

## 청색 유기 EL 소자의 열화현상에 대한 연구

### Degradation effects of blue organic electroluminescence devices

나선웅\*, 손철호\*, 신 경\*, 이영종\*\*, 정홍배\*

Sun-woong Na\*, Chul-ho Son\*, Kyung Shin\*, Young-jong Lee\*\*, Hong-Bay Chung\*

#### Abstract

In this study, We have investigated degradation effects of blue organic electroluminescence devices that was consisted of TPD(N,N'-diphenyl-N-N'-bis(3-methylphenyl) as hole transport layer and Butyl-PBD (2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole) as emission layer and electron transport layer. We have studied characteristics of brightness and current density about blue OEL that was degraded layer. Two kinds of samples that were fabricated each continuous and non-continuous method was used.

**Key Words** : Butyl-PBD, degradation, organic electroluminescence(OEL)

#### 1. 서론

최근 정보산업과 멀티미디어의 급격한 발달로 저 전력, 고성능 디스플레이소자의 관심이 집중되고 있다. 차세대 디스플레이로 주목 받고 있는 유기 전계 발광 소자(OELD)는 1987년 Tang의 이중층 구조 소자 개발 이후 고분자, 저분자의 재료와 다중층의 구조적 발달로 그 연구가 활발히 진행되고 있다.<sup>[1],[2]</sup>

유기 전계 발광 소자는 LCD 소자가 가지고 못하는 자체 발광형, 고휘도, 넓은 광시야각, 10 $\mu$ s이상의 빠른 응답속도, 직류 10V이하의 저전압구동, flexible한 디스플레이의 소자특성 및 가시광 영역에

서의 모든 색상의 발광 특성을 가지며, 이러한 특성으로 인해 많은 관심과 활발한 연구가 진행되고 있다.<sup>[3],[4]</sup>

반면, 유기 발광 소자는 산소와 수분 그리고 온도에 취약하고 저 발광효율이 문제점으로 남아 있다.<sup>[5]</sup> 소자의 각 층을 이루고 있는 물질의 열화작용은 비정질의 결정화 및 내구성의 불안정성의 원인이 되며 소자의 수명 및 응용에서 많은 문제점이 지적되고 있다. 현재 대기중의 산소와 수분에 의한 열화와 전극의 전압 인가시 발생하는 줄 열에 의한 열화 등의 원인에 대하여 많은 연구가 진행되고 있다.<sup>[6],[7]</sup>

본 연구에서는 연속방법과 불연속방법으로 각각 청색 유기 발광소자를 제작하여, 대기중의 산소와 수분에 의한 열화 현상에 따른 발광휘도 및 전류밀도를 측정, 비교함으로써 소자의 제작방법에서의 응용 방안을 제시한다.

\* 광운대학교 전자재료공학과  
(서울특별시 노원구 월계동 광운대학교,  
Fax: 02-943-3590  
E-mail : hbchung@explore.kwangwoon.ac.kr)  
\*\* 여주대학 전자공학과

## 2. 실험 방법 및 측정

### 2.1 실험 소자의 제작.

제작된 유기EL소자는 ITO(S40SL,1500A,15Ω/□, 투과율 85%이상)를 하부전극의 기판으로 사용하였다. 청색 발광을 내는 구조에서는 HTL(Hole Transport layer,정공수송층)으로 TPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine)를 사용하였으며, ETL(Electron Transport layer, 전자수송층)과 EML(Emission layer,발광층)으로써 Butyl-PBD (2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole)을 사용하였다. 상부 전극으로는 Al전극을 사용하였으며, 소자의 각 층은 10<sup>-6</sup>Torr의 진공도를 유지하면서 진공 열증착법으로 제작하였다. 또한 제작된 박막은 HTL과 EML 층의 두께를 각각 500Å으로 하였다.

각 층의 열화현상에 따른 특성비교를 위해 연속 방법과 불연속 방법으로 각각 소자를 제작하였다.

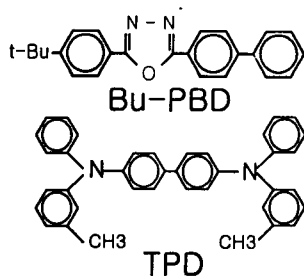
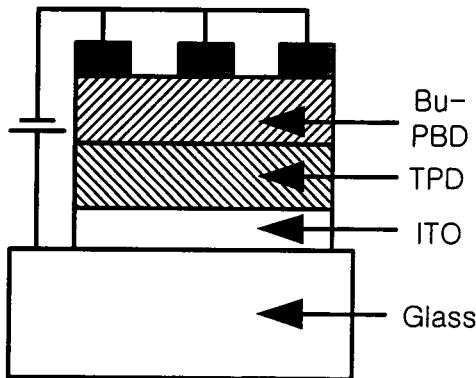


그림1. 제작된 소자의 구조와 시료의 분자모형

### 2.2 실험 소자의 측정.

제작된 소자의 휘도 측정은 Topcon사의 luminescence colormeter bm-7을 사용하였으며, 0V에서 30V

까지 측정하였다. 전류밀도는 Hewlett Packard 4115 B semiconductor parameter analyzer를 사용하여 휘도의 측정과 동시에 수행하였다. 소자의 두께는 N&K Analyzer(NKT1200)을 이용하여 측정하였다.

