

## Alq<sub>3</sub>의 녹색발광특성에 관한 연구

### A Study on the Green Emission Characteristics of Alq<sub>3</sub>

강용철\*, 전동규\*\*, 송진원\*\*, 김영근\*\*\*, 김주승\*\*\*\*, 구할본\*\*\*\*, 이경섭\*\*\*\*  
(Young-Chol Kang\*, Dong-Kyu Chon\*\*, Jin-Won Song\*\*, Young-Keun Kim\*\*\*,  
Ju-Seung Kim\*\*\*\*, Hal-Bon Gu\*\*\*\*, Kyung-Sup Lee\*\*\*\*)

#### Abstract

Electroluminescence(EL) from conjugated polymers has recently received great attention because polymer light-emitting diodes(LEDs) clearly have potential for applications such as large-area displays. The operation of polymer LEDs is based on double injection of electrons and holes from the electrodes, followed by formation of excitons whose radiative decay results in light emission at wavelength characteristic to the material. In this paper, we fabricated the single layer EL device using Alq<sub>3</sub> as emitting material. According as turn on voltage could know about 5.5V in voltage-current characteristics and voltage rise, current could see that increase as non-linear. Current and luminance can see that express similar relativity in voltage, and could know that luminance is expressing current relativity.

**Key Words** : Electroluminescence(EL), Alq<sub>3</sub>

#### 1. 서론

강한 형광을 발하는 물질에 전계를 인가하면 발광하는 전계발광 소자는 무기 전계발광소자와 유기전계발광소자가 있다. 전계발광소자는 음극으로부터 주입된 전자와 양극으로부터 주입된 정공이 유기물내에서 만나 전자-정공이 여기자(excition)를 형성하고 이 여기자의 발광 재결합에 따라 발광하는 electroluminescence(EL) 현상을 이용한다.<sup>[1][2]</sup>

무기 EL소자는 높은 전계에서 작동하며 다양한 색상을 얻기 어렵기 때문에 천연색 표시에는 부적합한 반면, 유기 EL소자는 낮은 구동전압으로 비

교적 큰 휘도를 낼 수 있는 장점뿐만 아니라 시야각이 넓고 박막화가 가능하며, 응답속도가 빠른 특징을 가지고 있다. 또한 청색에서 자색까지 거의 모든 색이 발광가능하다는 특징 때문에 1987년 Tang 등이 유기 적층형 박막 EL소자를 제조하여 고휘도, 안정성이 우수한 녹색발광이 가능함을 보고한 이후 현재 많은 연구가 활발하게 이루어지고 있다.<sup>[3]-[6]</sup>

유기 EL소자의 제작 방법은 PVD법, CVD법, 전해증합법 등이 있으며, 그중에서도 소자제작의 편리함 때문에 스퍼터링법과, 진공증착법을 주로 사용하여 박막을 제작하고 있다. 스퍼터링법은 발광층의 완벽한 구조제어와 미세한 두께제어가 불가능하다는 단점이 있으며 진공증착법은 불순물의 영향을 줄일 수 있고 두께제어가 가능하다. 그밖에 LB법을 이용한 박막제작법이 있는데, LB법의 스퍼터링법에서 불가능했던 미세한 두께조절이 가능하며, 다층구조의 소자 제작이 용이하다는 장점이

\* 조선이공대학 전자정보과

\*\* 동신대학교 대학원 전기전자공학과  
(나주시 대호동 252,  
Fax: 061-330-2909  
E-mail : ilpisong@korea.com

\*\*\* 광주보건대학 방사선과

\*\*\*\* 전남대학교 전기공학과

\*\*\*\*\* 동신대학교 전기전자정보통신공학부

있다.<sup>[6][7]</sup>

유기 EL소자에 사용되는 형광체는 전자와 정공을 운반시킬 수 있는 성질을 지녀야 하기 때문에 2층 또는 3층의 유기박막을 적층하여 사용하게 된다. 2층의 구조를 갖는 전계 발광 소자는 ITO, 정공수송층, 전자수송층과 금속 전극으로 구성되어 있다. 정공수송층은 ITO로부터 정공을 효과적으로 주입하는 것을 돕고 유기 박막층의 경계 면으로 주입된 정공을 수송하는 역할을 한다.

