

새로운 이리듐 화합물을 이용한 적색 인광 유기 발광 다이오드

공두원, 김준호, 이금희*, 윤승수*, 김영관
 홍익대학교, 성균관대학교*

Red Electrophosphorescent Organic Light-emitting Diodes Based on New Iridium Complexes.

Doowon Gong, Jun-Ho Kim, Kum Hee Lee*, Seung Soo Yoon*, Young kwan Kim
 Hongik Univ., Sungkyunkwan Univ.*

Abstract : New iridium complexes that have carbonyl group were synthesized and demonstrated various red light emission in organic light-emitting diodes (OLEDs). The maximum luminance of 57000 ~ 15300 cd/m² at 15 V and the luminance efficiency of 22.8 ~ 5.6 cd/A at 20 mA/cm² were achieved respectively. The peak wavelength of the electroluminescence were at 570 ~ 604 nm and the device also showed a stable color chromaticity with various voltages.

Key Words : OLEDs, red phosphorescent dye, iridium complexes.

1. 서론

최근에 각광받고 있는 디스플레이중 하나인 유기 발광다이오드 (OLEDs)를 사용하여 Full color를 실현하는 위해서는 기본적으로 적색, 녹색, 청색의 발광 재료가 필요하다. 그 중 적색 발광재료는 다른 발광재료에 비해 낮은 발광 효율과 넓은 발광대역으로 인한 색순도의 저하로 인해 full color OLED를 실용화 하는데 가장 큰 문제점이었다. 이를 해결하기 위해 100 %에 가까운 높은 내부양자효율을 얻을 수 있는 중금속 화합물을 이용한 물질이 최근에 널리 연구되어지고 있다.[1]

따라서, 본 논문에서는 높은 효율의 소자를 제작하기 위해 여러 iridium 화합물에 카르보닐기를 도입한 도판트를 사용하여 각각의 전기적 및 광학적 특성을 연구하였다.

2. 실험

본 연구에 사용된 기판은 indium-tin-oxide (ITO)가 코팅된 glass로 가로, 세로 길이가 각각 30 x 30 mm²인 코팅된 ITO의 두께는 100 nm, 표면 저항은 30 Ω/□ 이었다. ITO가 코팅된 glass는 아세톤에 15 분, 메탄올에 15 분, 이차 증류수에 15 분 동안 세척한 후 O₂ 플라즈마를 125 W, 2 X 10⁻² torr에서 약 2분간 처리하였다.

그림 1에서 보듯이 소자의 구조는 ITO / N,N'-bis-(1-naphyl)-N,N'-diphenyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine (NPB, 65 nm) / 4,4',N,N'-dicarbazole-biphenyl (CBP) : red dopant (8%, 30 nm) / bathocuproine (BCP, 10 nm) / tris-(8- hydroxyquinoline)aluminum(III) (Alq₃, 25 nm) / Lithium quinolate (Liq, 2 nm) / Al (100 nm)

의 순서로 증착하였다.[2] 여기서 ITO는 양극으로, NPB는 정공 수송층으로, CBP host에 적색 도판트를 도핑하여 적색 인광 발광층으로, BCP는 정공 저지층으로, Alq₃는 전자 수송층으로, Liq는 전자 주입층으로 그리고 Al은 음극으로 각각 사용하였다. 특히 적색 도판트 물질은 red-1에서 red-6까지 iridium 기본 구조에 카르보닐기를 가진 구조로 분자량의 크기 순서로 나타내었다. 증착은 2 x 10⁻⁶ torr에서 이루어졌으며, PLASMOS elipsometer를 이용하여 두께를 확인하였다. 완성된 소자의 전류밀도-전압(current density - voltage) 특성은 Keithley 236을 이용하여 측정하였으며, 휘도와 CIE 좌표는 Minolta의 CS-100A를 이용하여 측정하였다.

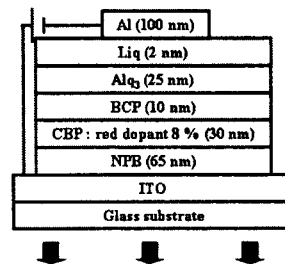


그림 1. 발광 소자의 구조

3. 결과 및 고찰

그림 2는 전압에 따른 휘도를 측정한 결과를 나타낸 것이다. 15 V에서의 휘도는 57000, 41800, 15300, 33100, 48300, 20700 cd/m²로 각각 다르게 나타났다. 그러나 그림 2에 삽입된 전압에 따른 전류밀도의 그림에서 보듯이 소자는 구조적으로 동일하기 때문에 거의 동일한 전류밀도를 보였다.

