

DCM 계열을 이용한 OLED의 전기적인 발광 특성에 관한 연구 Light Emitting Characteristics of Multi-layer OLED Fabricated with DCM

Derivatives

전민호, 윤석원, 임성택, 신동명*

Minho Chun, Suk-Won, Sung-Tack Lim, Dong-Myung Shin*

Abstract

In generally, the guest-emitter doped system has been reported to give a bright electroluminescence(EL). The purpose of using doped system is to improve for increasing lifetime and efficiency, and tuning multicolor light. This indicates an enhanced electron-hole recombination rate in emitting layer. The purpose of this study is to obtain the high performance EL devices for flat panel display with red emission. We fabricated EL devices using the guest-host system, where DCM derivatives were taken as a dopant. The devices are fabricated in multilayer system with various concentration of the dopant (red light emitting dye). We measured the I-V characteristics and EL spectra from these devices, and we compared with photoluminescence(PL) quantum yield among the DCM derivatives. The emission mechanism of devices is participated in energy transfer. The energy transfer from these hosts to DCM generates luminescence spectra that vary from yellow red to red, depending on DCM derivatives. Absorption and emission spectra of organic materials composing the devices depend on the emission materials doped with the DCM derivatives. We demonstrated that the high EL efficiency can be achieved by doping host material with DCM derivatives and molecular steric structures

Key Words : DCM derivatives; Organic materials; Organic LED; red dye

1. 서 론¹⁾

일반적으로, multi-layer를 사용하는 유기 EL 소자의 특징은 좋은 효율과 밝은 휘도를 낼 수 있다는 것이다. 특히, 이러한 소자에 발광 할 수 있는 dopant 유기물을 사용하여 host-guest system을 사용하여 소자를 제작한다면, 우리가 원하는 빛의 색깔뿐만 아니라, 높은 에너지를 이용하여 더 좋은 효율의 소자를 만들 수 있다.

우리는 여기서, 붉은 색의 빛을 나타내는 소자를 얻기 위하여, DCM 계열의 유기 발광체를 aluminum tris(8-hydroxyquinoline)(Alq₃) 라는 host 물질에 도핑을 하여 multi-layer 구조로써 소자를 제작하였다. 각각 다른 형태의 분자 구조를 가진 DCM 계열의 유기물들이 소자에서 도핑 되었을 때, 달라지는 전기적인 특성을 보여준다. 이러한 특성은 분자 구조적으로 볼 때, 치환기의 영향이 있다는 것을 알 수 있다. DCM 계열에 붙은 치환기에 따라 달라지는 전기적인 특성과 파장의 이동을 알 수 있다면, 발광 유기물로써 디스플레이 산업에 널리 사용될 수 있을 것이다.

1) * : 홍익대학교 화학공학과

(서울시 마포구 상수동 72-1 과학관 507호)

Fax: 02-320-1129

E-mail: cmh1866@netian.com

2. 실험

2.1 실험장치

세척된 ITO 위에 *N,N*-diphenyl-*N,N*-bis(3-methylphenyl)-1,1-biphenyl-4,4-diamine (TPD)라는 hole transport layer를 증착하여, 두께를 500Å으로 진공 상태에서 고정한다. HTL 위에 4-dicyanomethylene-2-methyl-6-(*p*-dimethylaminostyryl)-4*H*-pyran (DCM) 과 Alq₃를 동시에 증착하여 500Å를 만든다. 여기서 Alq₃ 안에 DCM 유기물의 농도는 3wt%를 도핑 하여 사용한다. 소자의 가장 위쪽에 Aluminum 급속을 1500Å이 되도록 증착을 하여 소자를 제작한다. DCM 계열의 도핑된 소자 형태와 분자 구조는 그림. 1과 같다.