녹색에 발광 효율이 높고 발광층으로써 많이 이용되는 Alq<sub>3</sub>는 전기적으로 전자도전성을 갖고 전자수송층 재료로써 많이 이용된다.

Alq<sub>3</sub>는 녹색에 발광재료로 이용되기도 하지만 자체 발광을 하지 않고 단지 전자수송재료로 사용되기도 하며, 또한 다른 재료를 Alq<sub>3</sub>에 분산해 전자수송층을 갖게 하는 재료로서 이용되기도 한다.

본 실험에서는 정공수송체로 CuPc, 전자수송체로 Alq<sub>3</sub>를 사용하여 진공증착법으로 박막을 제작하여 그 발광특성을 연구하였다.

## 2. 실험

### 2.1 실험

그림 1은 본 연구에 사용한 Alq<sub>3</sub>의 분자모형이다. Alq<sub>3</sub>는 전자 전달층이면서 발광층으로 Aldrich 사 제품을 구입하여 소자를 제작하였으며, Alq<sub>3</sub>의 분자구조식은 C<sub>27</sub>H<sub>18</sub>AlN<sub>3</sub>O<sub>3</sub>이며 분자량은 459.44이다.

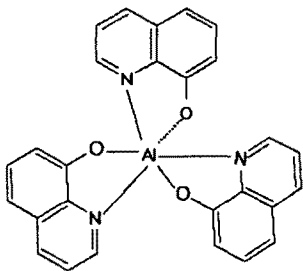


그림 1. Alq<sub>3</sub>의 분자구조

Fig. 1. Molecule structure of Alq<sub>3</sub>

그림 2는 본 연구에서 제작한 소자의 구조이다. 하부전극으로는 ITO 기판을 사용하였다. ITO 기판은 2.3×2.3mm 크기로 하였으며 발광면적인 5×5mm 크기만 남기고 염산을 이용해 에칭한 후 세척하여 사용하였다. 준비된 ITO 기판위에 CuPc와 Alq<sub>3</sub>를 차례로 진공증착한 후 전자주입효율을 높이기 위해 LiF를 증착하였다. 상부전극으로는 Al을 사용하였다.

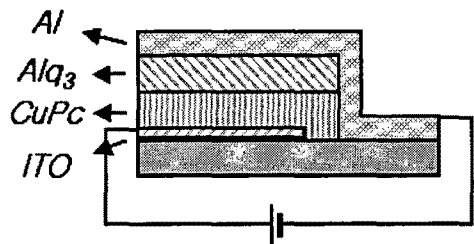


그림 2. 소자의 구조

Fig. 2. Structure of device

### 2.2 측정

소자의 전압-전류 특성과 전압-휘도 특성은 직류전압원(Keithely 2400)과 와트미터(Newport 1830-c)로 전압-전류-휘도 측정장치를 구성하여 상온, 공기중에서 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

그림 3과 4는 ITO/CuPc/Alq<sub>3</sub>/LiF/Al 소자의 전압-전류 특성과 전압-휘도 특성이다.

전압-전류 특성에서 턴온전압은 약 5.5V임을 알 수 있었고 전압이 상승함에 따라 전류는 비선형적으로 증가함을 알 수 있었다. 전류의 피크값은 3.7~5.5 [mA/cm<sup>2</sup>]를 나타냈으며 이때 전압은 11~14 [V]이었다. 전류의 최대값의 분포는 제작된 소자에 따라 약간의 차이를 나타내었으나 소자에 전류가 흐르기 시작한 전압이 거의 일치함을 확인할 수 있었다.

