

# 청색인광 OLED의 재결합 영역에 관한 연구

김태용, 문대규

순천향대학교 공과대학 디스플레이 신소재공학과

## Study on recombination zone of blue phosphorescent OLED

Tae Yong Kim, Dae-Gyu Moon

SoonChunHyang University

**Abstract :** In this study, we have investigated the recombination zone in the blue phosphorescent organic light-emitting devices with various partially doped structures. The basic device structure of the blue PHOLED was anode / hole injection layer (HIL) / hole transport layer (HTL) / emitting layer (EML) / hole blocking layer (HBL) / electron transport layer (ETL) / electron injection layer (EIL) / cathode. After the preparation of the blue PHOLED, the current density (J) - voltage (V) - luminance (L) and current efficiency characteristics were measured.

**Key Words :** Blue PHOLED, EML.

### 1. 서론

OLED(Organic Light-Emitting Device)는 저전압구동, 얇은 두께, 자발광에 의한 고 인식성 및 넓은 시야각, 빠른 응답속도 등의 많은 장점과 플렉시블 디스플레이를 실현할 수 있는 차세대 평판 디스플레이로 많은 관심의 대상이 되고 있으며, 친환경 고효율 조명으로써의 응용 분야에 이르기까지 연구가 매우 활발히 이루어지고 있다.

1963년 Pope등에 의해 안트라센(anthracene) 단결정으로 부터 최초로 발견하여[1] 1987년 Kodak사의 C. W. Tang 과 Vanslyke에 의해 높은 효율의 전기발광을 얻을 수 있다는 것을 발표하였고, 1989년 발광층에 청색 또는 적색의 유기 형광색소를 소량 도핑(doping)하여 호스트와 도판트 간의 에너지 전이에 의하여 발광효율이 증가하고 전자와 정공이 계면에서 재결합한다고 보고하였다.[2-3]

1998년 Baldo등은 발광층에 인광 색소인 PtOEP(Pt(II) octaethylporphine) 및 중금속화합물 Ir(ppy)<sub>3</sub>을 도핑하여 내부 양자효율이 기존의 형광 25%에 인광 75%를 포함하여 이론적인 100%까지 응용할 수 있음을 보여주었고 외부 양자효율은 기존의 수 %에서 23%까지 향상된 우수한 적색 인광 OLED를 개발하였다.[4] 이 후, OLED소자에 성능이 급진적으로 향상되고 인광OLED에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 청색인광 유기발광소자에 관해서는 효율, 수명특성 개선 등에 관한 지속적인 연구가 지금도 진행 중이다. 본 연구에서는 OLED가 풀컬러(full-color) 화면 구현 및 면발광 조명으로 사용되는데 있어 필요한 빛의 삼원색인 적색, 녹색, 청색 중 인광도펀트인 FIrpic과 호스트 재료 mCP를 이용하여 청색인광 OLED의 발광층 위치에 따른 재결합 영역에 관하여 연구하였다.

### 2. 실험

본 연구에서는 청색 유기발광 소자의 발광영역을 알아보기 위하여 OLED소자의 발광층으로 사용된 mCP:FIrpic층

의 위치에 변화를 주어 OLED를 제작하였다.

면 저항 10Ω/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. 진공 챔버내에서 먼저 정공주입층(HIL15nm)을 증착하고 전공수송층(ETL40nm)를 증착한 후 호스트재료인 mCP에 청색인광물 질인 FIrpic을 10% 도핑하여 발광층으로 사용하였으며, 이 후 정공저지층(HBL10nm)을 증착하였다. 다음 전자수송층(ETL20nm)을 증착하였으며 LiF(0.5nm)와 Al(100nm)을 사용하여 음극을 형성하였다. 소자의 구조는 그림 1과 같고, O<sub>2</sub>gas를 이용하여 산소플라즈마 처리를 하였다. 유기물과 금속을 증착하기 위한 진공도는 모두 10<sup>-6</sup> torr였으며, 제작된 OLED의 I-V-L과 EL스펙트럼의 특성은 Keithley2400 Sourcemeter와 Minolta CS1000, CS100의 측정장비를 이용하였다.

