

## Zn(phen)q를 전자 수송층으로 이용한 OLEDs의 효율 향상에 관한 연구

김동은<sup>1</sup>, 권오관<sup>1</sup>, 이범중<sup>2</sup>, 권영수<sup>1</sup>

동아대학교 전기공학과 & CIIPMS<sup>1</sup>, 인제대학교 화학과 & BPRC<sup>2</sup>

### Study on Efficiency Improvement of OLEDs using Zn(phen)q as Electron Transporting Layer

Dong-Eun Kim<sup>1</sup>, Oh-Kwan Kwon<sup>1</sup>, Burm-Jong Lee<sup>2</sup> and Young-Soo Kwon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical Engineering & CIIPMS, Dong-A university

<sup>2</sup>Department of Chemistry & BPRC, Inje University

#### Abstract

Organic light emitting diodes(OLEDs) are widely used as one of the information display techniques. We synthesized (1,10-phenanthroline)- (8-hydroxyquinoline) [Zn(Phen)q]. We studied the improvement of OLEDs properties using Zn(phen)q. The Ionization Potential(IP) and the Electron Affinity(EA) of Zn(phen)q investigated using cyclic voltammetry(CV). The IP, EA and Eg were 7.1eV, 3.4eV and 3.7eV, respectively. The PL spectrum of Zn(phen)q was yellowish green as the wavelength of 535nm. In this study, we used Zn(phen)q as electron transporting layer(ETL) inserted between emitting layer(EML) and cathode. As a result, Zn(phen)q is useful as electron transporting layer to enhance the performance of OLEDs.

**Key Words :** OLEDs, Zn(phen)q, Electron transporting layer, Cyclic voltammetry

#### 1. 서론

차세대 영상산업은 대형화 및 평면화 형태의 디스플레이를 추구하고 있다. OLEDs는 LCD에 비해 응답속도가 빠르고 휘도가 뛰어나며, 박막화가 가능하다는 장점이 있다. 현재 OLEDs의 경우에는 분자량이 적고 PL 특성이 좋은 functional 단분자를 이용한 연구와 반도체와 전도성이 좋은 고분자를 이용한 연구가 활발히 진행 중이다[1-3]. OLEDs 재료는 낮은 구동전압에서 충분한 캐리어를 발광층으로 주입시킬 수 있고 높은 형광효율을 가지는 유기물질이어야 한다. 본 연구에서는 저분자 물질인 Zn(phen)q를 합성하여 전기적·광학적 특성에 관하여 연구하였다. 또한, 순환 전압 전류법을 이용하여 물질의 에너지 밴드 갭을 측정하였으며, PL, EL 스펙트럼을 확인하였다.

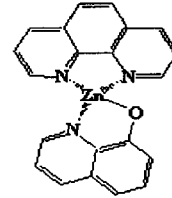


그림 1. Zn(phen)q의 분자구조.

#### 2. 실험

본 연구에서는 새로운 물질인 (1,10-phenanthroline)-(8-hydroxyquinoline)(Zn(Phen)q)를 합성하였다[4]. 그림 1은 합성한 Zn(phen)q의 분자 구조를 나타내었다. 합성한 물질의 이온화 에너지(ionization potential), 전자친화도(electron affinity)를 측정하기 위하여 전기화학적 분석 방법으로 순환전압전류법(cyclic voltammetry)을 이용하였다. 에너지 밴드 갭을 고려해서 Zn(phen)q를 electron transporting layer(device 2)로 사용하였다. 표 1에 소자구조를 나타내었다. NPB와 Alq<sub>3</sub>는 각각 정공수송층과 발광층으로 사용하였으며, 유기물과 금속은 진공도 5×10<sup>-6</sup> torr에서 증착하였다. 각각의 증착율은 1.0 Å/s, 10 Å/s로 증착하였다.

표 1. 소자구조.

Device	소자 구조
Device 1	ITO/NPB/Alq <sub>3</sub> /Al
Device 2	ITO/NPB/Alq <sub>3</sub> /Zn(phen)q/Al

#### 3. 결과 및 고찰

순환 전압전류법으로 측정한 결과 Ag/AgCl 기준전극에 대한 E<sup>OX</sup> onset은 2.48 V, E<sup>RED</sup> onset은 -1.4 V이며 Zn(phen)q의 이온화에너지는 7.1 eV, 전자친화도는 3.4 eV 인 것을 알 수 있었다[5-6]. 그림 2는 Zn(phen)q의 PL 스펙트럼과 device 2의 EL 스펙트럼을 나타내었다. Zn(phen)q의 PL 스펙트럼의 최고 피크가 535nm로 yellowish green 발광 한다는 것을 알 수 있었고, device 2의 EL 스펙트럼의 최고 피크가 510nm로 나오는 것으로 보아 Zn(phen)q는 발광에 기여하지 않는다는 것을 확인 할 수 있었다.