전압-휘도 특성에서 소자 (a)의 경우 발광을 확인할 수는 없었으나, (b), (c)에서는 전류가 증가하기 시작한 시점부터 나오기 시작하여 전압이 점차 증가함에 따라 그 휘도 또한 점점 증가함을 알 수

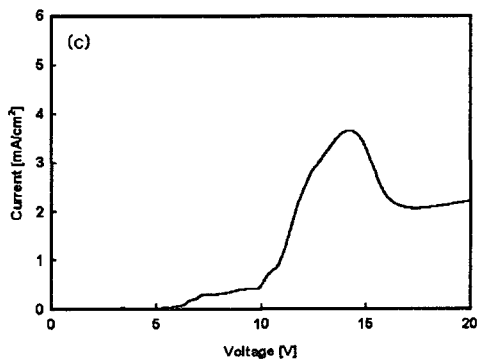
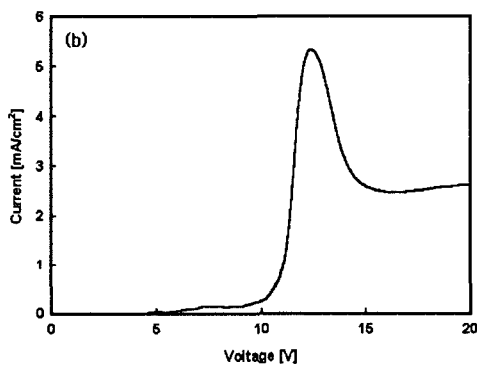
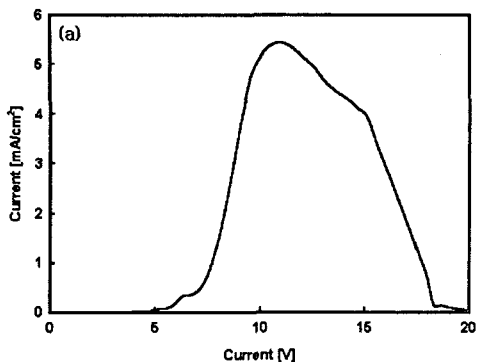


그림 3. ITO/CuPc/Alq3/Lif/Al 소자의 전압-전류 특성  
 Fig. 3. The voltage-current properties of ITO/CuPc/Alq3/Lif/Al device

있었다. 그림을 통해 본 전류와 휘도는 전압에 비슷한 의존성을 나타냄을 볼 수 있고, 또 휘도가 전류의존성을 나타내고 있음을 알 수 있다.

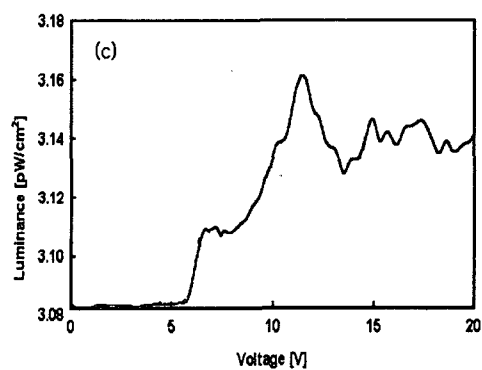
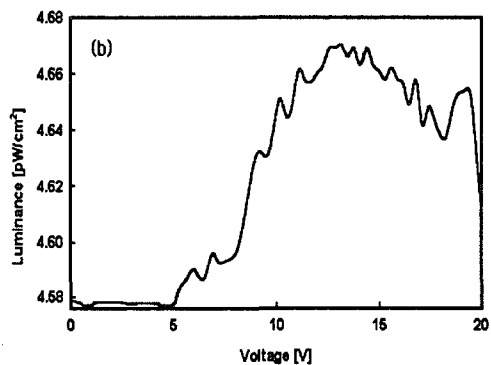
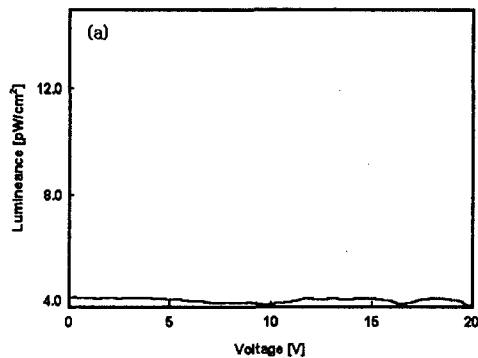


