

White OLEDs의 전기 및 광학적 특성 평가

황선필, 운대규

순천대학교 공과대학 디스플레이 신소재공학과

Optical and electrical characteristics of White OLEDs

Sun Pil Hwang, Dae-Gyu Moon

SoonChunHyang University

Abstract : In this paper, the white organic light-emitting diode(OLED)was fabricated using the DPVBi of blue emitting material and a rubrene of orange color of fluorescent dye by vacuum evaporation processes.The device structure of OLED was Glass/ITO/2T-NATA(15nm)/NPB(3nm)/DPVBi(3nm)/DPVBi:rubrene[2%](10nm)/DPVBi(25nm)/Alq₃ or New-ETL(60nm)/LiF(0.5nm)/ Al(100nm). The device with the Alq₃ layer shows orange color, and the luminance of 1000cd/m² at an applied voltage of 10.4V. On the other hand, the New-ETL layer results in white color, CIE coordinates of (0.327, 0.323), and the lowered driving voltage of 5V for achieving the same luminance value.

Key Words : White OLED, Two-wavelength, New-ETL

1. 서 론

1987년 Tang 등에 의해 발광층과 정공수송층으로 이루어진 적층형 유기발광소자[1] 를 발표한 이후 저분자 유기발광소자의 개발은 R(red), G(green), B(blue) 3원색 발광소자 및 백색 유기발광소자 중심으로 개발이 진행되어 왔다. 특히 백색 유기발광소자에 관해서는 효율, 수명 특성 개선 등에 관한 계속적인 연구가 지금도 진행 중이다. 현재 백색발광의 경우 단일 색소로부터 발광특성을 얻을 수 없다. 이로 인하여 여러 개의 색을 혼합하여 동시에 발광시킴으로써 백색광을 구현하고 있다.

현재 사용 되고 있는 백색발광방법은 적색, 녹색, 청색인 3가지 색을 혼합한 3-파장방식과 청색과 오렌지색등을 혼합한 2-파장방식이 있다. 백색발광방법에 의한 백색광을 구현하기 위해 3-파장 방식이 가장 이상적인 방법으로 인식되어 왔으나, 적색 발광물질의 낮은 색순도와 낮은 안정성 때문에 실제 디스플레이 구성에는 적합하지 못하다.[2] 이 문제점을 해결하기 위하여 상대적으로 높은 안정성과 효율 및 우수한 공정성을 갖는 2-파장 방식이 사용되고 있다. 이 방식은 3-파장 방식보다 색 간섭이 적고 색 조절이 용이하다는 장점이 있다. 또한 발광물질로 사용되는 청색과 오렌지색 계열 발광물질은 높은 안정성과 효율을 가지고 있어 우수한 성능을 가진 백색발광소자의 제작에 적합하다고 연구 발표되었다.[3]

본 논문은 2-파장 방식의 백색 유기발광소자를 제작하는데 있어서 발광재료 DPVBi와 전자수송능력을 갖고 있

는 New-ETL과 Alq₃를 이용하여 청색계열의 발광을 구현하고 오렌지계열의 형광색소 rubrene으로 발광을 구현함으로써 백색광을 얻고자 한다.

청색/오렌지색 구조를 갖는 적층구조의 소자제작과 효율향상을 위한 전자수송층이 다른 두 종류의 소자를 제작하여 백색 유기발광소자 제작을 위한 구조적 최적화 및 재료의 최적화를 이루고자 한다.

2. 실험

본 연구의 OLED는 ITO가 코팅되어있는 Glass를 사용하여 Photolithography 공정을 이용하여 막대모양의 양극을 형성한 후 IPA, SC1용액, DI water에 세정한 후 질소분위기에서 건조하고 ITO의 표면을 산소에 의한 플라즈마 처리 한 후 2T-NATA/NPB/DPVBi/DPVBi:rubrene[2%]/DPVBi/Alq₃ or New-ETL/LiF/Al의 소자의 구조로 유기물과 금속을 진공 열 증착하였다.

소자제작 과정은 정공주입층(HIL)을 2-TNATA 15nm 정공수송층(HTL) NPB 발광층(EML)을 DPVBi 3nm, DPVBi:rubrene[2%] 10nm, DPVBi 25nm 3가지의 층으로 만들어 2파장의 색을 구현할 수 있게 구조를 만들고, 전자수송층(ETL)을 60nm로 Alq₃와 New-ETL로 변화를 주었고, 전자주입층(EIL)인 LiF는0.5nm, 음극은 Al은 100nm의 두께로 증착하였다. 유기물질은 0.7-1.0Å/s의 속도로 증착하였고, LiF는 0.5Å/s, Al은 0.5-5Å/s의 속도로 진공 증착하였다.

유기물과 금속을 증착하기 위한 진공도는 10⁻⁶ torr였

으며, 제작된 OLED은 Keithley2004 Sourcemer, Minolta CS1000, CS100의 측정장비를 이용하여의 I-V-L과 EL스펙트럼과 휘도의 특성을 평가하였다.

