

Co-evaporation method에 의한 OLED의 발광 특성

Characteristics of OLED by co-evaporation method

이정태*, 나선웅*, 신 경*, 이영종**, 정홍배*

(Jung tae Lee*, Sun woong Na*, Kyung Shin*, Young jong Lee**, Hong bay Chung*)

Abstract

In this study, We fabricated Organic Electroluminescence device, in order to improve the efficiency of Blue OLED in the full-color OLED. We made two sample. Sample A is that We used TPD(N, N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenylbenzidine) as hole transport layer(HTL), and Butyl-PBD(2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole) as emitting material layer(EML) and Alq3(8-Hydroxyquinoline, aluminum) as electron transport layer(ETL). Sample B is that we used TPD(N, N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenylbenzidine) as HTL and co-evaporated Butyl-PBD and Alq3 as EML. We investigated the characteristic of brightness and current-voltage. The sample B that co-evaporated Butyl-PBD and Alq3 as EML improved characteristic of brightness and current-voltage than sample A. Maximum luminescence of sample B is 310cd/m' and threshold voltage is 7V.

Key Words : OLED, TPD, Butyl-PBD, Alq3, Co-evaporate

1. 서 론

정보통신 시대에 이르러 노트북, 핸드폰 등의 휴대장비의 대중화가 널리 보급됨에 따라 이에 따른 소형 회로 및 소자개발의 중요성이 높아지고 있다. 이중멀티미디어의 필수적인 디스플레이의 수요가 증가되면서 저전력 고성능 소자의 관심이 집중되고 있다. 그 중 최근 가장 각광을 받는 분야로써 대두되고 있는 유기 전계 발광 소자(OLED)는 1987년 Tang의 이중층 구조 소자의 개발이후 고분자, 저분자의 재료와 다중층의 구조적 발달로 그 연구가 활발히 진행되고 있다.[1],[2]

유기 전계 발광 소자의 특징으로는 2mm이하의 두께와 넓은 시야각, 직류 10V이하의 낮은 구동전압, 깨끗한 풀-컬러, 0.3mm 이하의 작은 pixel pitch의 고 해상력, 10μs의 빠른 응답속도 및 고분자를 이용한 경량과 flexible한 디스플레이 소자의 장점을 갖고 있으며, 이러한 풍부한 응용성으로 인해 여러 분야로의 연구 개발이 전개되고 있다.[3]

21세기 정보 디스플레이의 요구와 맞물려 현재 활발히 발표되고 있는 유기 전계 발광 소자의 시제품 중 풀-컬러에 대한 개발 역시 현저하게 늘고 있다. 풀-컬러를 구현하는 방법으로는 크게 적층형과 평면 배치형으로 나눌 수 있는데, 적층형은 서로 다른 색의 소자를 적층하여 멀티 컬러 발광을 얻는 것이다. 이는, 정밀도를 손상시키지 않는다는 것과 발광층의 가공이 불필요한 반면, 상부층으로 갈수록 박막형성이 어려워지며 구동회로가 복잡해지는 단점이 있다. 이에 비해, 평면 배치형의 경우, 비교적 간단한 공정으로 이루어지며, 외부 회로에 대한 단자 형성방법과 구동회로의 구성이

* 광운대학교 재료공학과
(서울시 월계동 447-1)
FAX : 02-943-3590
E-mail : hbchung@gwu.ac.kr
** 여주대학 전자공학과

기본적으로 단색 디스플레이 소자와 동일하며, 대형 화면의 제작에서 유리하다는 장점이 있다. 이러한 사항을 종합하여 볼 때, 현시점에서는 평면 배치형의 제조방법, 구조 및 구동회로의 구성면에서 풀-컬러 디스플레이의 실현성이 높으며, 평면 배치형에서 가장 필수적으로 이루어지고 있는 연구 중의 하나가 고휘도의 청색 발광 형광체의 개발 및 특성 분석이다.[4]

따라서 본 실험에서는 고휘도의 청색 발광 소자 특성을 분석하기 위하여 풀-컬러 삼원색 중 청색 발광 소자를 제작하여 발광 휘도 및 전류 밀도 등을 비교 분석하였다