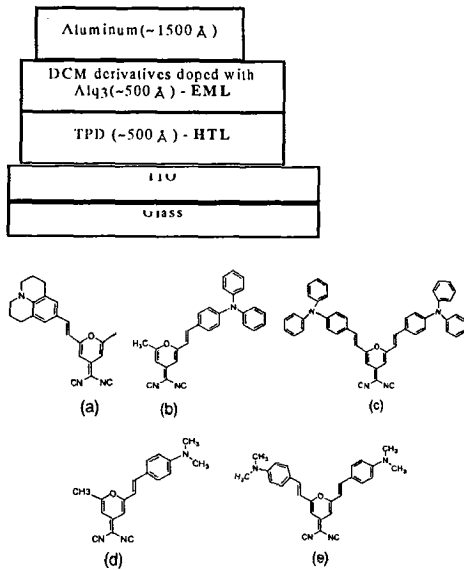


그림 1. 소자 구조와 DCM 계열의 분자 구조 (a) DCM2 (b) DPDCM (c) PDCM (d) DCM (e) MDCM

전류 밀도와 전압의 전기적인 특성을 보기 위한 측정에는 Keithley 236 SMU electrometer를 사용하였고, EL spectrum과 PL spectrum은 Perkin-Elmer Luminescence spectrometer LS50B를 사용하여 측정을 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 I-V 결과 Data

전기적인 특성을 볼 수 있는 I-V 그래프는 그림. 2에서 소자들의 특성을 확인 할 수 있다. 모든 소자는 같은 농도의 DCM 유기물이 도핑 되었으며, 동일한 두께를 갖게 제작되었다. 적은 전압에서도 많은 전류 밀도를 갖는 소자는, amine의 치환기를 갖는 DCM 계열이며, 치환기가 두 개 있을 때 보다 하나 일 때, 높은 전류 밀도를 갖는 것을 볼 수 있다(DCM 과 MDCM). 그리고, DCM2를 경계로 dimethyl-amine의 치환기를 갖는 DCM 계열 역시, 치환기가 두 개 일 때 보다 하나 일 때 많은 전류 밀도를 갖는 것을 볼 수 있다(PDCM 과 DPDCM).

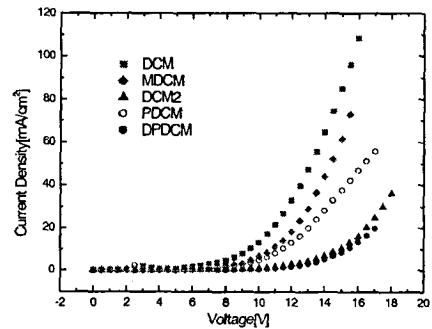


그림 2. 전류 밀도와 전압의 관계 그래프

3.2 UV-PL 결과 Data

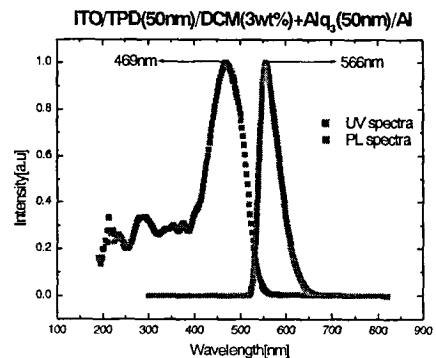


그림 3. Normalized UV 와 PL spectra(DCM)

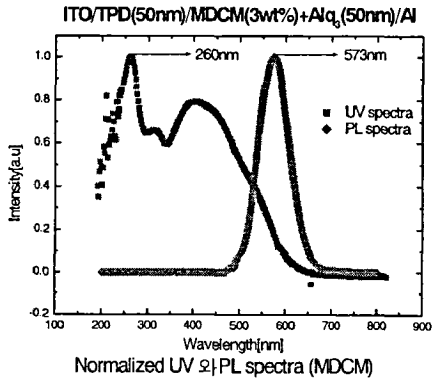


그림 4 Normalized UV 와 PL spectra(MDCM)

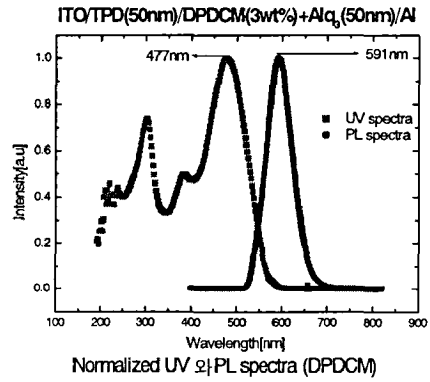


그림 7. Normalized UV 와 PL spectra(DPDCM)