또한, 제작된 소자의 발광현상을 Video microscope I T system을 이용하여 확인하였다.

## 3. 결과 및 고찰

일반적으로, 유기 전계 발광 소자에서 대기 중 수분이나 산소와 결합하여 나타나는 박막의 영향은 소자의 열화현상을 유발하게 된다. 이에, 본 실험에서는 열화현상을 일으키지 않는 연속적인 제작방법과 산소와 수분의 접촉으로 인한 영향을 받게되는 불연속 방법으로 제작된 유기 전계 발광 소자의 열화 현상을 비교, 분석하기 위하여 각 소자의 전류밀도, 인가전압과 휘도의 관계에 대하여 조사하였다.

본 실험의 소자는 정공수송층(TPD)와 전자수송층이며 발광층(Bu-PBD)의 두께를 각각 500Å로 하여 두 층의 전체두께를 1000Å으로 제작하였다.

그림 2는 각각 연속과 불연속 방법으로 제작된 청색 OEL 소자 박막의 전압-전류 특성곡선을 나타내고 있다. 두 소자 모두 문턱 전압이 10V로 동일하였으나, 연속방법으로 제작된 소자의 경우 20V까지 전류가 급격히 증가하고, 불연속 방법으로 제작된 소자의 경우 이보다 완만한 증가형태를 보이고 있다. 이러한 현상은 열화 현상에 의한 소자내의 저항이 증가되는 특성을 나타내고 있다.

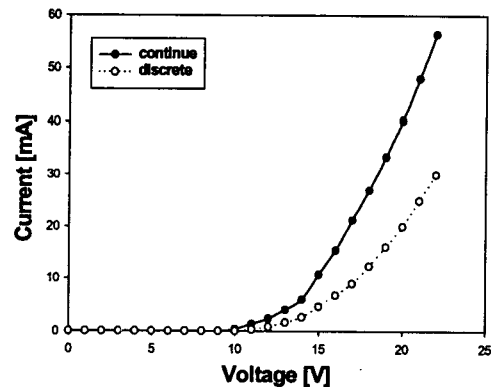


그림 2. 전류-전압 특성 곡선

- 연속 방법으로 제작된 소자
- 불연속 방법으로 제작된 소자

그림 3에서는 전압 대 휘도의 관계를 나타내고 있다. 연속으로 제작된 소자는 문턱 전압이 10V정도이며 23V에서 최대 휘도 170cd/m<sup>2</sup>를 나타낸 후 24V에서 파괴되었다. 또한 불연속 방법으로 제작된 소자의 경우 문턱 전압이 10V정도이며 23V에서 최대 휘도 100cd/m<sup>2</sup>를 나타낸 후 24V에서 역시 파괴되었다. 불연속 방법은 연속 방법과 비교하여 볼 때 문턱 전압은 동일하나 동일 전압일 때의 휘도는 비교적 낮아지는 결과를 보여준다. 또한 100cd/m<sup>2</sup>의 휘도를 기준으로 보았을 때 인가전압은 연속 방법으로 제작된 소자의 경우 19V 인데 비해, 불연속 방법으로 제작된 소자의 경우 22V로써 3V의 전압차를 보였다.

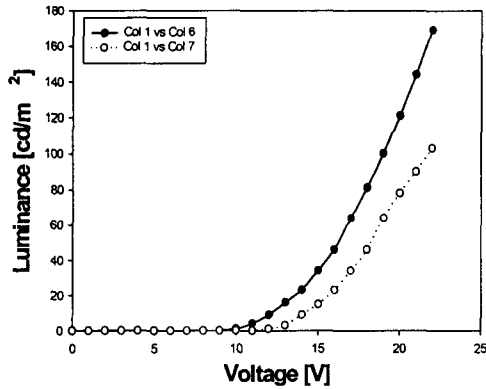


그림 3. 전압과 휘도의 관계  
 (● 연속 방법으로 제작된 소자  
 ○ 불연속 방법으로 제작된 소자)

그림 4는 전류 밀도 대 휘도와의 관계를 나타내고 있다. 연속 방법으로 제작된 소자에서 휘도는 전류 밀도가 증가함에 따라 소자 내부의 안정적인 재결합으로 인해 증가하는 특징을 보여준다. 불연속 방법으로 제작된 소자에선 산소와 수분의 접촉에 의한 열화현상이 증가된다고 사료된다. 이러한 열화 현상으로 소자의 발광효율이 낮아지며 연속 방법으로 제작된 소자와 비교하였을 때보다 동일 전압에서 낮은 휘도를 나타낸다.