3.결과 및 고찰

그림 1은 두 소자의 전류밀도 값을 비교한 것으로 New-ETL은 5V에서 100mA/cm²를 나타내는 반면에 Alq₃

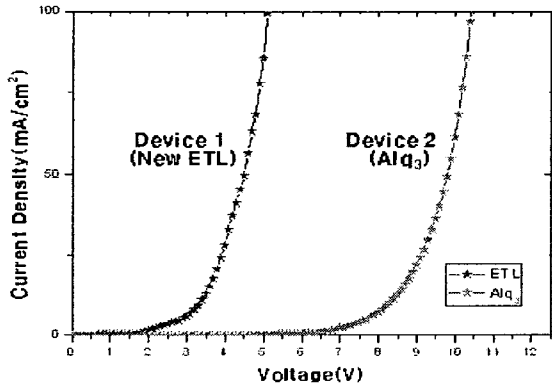


그림 1. 각 소자의 전류 밀도와 전압 그래프

는 4V에서 구동되는 것을 알 수 있었다. 그러므로 New-ETL이 더 낮은 전압에서 더 높은 전류밀도를 보이는 것을 알 수 있었다.

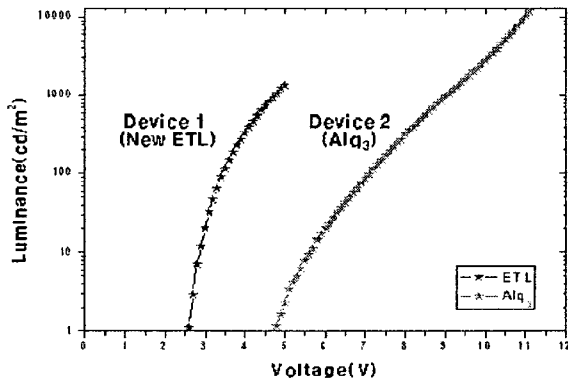


그림 2. 각 소자의 휘도와 전압 그래프

그림 2에서 각 소자의 휘도 비교를 알 수 있는데, New-ETL은 5V에서 1200 cd/m²를 나타내는 반면에 Alq₃는 5V에서 약 2 cd/m²를 나타내는 것을 알 수 있었다. 그러므로 New-ETL이 저 전압에서 구동되는 것과 같은 전압에서 더 높은 휘도를 보이는 것을 알 수 있었다.

그림 3은 ETL층을 Alq₃와 New-ETL을 전자수송층으로 사용하여 제작한 소자의 스펙트럼과 색좌표를 나타내었다. 여기에서는 New-ETL을 사용한 것은 EL 최대발광영역은 대략 440nm와 560nm이다. 이것은 기존의 DPVBi(438nm)와 rubrene(557nm)의 파장이므로 여기서는 DPVBi:rubrene와 양극 쪽의 DPVBi 층에서 전자와 정공이 재결합하여

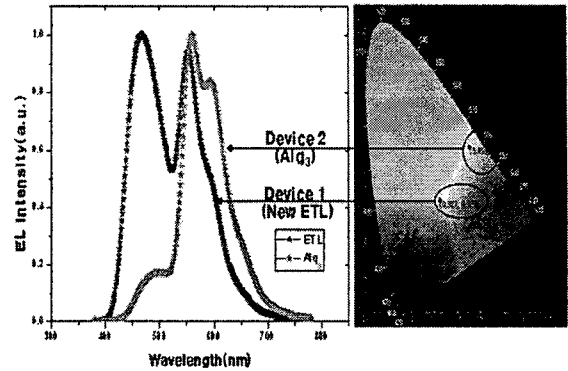


그림 3. 각 소자의 Spectrum과 CIE 색좌표

청색과 오렌지색이 합쳐진 2파장 발광되는 것으로 사료된다. 그러므로 7V에서 CIE 색좌표의 (0.327 0.323)을 나타내는 백색이 발광되었다. 반면에 Alq₃를 사용할 때 EL 최대발광영역은 대략 560nm로 기존의 rubrene(557 nm)의 파장인 스펙트럼이 나왔다. 이는 전자와 정공의 Recombination이 DPVBi:rubrene층에서 만나 단파장 발광이 일어났으며, 7V에서 CIE 색좌표는 (0.458 , 0.481)으로 오렌지색이 발광되었다.

그래서 이 둘을 비교해보면 Alq₃에서는 전자가 DPVBi:rubrene(2%)층까지만 이동되지만 New-ETL를 사용했을 때에는 소자의 전자수송능력이 훨씬 뛰어나 전자가 DPVBi <3nm>층까지 이동되어 Recombination층 영역이 이 두층 사이의 계면으로 이동되어 2-파장형식의 백색광이 나온 것으로 사료된다.

4.결론

2-파장 방식의 White OLED에서 ETL층을 New-ETL과 Alq₃ 두 가지 변화를 주어 실험을 하였다. 결과로 New ETL 5V, Alq₃ 10.4V에서 100mA/cm² 전류 밀도를 나타내었고, New ETL을 사용하여 낮은 전압에서 1000cd/m² 이상의 고휘도 구현할 수 있었다. 물질의 변화로 New ETL(백색) Alq₃(황색) 구현함으로써 New ETL의 전자수송능력에 의해 발광 Recombination 위치가 바뀌는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, "Organic electroluminescent diode", Appl. Phys. Lett., Vol. 51, No. 12, pp.913-914, 1987.
- [2] Shiyong Liu, Jingsong Huang, Zhiyuan Xie, Yu Wang, Baijun Chen, "Organic white light electroluminescent devices", Thin Solid Films, Vol.363, pp.294-297, 2000
- [3] Zhang Zhi-lin, Jiang Xue-yin, Xu Shao-hong, "Energy transfer and white emitting organic thin film electroluminescence.", Thin Solid Films, Vol. 363, p. 61, 2000.