.338) at an applied voltage of 10 V.

2. 실험

본 실험에서는 ITO를 양극으로, Li:Al을 음극으로 각각 사용하였다. 소자제작에 사용한 ITO 박막의 두께는 120 nm이었으며 표면 저항은 10 Ω/cm² 이었다. 소자의 발광면적은 3 mm×3 mm 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 0.1nm/s, 1nm/s의 증착율로 각각 증착하였다. 소자구조는 ITO / NPB(40nm) / Zn(HPB)₂(40nm) / Zn(PQ)₂ / Li:Al 제작하였으며, Zn(PQ)₂의 두께를 20 nm, 30 nm, 40 nm로 변화시켜서 실험을 진행하였다

1. 서론

저분자 화합물을 기초로 하는 OLED는 저전압 구동, 저생산 비용, 고선명, 빠른 응답속도 등의 이유로 차세대 평판디스플레이로 각광받고 있다[1]. 최근, 킬레이트 금속 착물(chelate metal complex)을 발광재료를 사용한 다층구조 OLED에서 고휘도, 고효율 소자에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. Kido 등은 다중 발광층 구조를 이용하여 처음으로 백색 발광을 구현하였다[2].

White OLED는 대면적 고화질의 OLED 디스플레이로의 응용성뿐만 아니라 LCD 백라이트와 일반 조명 등의 다양한 응용 가능성으로 인하여 국내외 연구자들에 의하여 본격적인 연구가 이루어지고 있다. 특히, White OLED 기술의 새로운 응용분야로서 일반 조명으로 활용하고자 하는 연구는 선진국을 중심으로 활발하게 이루어지고 있다 [3]. OLED와 무기 LED와 같은 고체 상태광원(Solid State Lighting)이 기존의 형광등과 백열등 같은 가스 상태 광원(Vapor State Lighting)에 비하여 에너지 효율이 매우 높아 에너지 절약 측면에서 그 중요성이 대두되고 있다 [4].

기존의 백라이트가 갖지 못하는 장점을 지닌 고효율의 White OLED 패널을 개발한다면, 변환장치가 필요 없기 때문에 얇고 가벼운 백라이트 제품을 기대할 수 있고, 소비전력이 낮고 화면을 균일하게 조명할 수 있기 때문에 고부가가치의 LCD 디스플레이 장치를 구현할 수 있다. 이와 동시에 차세대 디스플레이로 유망한 풀컬러 OLED 디스플레이에도 핵심 재료로 이용 가능하며, 또한 면조명 등의 광원 용도에의 응용도 가능하리라 예측 된다 [5].

본 연구에서는 합성된 물질인 Zn(HPB)₂와 Zn(PQ)₂를 이중 발광층으로 사용하여 white OLED를 구현하였다.

표 1. 소자구조

| | 소자 구조 |
|----------------|---|
| Device1 | ITO/NPB(40nm)/Zn(HPB) ₂ (40nm)/Zn(PQ) ₂ (20nm)/LiAl |
| Device2 | ITO/NPB(40nm)/Zn(HPB) ₂ (40nm)/Zn(PQ) ₂ (30nm)/LiAl |
| Device3 | ITO/NPB(40nm)/Zn(HPB) ₂ (40nm)/Zn(PQ) ₂ (40nm)/LiAl |

3. 결과 및 검토

그림 1에 Zn(HPB)₂와 Zn(PQ)₂의 PL 스펙트럼을 각각 나타내었다. Zn(HPB)₂와 Zn(PQ)₂의 PL 피크는 450 nm와 570 nm로 각각 관찰되었다. Zn(HPB)₂는 blue 발광, Zn(PQ)₂는 yellow 발광하는 것을 확인 할 수 있었다.

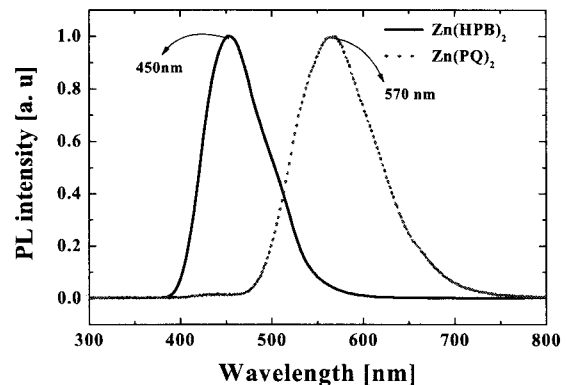
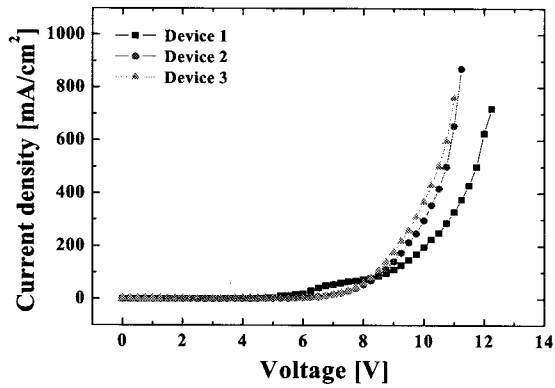
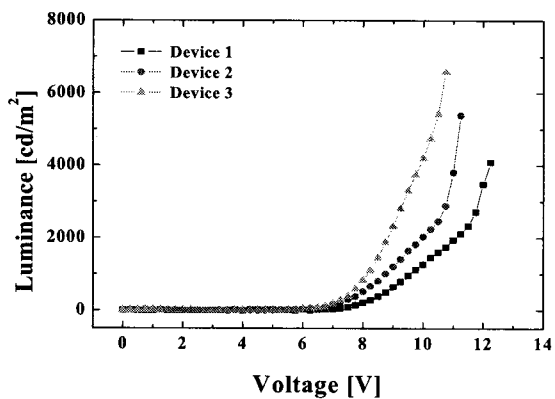


