

# 단일 호스트를 이용하여 선택적으로 도핑된 백색 OLED 제작

서유석, 문대규  
순천향대학교

## Fabrication of White Organic Light Emission Device Using Selective Doping in a Single Host

Yu-seok Seo, Dae-gyu Moon  
Soonchunhyang University

**Abstract** : White light emitting device based on a red fluorescence material (5,6,11,12)-Tetraphenylanthracene(Rubrene) has been fabricated. The white OLED consists of it and a blue phosphorescent material FirPic (iridium-bis(4,6-difluorophenylpyridinato-N,C2)-picolate). The threshold voltage is 5.3V, and the brightness reaches 1000 cd/m<sup>2</sup> at 11V, 14.5 mA/cm<sup>2</sup>. The color of the light corresponds to a CIE coordinate of (0.30, 0.38). The highest efficiency of the device can reach 9.5 cd/A or 5.5 lm/W at 6V, 0.1mA/cm<sup>2</sup>.

**Key Words** : WOLED, Firpic, Rubrene

### 1. 서론

광원으로써 백색 Organic light emitting diode(OLED)는 높은 휘도 및 발광 효율, 우수한 색순도, 대면적 면광원 제작 가능, 저가 공정, 및 다양한 재질의 기판에 제작이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 이러한 장점으로 인해 OLED를 이용한 광원은 차세대 광원 및 BLU(Back light unit)로 많은 연구가 진행되고 있다. 백색 OLED는 1995년 야마가타(Yamagata) 대학의 기도(Kido) 교수팀이 적색, 녹색, 청색 발광 특성을 갖는 발광층을 적층하여 백색 발광 특성을 보고한 이래로 고효율, 장수명 특성 및 우수한 색순도를 구현하기 위한 여러 가지 재료 및 소자구조 개발이 진행되어 오고 있다.

OLED에서 백색광을 구현하는 방법은 크게 레드(Red), 그린(Green), 블루(Blue) 발광 물질을 공통의 호스트 물질에 도핑하는 방법, 레드, 그린, 블루 발광 물질을 각각 수평으로 적층하여 동시에 발광시키는 방법, 서로 보색 관계를 갖는 두 색을 적층하는 방법, 단일 발광층으로 eximer, exciplexes의 형성에 의한 넓은 파장대의 발광 특성을 얻는 방법, 그리고 청색 발광층 으로부터 컬러 변화층을 이용하는 down conversion등의 방식이 보고되고 있다.

본 연구에서는 발광층의 단일 호스트로 1,3-Bis(carbazol-9-yl)benzene(MCP)를 사용하고 청색도판트로로는 Bis(3,5-difluoro-2-(2-pyridyl)phenyl)-(2-carboxypyridyl) iridium III(Firpic)을, 적색도판트로로는 (5,6,11,12)-Tetraphenylanthracene(Rubrene)을 이용하여 백색 OLED소자를 제작하고 전기적·광학적 특성을 분석 하였다.

### 2. 실험

실험에 사용된 기판은 투명양극으로 두께는 150 nm인

고 면저항은 20 Ω/sq 인 indium tin oxide (ITO)가 코팅된 유리 기판을 사용 하였다. 패턴된 ITO 기판은 acetone, methanol, isopropylalcohol 의 순서로 각각 5분씩 초음파 세척한 후 질소로 건조시켰다.

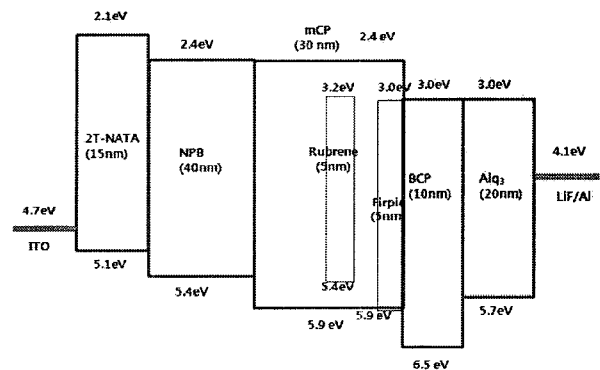


그림 1. 본 연구에서 제작한 백색 OLED의 소자구조.

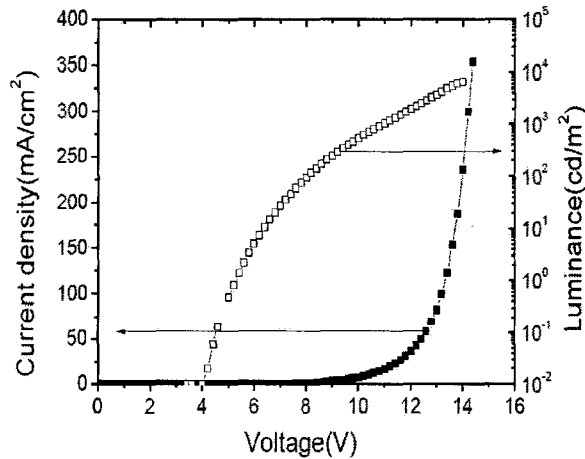
기판을 진공챔버에 넣고 Hole injection layer (HIL) 으로는 4,4',4''-Tris(N-(2-naphthyl)-N-phenyl-amino)triphenylamine (2T-NATA) 를 15 nm, Hole transport layer (HTL) 으로는 N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine(NPB) 40 nm 증착하였다. Emission layer (EML)은 호스트 물질 mCP에 Firpic을 10 wt% 로 하여 Hole blocking layer (HBL) 와의 계면에 5nm 두께로 도핑 하였고, 적색도판트인 Rubrene은 청색발광층 으로부터 5nm의 간격을 두고 5nm의 두께로 도핑하였다. EML 도핑영역은 그림 1에 나타내었다. HBL 역할을 하는 9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (BCP)는 10 nm로 Electron transport layer (ETL) 인

Tris(8-hydroxy-quinolinato)aluminium (Alq<sub>3</sub>)는 20 nm로 증착 하였다. 유기물 증착 후 4 mm 선폭의 금속 마스크를 이용하여 Electron injection layer (EIL)인 LiF를 0.5 nm, 음극으로 Al 100 nm를 증착 하였다.