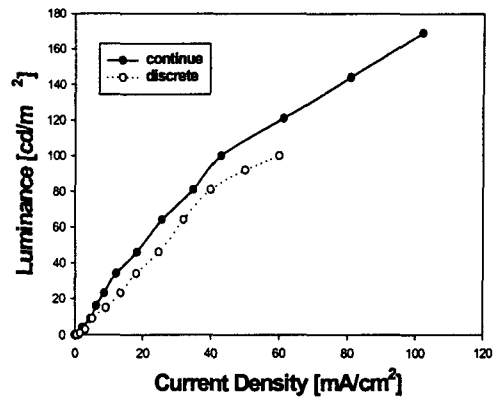
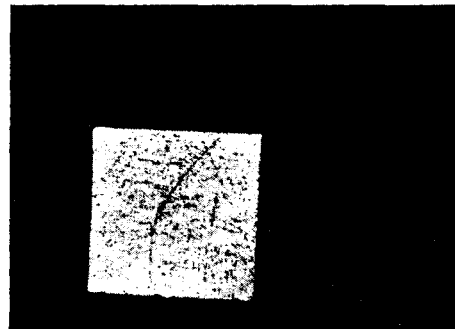
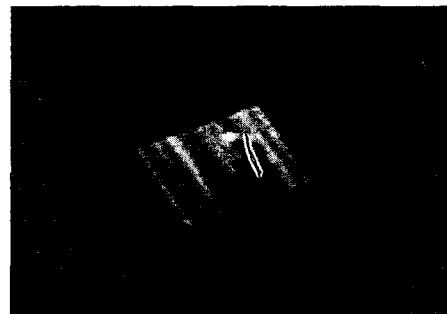


그림 4. 전류 밀도 대 휘도의 관계  
 (● 연속 방법으로 제작된 소자  
 ○ 불연속 방법으로 제작된 소자)

그림 5는 각각 20V에서의 소자의 발광상태를 보여주고 있다. (a)은 연속 방법으로 제작된 소자이고 (b)는 불연속 방법으로 제작된 소자이다.



(a)



(b)

그림 5. 20V 전압 인가시 소자 발광 사진

#### 4. 결론

본 연구에서는 연속 방법과 불연속 방법으로 각 색 유기 발광 소자를 제작하였으며, 저전압에서의 소자내 접촉하는 산소와 수분에 의해 발생하는 열화 현상의 영향을 조사하였다.

열화 현상으로 인해 소자의 재결합율이 감소되며, 각 소자의 최대 휘도는 연속 방법으로 제작한 소자에서는  $170\text{cd/m}^2$ , 불연속 방법으로 제작된 소자에서는  $100\text{cd/m}^2$ 를 나타내었다. 동일 전압일 때의 휘도는 불연속 방법이 연속 방법보다 비교적 낮아지는 결과를 보여준다.

따라서, 연속 방법을 통해 산소와 수분에 의해 발생하는 열화현상을 최소화하여 고휘도, 저전력 소모의 유기 발광 소자를 제작해야 할 것이다.

#### 감사의 글

본 연구는 2001년 광운대학교 산학연 컨소시엄 공동 기술개발(과제번호B-7) 연구지원에 의해 수행되었음을 밝히며, 아울러 이에 감사 드립니다.

#### 참고 문헌

- [1] Tang,C.W , VanSlyke. S.A. "Organic electroluminescent diode", Appl. Phys. Lett. 51. pp913-915,1987
- [2] Tang,C.W "Organic electroluminescent materials and devices", Inf. Display 10, 16-19, 1996
- [3] Gerd Mueller. "Electroluminescence I", Academic press, vol 64. pp 214-217, 2000
- [4] Tang,C.W., VanSlyke, S.A., and Chen,C.H. "Electroluminescence of doped organic thin films", J.Appl.Phys. V64, pp3610-3616, 198
- [5] KETI 기술 기획팀, 주간전자정보, Vol.3 No.15
- [6] Gerd Mueller. "Electroluminescence I", Academic press, vol 64. pp 283-285, 2000
- [7] Chen, C. H., Tang, C. W., Shi, J., and Klubek, P. "Improved dopants for organic electroluminescent devices" Macromol. Symp. V125 pp.49-58, 1997