그림 4. ITO/CuPc/Alq3/Lif/Al 소자의 전압-휘도 특성  
 Fig. 4. The voltage-luminance properties of ITO/CuPc/Alq3/Lif/Al device

그러나 발광을 하기 위한 충분한 휘도는 나타나지 않았으며 추후 발광층의 두께제어와 소자제작의 정밀성을 보완하여 발광 효율을 향상시키고자

한다.

그림 4는 ITO/CuPc/Alq<sub>3</sub>/Lif/Al 소자의 발광 사진으로 녹색의 발광을 확인할 수 있었다.

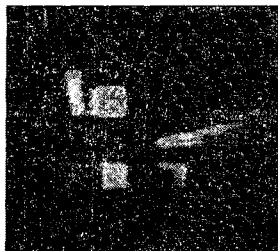


그림 5. ITO/CuPc/Alq<sub>3</sub>/Lif/Al 소자의 녹색발광  
Fig. 5. Photograph of green light emission from ITO/CuPc/Alq<sub>3</sub>/Lif/Al

#### 4. 결론

본 실험에서 ITO/CuPc/Alq<sub>3</sub>/Lif/Al 구조의 소자를 제작하여 전압-전류-휘도 특성을 연구한 결과는 다음과 같다.

- 1) 전압-전류 특성에서 턴온전압은 약 5.5V임을 알 수 있었고 전압이 상승함에 따라 전류는 비선형적으로 증가함을 볼 수 있었다.
- 2) 전류와 휘도는 전압에 비슷한 의존성을 나타냄을 볼 수 있고, 또 휘도가 전류의존성을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] Ju-Seung Kim, Bu-Wan Seo and Hal-Bon Gu, "Electrical Impedance Measurements of Organic Electroluminescent Devices Containing Blended Polymer Single-Layer", *Mol. Cryst. and Lig. Cryst.*, Vol.371, pp.177~182, 2001.
- [2] S. A. Van Slike, C. H. Chen and C. W. Tang, "Organic electroluminescent devices with improved stability", *Appl. Phys. Lett.*, Vol.69, No.15, pp.2160~2162, 1996.
- [3] H. Arai, "The Present Status and Technical Trends in Display Devices", *JSAE Review*, Vol.17, pp.457~460, 1996.
- [4] W. I. Milne, A. Ilie, J. B. Cui, A. Ferrari and

J. Robertson, "Field emission from nanocluster carbon films", *Diam. Relat. Mater.*, Vol.10, pp.260~264, 2001.

- [5] 김주승, 김종욱, 구할본, "Exciplex를 이용한 백색 유기 전계발광 소자의 발광 특성", *한국전기전자재료학회 논문지*, Vol.14, No.9, pp.762~767, 2001.
- [6] T. Ostergard, J. Paloheimo, A. J. Pal, H. Stubb, "Langmuir-Blodgett Light-emitting diodes of poly(3-hexylthiophene): electrooptical characteristics related to structure", *Synth. Met.*, Vol.88, pp.171~179, 1977.
- [7] M. Rikukawa, M. Nakogawa, K. Ishida, H. A. Be, K. Sanui, N. Ogata, "High conducting Langmuir-Blodgett films comprising head-to-tail poly(3-hexylthiophene)", *Thin Solid Films*, Vol.273, pp.240~244, 1996.