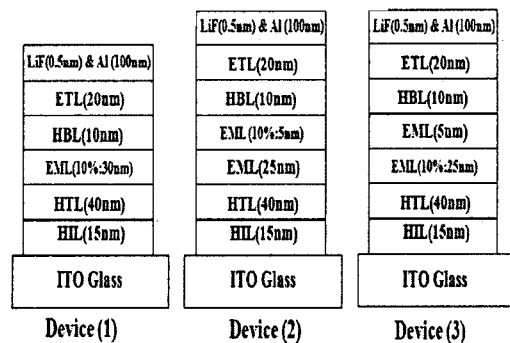


그림 1. mCP : FIrpic (10%)층의 위치에 따른 소자의 구조

### 3. 결과 및 고찰

그림 2와 그림 3는 청색유기발광 소자의 발광층인 mCP : FlIpic (10%)층의 위치에 따른 전류밀도-전압 곡선과 전류효율을 나타낸 그래프이다.

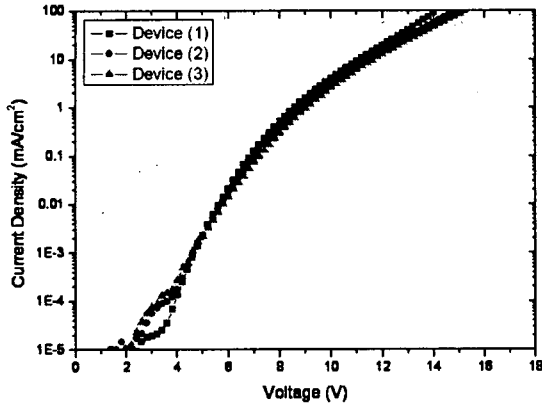


그림 2. mCP : FlIpic (10%)층의 위치에 따른 전류밀도(Log J)-전압(V)

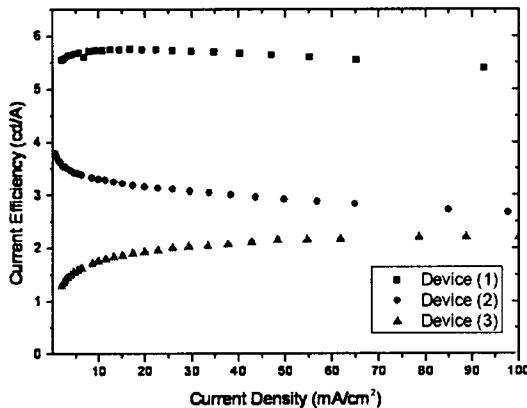


그림 3. mCP : FlIpic (10%)층의 위치에 따른 전류효율

그림 2에서 보여지는 전류밀도(J)-전압(V)-휘도(L)의 특성을 살펴보면, mCP : FlIpic (10%)층의 위치가 전기적인 특성에는 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 알았다. 이것은 mCP가 전류의 흐름을 주도하기 때문인 것으로 보이며 그림 3의 mCP : FlIpic (10%)층의 위치에 따른 전류효율 그래프를 살펴보면, Device (2)가 Device (3) 보다 최대 전류효율이 높게 측정 된 것으로 보아, 발광층(EML)과 정공 저지층(HBL)의 계면에서 전자와 정공의 재결합 수가 많다는 것을 알 수 있다.

### 4. 결론

본 연구에서는 발광층의 위치가 전기적특성에 커다란 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있다. 또한 그림 4의 mCP : FlIpic (10%)층의 위치에 따른 전류효율 그래프를 살펴보면, Device (2)가 Device (3) 보다 최대 전류효율이

높게 측정 된 것으로 보아, 발광층(EML)과 정공 저지층(HBL)의 계면에서 전자와 정공의 재결합 수가 많다는 것을 알았다. 따라서 ITO / HIL (15nm) / HTL (40nm) / mCP : FlIpic (10 % : 30 nm) / HBL (10nm) / ETL (20nm) / LiF (0.5nm) / Al (100nm)의 구조를 가진 청색 인광 유기 발광 소자의 발광위치는 발광층(EML)과 정공 저지층(HBL)의 계면임을 알 수 있다.

### 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술 재단의 지역 혁신 인력양성사업으로 수행된 결과임.

### 참고문헌

- [1] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, "ORganic electroluminescent diode", Appl. Phys. Lett., Vol. 51, No. 12, pp.913-914, 1987.
- [2] M. Pope et al., J. Chem. Phys. 38, 2042(1963)
- [3] C. W. Tang, S. A. Vanslyke, and C. H. Cheon, J. Appl. Phys. 65, 3610-3616 (1989)
- [4] M. A. Baldo, D. F. O'Brien, Y. Yiu, A. Shoustikov, S. Sibley, M. Thompson, S. R. Forrst, Nature, 395, 151(1998)