그림 1. Zn(HPB)₂, Zn(PQ)₂의 PL 스펙트럼



(a)



(b)

그림 2. (a) 전압-전류밀도 특성
(b) 전압-휘도 특성

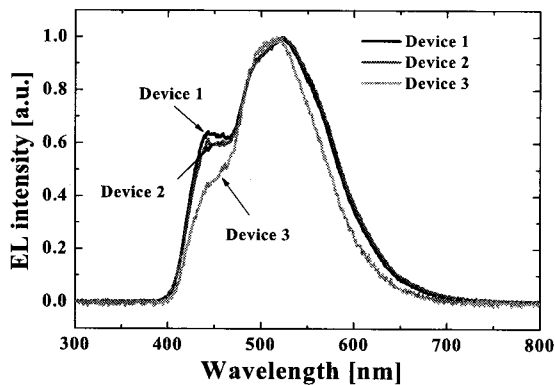


그림 3. EL 스펙트럼

그림 2는 본 실험에서 사용된 소자의 (a)전압-전류밀도, (b)전압-휘도 특성을 나타낸 것이다. 그림 3에 Zn(PQ)₂의 두께에 따른 EL 스펙트럼을 나타내었다. Zn(PQ)₂의 두께가 증가할수록 Blue 피크가 감소함을 확인 할 수 있다. 이것은 Zn(PQ)₂의 두께가 증가 할수록 Zn(HPB)₂ 층에서의 전자와 정공의 재결합보다 Zn(PQ)₂ 층에서의 재결합이 많이 일어나 blue 피크보다 yellow 피크가 더 강하게 나타났다.

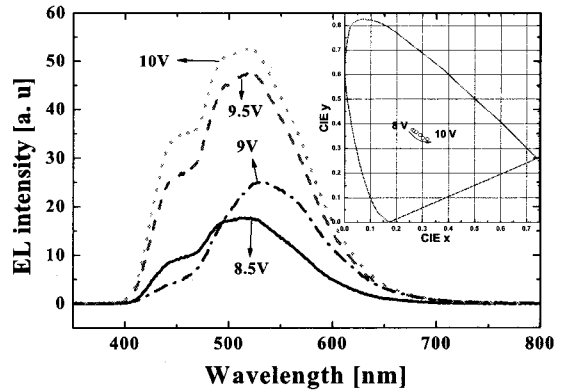


그림 4. Device 1의 구동 전압에 따른 EL 스펙트럼 및 CIE 좌표

그림 4는 Device 1의 구동 전압에 변화에 따른 EL 스펙트럼 및 CIE 색좌표이다. 전압이 증가 할수록 blue 발광이 증가하여 2개의 피크가 나타남을 확인 할 수 있다. 구동 전압이 증가 할수록 CIE 좌표는 8 V 일 때 (0.262, 0.376)에서 10 V 일 때 (0.319, 0.338)로 나타났다. 저전압에서는 Zn(HPB)₂의 휘도가 EL 소자의 적은 영향을 주지만, 전압이 증가 할수록 blue 피크가 증가하여 Zn(HPB)₂의 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(PQ)₂ 경계에서 점차적으로 Zn(HPB)₂ 경계로 이동한 것으로 생각된다. 소자의 main exciton recombination 지점의 변화가 EL 스펙트럼 및 CIE 좌표에 영향을 미치는 것으로 생각 할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 발광 물질인 Zn(HPB)₂와 Zn(PQ)₂를 합성하여 이중 발광층 구조를 가지는 white OLED를 제작하였다. Zn(PQ)₂의 두께를 변화시켜서 소자를 각각 제작하였다. 그 결과 Zn(PQ)₂의 두께가 20 nm 일 때 White OLED의 최고 휘도는 4200 cd/㎡임을 확인 하였다. 그리고 CIE 좌표는 구동전압이 10V 일 때 (0.319, 0.338)로 측정되어 백색을 발광하는 것을 확인하였다.

[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-conversion 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.