2. 실험

2.1 실험 소자의 제작

본 실험의 유기 EL 소자는 그림1과 같은 Glass/ITO/TPD/Butyl-PBD/Alq3/Al <sample A> 와 Glass/ITO/TPD/Butyl-PBD+Alq3/Al <sample B>의 구조로 10^{-6} Torr의 진공도를 유지하면서 열 증착법으로 제작하였다. 제작층의 구성으로, 하부 전극의 ITO는 S40SL로써 1500Å의 두께와, $15\Omega/\square$ 의 면저항, 투과율 85%이상을 갖고 있으며, sample A는 정공수송층(HTL)으로 TPD(N, N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenylbenzidine)를 500Å의 두께로 증착하였고, 발광층(EML)으로 Butyl-PBD(2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole)를 500Å 두께로 증착하였으며, 전자 수송층(ETL)으로 Alq3를 500Å으로 증착하였다 sample 2는 정공 수송층으로 TPD를 500Å의 두께로 증착하였고, 발광층으로 Butyl-PBD와 Alq3를 700Å의 두께로 동시에 증착하였다. 음극으로써 순도 5N의 Al을 2000Å의 두께로 제작하였다.

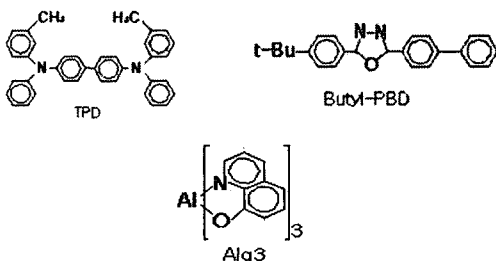
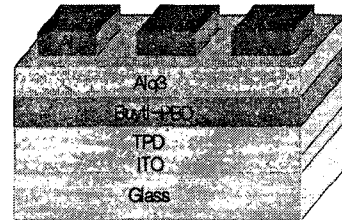


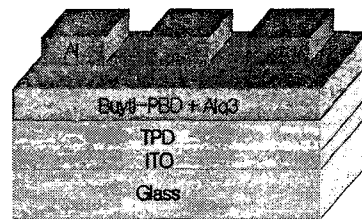
그림 1. 시료의 분자구조 (TPD, Butyl-PBD Alq3)

Fig.1. Molecular structures of TPD, Butyl-PBD Alq3

그림 2는 제작된 소자의 구조를 나타내고 있다.



(a) sample A



(b) sample B

그림 2. 청색 유기 발광 소자의 구조

Fig. 2. The structure of Blue color OLED

2.2 실험 소자의 측정

제작된 소자 박막의 두께는 결정감지기를 이용한 두께 측정기를 사용하여 증착과 동시에 측정된 후, 박막특성 분석기(N&K thin film analyzer : NKT1200)을 이용하여 확인하였다. 소자의 발광은 청정실에서 room temp.에서 측정하였고, 휘도의 측정은 휘도계(luminescence colormeter bm-7, Topcon)을 이용하여 0V에서 25V의 전압을 인가하면서 반도체 파라미터 분석기(Huwlett pakard 411B semiconductor parameter analyzer)를 사용하여 전류, 전압과 동시에 측정하였다. 또한 video microscope IT system을 사용하여 발광 이미지를 추출하였다.

3. 결과 및 고찰

유기 전계 발광 소자의 기본원리는 양극과 음극에서 정공 수송층과 전자 수송층을 통하여 정공과 전자가 각각 발광층으로 주입되어 여기자를 형성

한 후 여기자로부터 정공과 전자사이의 에너지에 해당하는 빛을 발광하는 것이다. 이에, 본 실험에서는 sample A. 과 sample B를 제작하여 청색 발광 소자의 특성 파라미터 비교 분석하였다.