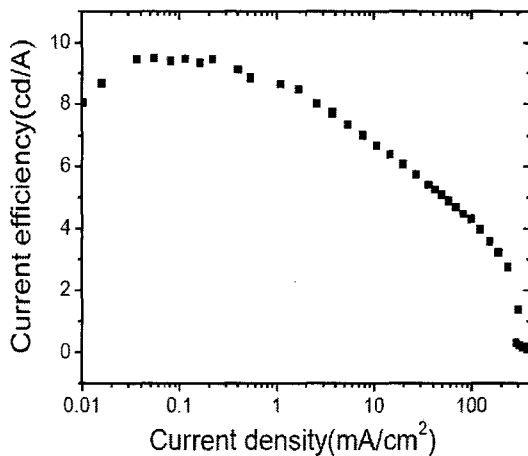
소자의 전기발광 스펙트럼은 spectro-radiometer(Minolta model CS-1000)을 사용 하였으며 전류밀도(J)-전압(V)-휘도(L) 특성은 source-measure unit(Keithley 2400) 과 chromameter(Minolta CS-100A) 를 사용하여 상온에서 동시에 측정하였다.

### 3. 결과 및 검토

그림 2의 (a)는 제작된 백색 OLED의 전류밀도-전압-휘도의 특성 곡선이다.



(a) 전류밀도-전압-휘도 특성곡선



(b) 전류효율-전류밀도 곡선

그림 2. 백색 OLED의 전류밀도-전압-휘도 특성곡선과 전류효율-전류밀도 곡선

전류밀도가 100 mA/cm<sup>2</sup>일 때의 전압은 13.2 V 이고, 이때의 휘도는 4268 cd/m<sup>2</sup> 이다.

그림 2의 (b)는 제작된 백색 OLED의 전류효율-전류 밀도의 특성 곡선이다. 최대 전류효율은 9.5 cd/A로 나타났다.

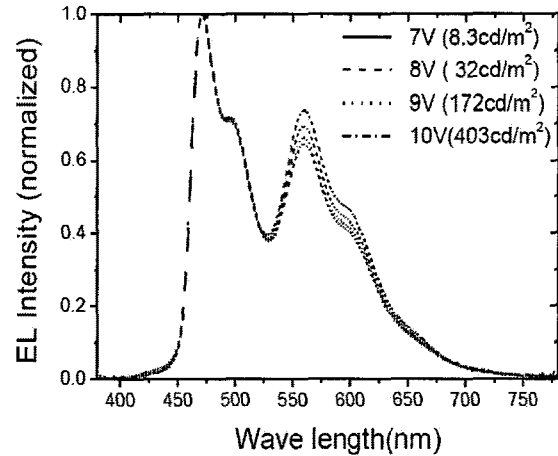


그림 3. 백색 OLED의 전압에 따른 발광 spectrum

그림3은 제작된 백색 OLED의 전압에 따른 발광 spectrum 으로 7 V ~ 10 V 에서의 결과이다. 청색인광 도펀트와 적색 형광 도펀트를 단일 호스트에 선택적으로 도핑하여 색좌표의 변화가 적은 백색 OLED를 제작할 수 있었다.

### 4. 결론

본 연구에서는 청색 인광 도펀트와 적색 형광 도펀트를 단일호스트 물질에 도핑 하여 백색 OLED소자를 제작 하였다. 동작전압은 5.3V 였고, 1000 cd/m<sup>2</sup>의 발광을 하는 전압은 11 V 였으며 이때의 전류 밀도는 14.5 mA/cm<sup>2</sup> 였다. CIE색좌표의 값은 (0.30, 0.38)의 백색 OLED 소자를 제작할 수 있었다. 제작된 소자의 전류효율은 9.5 cd/A 이고, 소비전력 효율은 5.5 lm/W 를 나타냈으며 이때의 전압과 전류밀도는 각각 6 V와 0.1 mA/cm<sup>2</sup>이었다.

### 참고 문헌

- [1] Y.-J. Tung, T. Ngo, M. Hack, J. Brown N. Koide, Y. Nagara, Y. Kato, H. Ito , SID 2004, paper 5.2.
- [2] G. Li and J. Shinar, Appl. Phys. Lett. 83, 5359 (2003).
- [3] Gernot Trattig, Alexander Pogantsch, Gregor Langer, Wolfgang Kem, and Egbert Zojer, Appl. Phys. Lett. 81, 4269 (2002).
- [4] Jung-An Cheng and Chin H. Chen. Mater. Chem., 15, 1179 (2005).
- [5] Shizuo Tokito, Toshiki Iijima, Toshimitsu Tsuzuki and Fumio Sato, Appl. Phys. Lett, 83, 2459