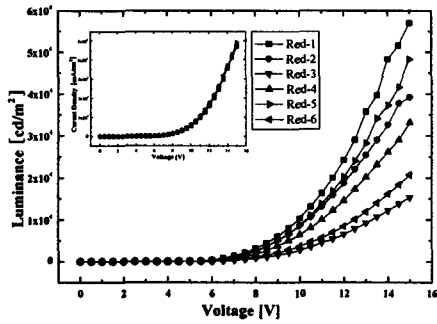


그림 2. 전압에 따른 휘도 변화, 전압에 따른 전류밀도 변화(상입)

그림 3에서 보듯이 전류밀도에 따른 발광효율은 각각의 전류밀도가 거의 같으므로 휘도가 높을수록 높은 발광효율을 보이고 있다. 특히 20 mA/cm² 에서의 발광효율은 22.8, 17.5, 5.5, 13.1, 18.6, 8.3 cd/A 의 값을 보이고 있다.

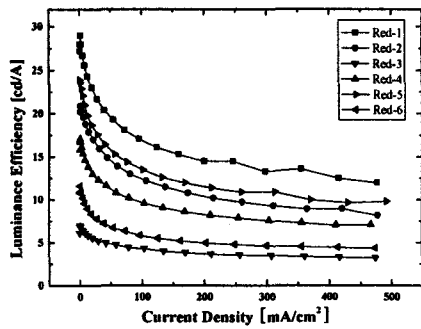


그림 3. 전류밀도에 따른 발광효율 변화

그림 4에서는 각각의 도판트를 사용하여 소자를 제작한 후에 12 V 에서의 발광 특성을 살펴보았다. EL peak는 물질 내부의 작용기의 종류와 위치에 따라 각각 577, 570, 600, 578, 585, 604 nm로 약 35 nm 의 넓은 영역에 걸쳐 peak이 고르게 나타남을 확인할 수 있다.

표 1. 적색 도판트에 따른 5 V 에서 15 V 까지의 CIE 좌표 변화

	CIE x축 좌표 5 V → 15 V	CIE y축 좌표 5 V → 15 V
red-1	0.576 → 0.559	0.422 → 0.439
red-2	0.536 → 0.524	0.461 → 0.471
red-3	0.585 → 0.570	0.413 → 0.428
red-4	0.646 → 0.640	0.347 → 0.355
red-5	0.635 → 0.634	0.350 → 0.365
red-6	0.589 → 0.578	0.403 → 0.420

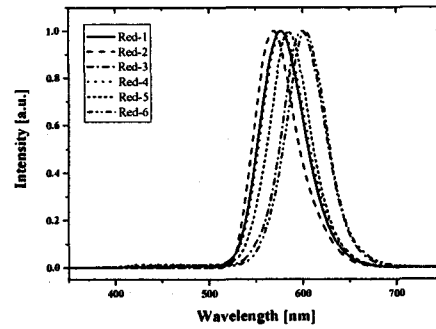


그림 4. 적색 도판트에 따른 12 V 에서의 발광 특성 변화

표 1은 전압이 소자가 발광하기 시작하는 5 V 에서 15 V 까지 변하는데 따른 CIE 좌표의 변화를 나타내었다. 구동 전압이 높아질수록 x 축은 0.001 에서 0.017 까지 감소하고, y 축은 0.008 에서 0.017 까지 증가하여 보다 오렌지색이 많이 섞이는 쪽으로 움직이는 것을 볼 수 있었다.

4. 결론

본 실험에서는 카르보닐기가 도입된 여러 가지의 새로운 iridium 인광 물질을 사용하여 최적화된 소자를 제작하고 특성을 평가하였다. 도판트로 사용된 물질에 도입된 작용기들의 위치와 종류에 따라 휘도는 15300에서 57000 cd/m² 까지 변화하였다. 이때의 전류밀도는 도판트의 종류에 상관 없이 비슷한 경향을 보였으며, 따라서 전류밀도에 따른 발광 효율도 20 mA/cm² 일때 22.8 에서 5.6 cd/A로 휘도가 높을수록 높은 값을 나타내었다.

카르보닐기를 비롯한 여러 작용기들을 위치와 종류를 달리하여 도입함으로써 물질의 밴드갭을 조절하여 다양한 휘도와 색좌표를 얻을 수 있음을 보였다.

감사의 글

이 논문은 서울시 차세대 감성형 디지털 정보 디스플레이 혁신 클러스터 구축의 연구비에 의하여 지원되었음 (10555).

참고 문헌

- [1] M. A. Baldo, D. F. O'Brien, Y. You, A. Shoustikov, S. Sibley, M. R. Thompson and S. R. Forrest, Nature. **395**, 151 (1998).
- [2] J. Ding, J. Gao, Q. Fu, Y. Cheng, D. Ma and L. Wang, Synthetic Metals. **155**, 539 (2005)