그림 3은 sample A와 sample B의 인가전압과 전류의 특성을 보여주고 있다

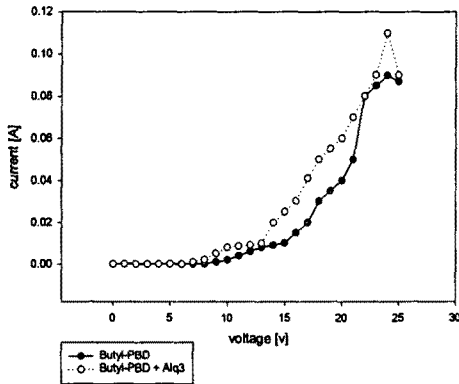


그림 3. 청색 발광소자의 전압-전류 관계.
(● sample A ○ sample B)

Fig. 3. The relation of current and voltage of Blue color OLED device
(● sample A ○ sample B)

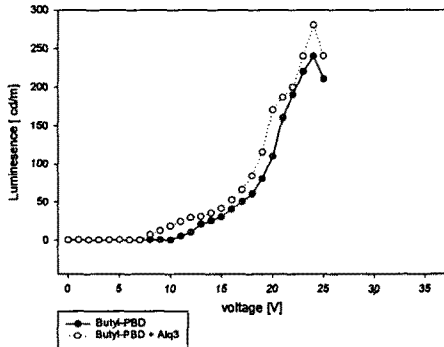


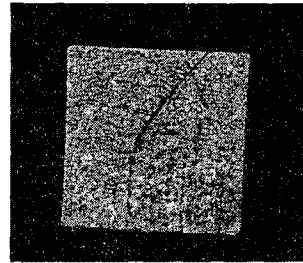
그림 4. 청색 발광소자의 전압-휘도 관계.
(● sample A ○ sample B)

Fig. 4. The relation of voltage and luminance of Blue color OLED device
(● sample A ○ sample B)

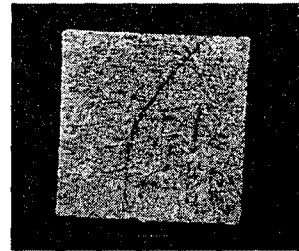
sample B의 경우, 7V 부위에서 안정적인 문턱전압의 특성을 보여주고 있으며 최대전류는 약 0.15A로 sample A와 비교했을 때 높은 전류를 나타내었다. 이에 반해 sample A는 전자와 정공의 재결합이 시작되는 문턱전압이 약 9V에서 시작하여 인가 전압이 24V에서 최대 0.09A를 나타낸 후, 그 이후엔 열화현상에 의해 다시 0.087A로 감소하는 것을 확인하였다.

그림 4는 sample A와 sample B의 전압과 휘도와의 관계를 나타내고 있다. sample B의 경우 sample A에 비해 낮은 문턱전압인 7V에서 발광하기 시작하여 최대 310cd/m²의 휘도를 나타냈으며 sample A의 경우에는 거의 2~3V의 뒤늦은 문턱전압 후 발광하기 시작하여 증가하는 형태를 보였으며 20V이후 최대 발광 휘도는 270cd/m²으로 나타났다.

그림 5는 청색 발광 소자의 발광 사진이다.



(a) sample A



(b) sample B

그림 5. 청색 발광 소자의 발광 사진.

Fig. 5. The photograph of Blue OLED

표 1은 sample A와 sample B의 문턱전압, 최대 휘도 그리고 포화전류의 발광특성을 비교하고 있다.

표 1. sample A와 sample B의 비교

Table 1. The comparison of sample A and sample B

	sample A	sample B
문턱전압	9 V	7 V
최대휘도	270 cd/m ²	310 cd/m ²
포화전류	0.09 A	0.15 A

4. 결 론

본연구에서는 Glass / ITO / TPD / Butyl-PBD / Alq3 / Al (sample A) 와 Glass / ITO / TPD / Butyl - PBD + Alq3 / Al (sample B)를 각각 제작한 후 청색소자의 전류와 전압의 특성과 전압과 휘도의 특성을 비교 분석하였다. sample B가 sample A에 비해 낮은 문턱 전압을 가지며, 원활한 전류의 증가를 확인 할 수 있었다. 휘도 또한 같은 양상을 나타내었는데, sample B가 sample A에 비해 발광 휘도가 1.14배 높은 310cd/m²의 휘도를 나타내었다. 이를 통해 청색 소자 제작시 발광층(EML)과 Alq3를 동시 증착함으로써 더 좋은 휘도와 특성을 가지는 소자를 제작할 수 있으리라 사료된다.

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 device", Inf. Display 10, 16-19, 1996
- [3] Tang.c.w, VanSlyke. S.A. and C.H Chen. "Electroluminescence of deped organic thin films" J. Appl. Phys. vol. 65, pp3610-3616, 1989
- [4] Gerd Mueller, vol 64, pp214-217, 2000