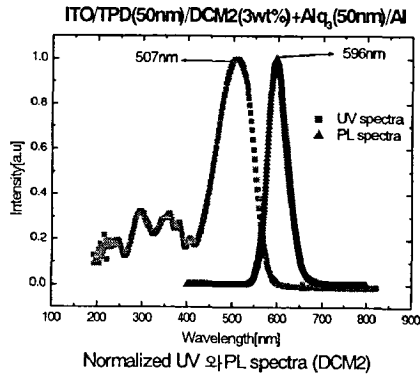


그림 5. Normalized UV 와 PL spectra(DCM2)

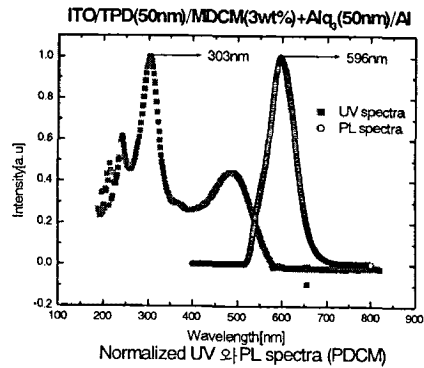


그림 6. Normalized UV 와 PL spectra(PDCM)

그림에서 볼 수 있듯이, 모든 DCM 계열의 유기물은, 전자가 excitat 될 수 있는 파장이 다르지만, 570nm에서 600nm 사이로 거의 일정한 peak를 볼 수 있다. 이것으로 미루어, DCM 계열을 도핑하여 소자를 제작하였을 때, 충분히 red emission을 얻을 수 있을 것이라 기대한다.

3.3 EL 결과 Data

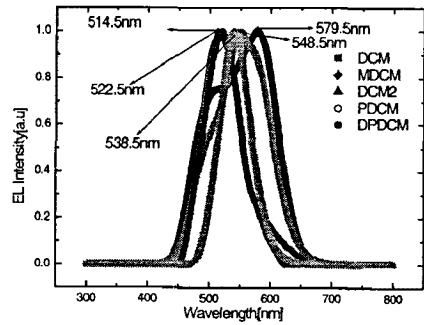


그림 8. DCM 계열의 EL spectra 비교

DCM 계열의 emission 되는 영역을 보면, 510nm에서 580nm의 파장을 갖는 것을 확인할 수 있다. DCM 계열 중에서 DCM2가 가장 red emission에 가깝고, 다음으로는 amine 치환기를 갖는 DCM 계열이 붉은 색을 나타내는 것을 알 수 있다. 여기서 확인할 수 있는 것처럼,

dimethyl-amine group 보다 amine group의 DCM 이 red shift하는 것을 볼 수 있다.

4. 결 론

결론적으로, DCM 계열의 발광물질은 유기 EL 소자에서 적당한 농도로 도핑 되었을 때, 우리가 원하는 red emission을 얻을 수 있는 물질임을 확인할 수 있었다. 또한, DCM의 치환 기는 발광 영역을 결정 짓는 중요한 역할을 한다는 것을 확인할 수 있었으며, dimethyl-amine group의 DCM 보다 amine group 의 DCM이 좀더 red shift 된다는 것을 확인할 수 있는 실험이었다. 이것은 DCM 계열의 분자적인 구조를 입체적으로 볼 때, amine group DCM 은 conjugate가 될 수 있는 평면적 구조로 되어 있고, dimethyl-amine group의 DCM 은 그렇지 못하는 것도 확인할 수 있다.

참고 문헌

- [1] Ma Dongge et. al., "Charge carrier mobility in electroluminescent alternating block copolymers", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Vol 86, Num 6, 3181-3185, 15 Sept 1999
- [2] Amarjeet Kaur et. al., "Voltage tunable multicolor light emitting diodes based on a dye-doped polythiophene derivative", SYNTHETIC METALS, 126, 283-288, 2002
- [3] Takeo Wakimoto et. al., "Stability characteristics of quinacridone and coumarin molecules as guest dopants in the organic LEDs", SYNTHETIC METALS, 91, 15-19, 1997
- [4] Takeo Wakimoto et. al., "Organic EL cells with high luminous efficiency", APPLIED SURFACE SCIENCE, 113, 698-704, 1997