그림 3은 각 소자의 (a) 전압-전류밀도, (b) 전압-휘도, (c) 전압-효율 특성을 나타내었고, 13.5V에서 Zn(phen)q

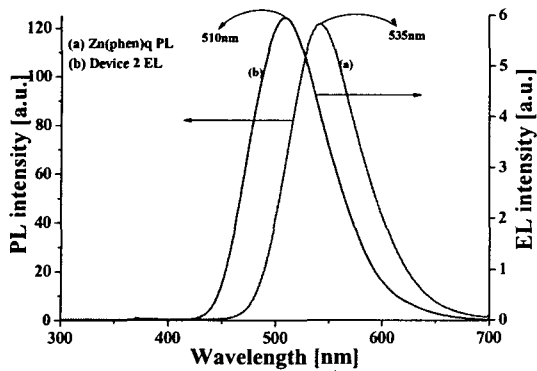
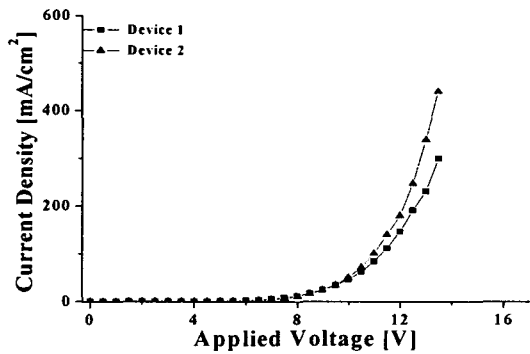
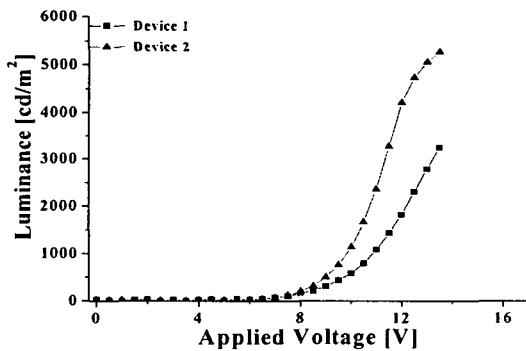


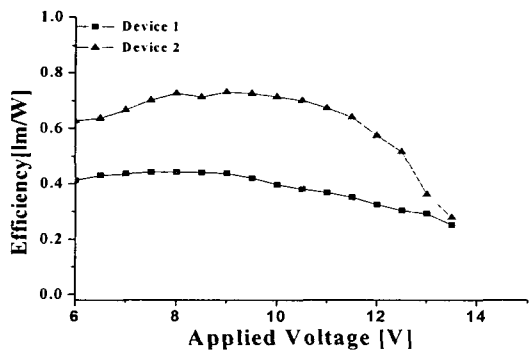
그림 2. Zn(phen)q의 PL 스펙트럼과 device 2의 EL 스펙트럼.



(a)



(b)



(c)

그림 3. 각 소자의 (a) 전압-전류밀도, (b) 전압-휘도, (c) 전압-효율 특성.

를 electron transporting layer로 사용한 소자(device 2)는  $5260 \text{ cd/m}^2$ 으로 나타났다. 또한 효율을 보면, device 2가 device 1보다 증가하였다. device 1에서는 Al의 일함수가 4.3 eV 이고 발광층인  $\text{Alq}_3$ 의 전자 친화도가 3.1 eV 이므로 에너지 장벽이 1.2 eV였으나, device 2에서는 전자친화도가 3.4 eV인 Zn(phen)q를 electron transporting layer로 사용하여 Al과 전자 수송층과의 에너지 장벽이 0.9 eV로 낮아졌다. Device 2는 음극에서 발광층으로 전자의 주입이 원활하기 때문에 소자의 특성이 향상되었다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 새로운 물질인 Zn(phen)q를 합성하여 OLEDs의 효율 향상에 관한 연구를 진행하였다. PL 측정 결과 535nm로 yellowish green 발광 한다는 것을 확인 하였으며, 전기화학적 분석 결과 이온화 에너지가 7.1 eV, 전자 친화도는 3.4 eV임을 확인 할 수 있었다. 에너지 밴드갭을 고려해서 Zn(phen)q를 electron transporting layer로 사용하였다. Zn(phen)q를 electron transporting layer로 사용한 결과 Zn(phen)q를 사용하지 않은 소자 보다 최대 휘도와 효율이 상승한 것을 확인 할 수 있었다. 이는 Al의 일함수가 4.3 eV 인데, Zn(phen)q의 전자친화도가 3.4 eV이므로 Al과 발광층 사이의 에너지 장벽이 낮아져서 음극에서 발광층으로 전자의 주입이 원활하기 때문에 소자의 특성이 향상되었다. 이러한 결과들로 인해 Zn(phen)q를 electron transporting layer로 사용할 경우 OLEDs의 효율 향상에 효과 적일 것으로 생각된다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 동아대학교 지능형융합항만관리연구센터의 지원에 의한 것입니다.

#### 참고 문헌

- [1] R. F. Service, Science, Vol. 273, p. 87,8 1996.
- [2] S. A. Vanslyke, C. H. Chen and C. W. Tang, Appl. Phys. Lett., Vol. 69, p. 2160, 1996.
- [3] 양기성, 김병상, 김두석, 신훈규, 권영수, "대한전기학회 논문지, Vol. 54C, p. 8, 2005.
- [4] T. J. Dingemans, A. Bacher, M. Thelakktat, L. G. Pedersen, E. T. Samulski and H.-W. Schmidt, Synthetic Metals, Vol. 105, p. 171, 1999.
- [5] Volker Gebhardt, Andreas Bacher, Mukundan Thelakktat, Ulf Stalmach, Herbert Meier, Hans-Werner Schmidt and Dietrich Haarer, Advanced Materials, Vol. 11, No. 2, p. 119, 1999.
- [6] Xia Wu, Yunqi Liu and Daoben Zhu, J. Mater. Chem., Vol. 11, p. 1327, 2001.