

색소 doped 유기EL 소자에 의한 고효율화

임 장 순, 강 성 중, 노 병 규, 오 환 술
건국대학교 전자정보통신공학과 반도체 및 광소자연구소
전화 : 02-450-3494 핸드폰 : 016-768-8914

Organic Electroluminescence Device using Dye doped Emitting

Jang-Soon Im, Seong Jong Kang, Byeong Gyu Roh, Hwan Sool Oh
Dept. of Electronics, Information & Communication Engineering Konkuk University
E-mail : soonij@lycos.co.kr

Abstract

Organic light emitting diodes(OLEDs) have been expected to find an application as a new type of display since C. W. Tang and VanSlyke first reported on high performance OLEDs. This paper has been studied a green organic EL device using dye doped emitting layer such as C₆(Coumarin 6). In the Alq₃-based electroluminescence diodes, we applied highly fluorescent molecular(Coumarin 6) and obtained enhancement in the electroluminescence efficiency.

I. 서론

정보사회의 급진전으로 언제 어디서나 정보를 주고 받게 되었다. 이에 따라 정보를 표시하는 디스플레이 장치도 무겁고 휴대하기 힘든 브라운관(CRT)에서 가볍고 평평한 평판 디스플레이(FPD : flat panel display)로 옮겨가는 추세다. 그 중 액정디스플레이(LCD)는 가볍고 전력소모가 적은 평판 디스플레이로서 현재 가장 많이 사용된다. 앞으로도 상당기간 수요 측면에서 강세를 유지할 것이다. 하지만 LCD는 자체 발광소자가 아닌 수광소자이며 밝기, 콘트라스트, 시야각, 대면적화 등에 기술적 한계가 있다. 이러한 단점을 극복할 수 있는 새로운 평판 디스플레이를 개발하려는 노력이 전세계적으로 활발하게 전개되고 있다. 이 가운데 하나가 유기EL(Organic Electroluminescence)디스

플레이다. 유기EL은 저전압 구동, 자기발광, 경량박형, 광시야각, 빠른 응답속도 등의 장점으로 최근에 일본과 한국 그리고 미국에서 실용화 움직임이 활발하다.

본논문은 색소 doped 유기EL 소자에 의한 고효율화 구현하는 것으로, Alq₃ (host)에 C₆(guest)를 도핑하여 발광층의 가운데에 별개의 분자(guest)를 분산시켜 주입하여 발광기능을 수율이 높은 C₆(guest)에, 캐리어 수송기능을 안정한 Alq₃(host)에 분담하여 유기EL 소자의 고성능화를 실현하려고 한다.

II. 본론

유기 EL소자의 발광효율을 높이기 위한 방법으로는 형광양자 효율이 높은 발광 재료를 사용하는 것이지만 실제 재료를 개발하는데 있어서는 발광층의 요구에 맞는 조건과 제약이 많이 있기 때문에 그리 간단한 문제는 아니다. 일반적으로 단일재료로 발광층을 형성할 때 필요한 특성들은 다음과 같다.

- (1) 성막성의 양호
- (2) 높은 유리 전이온도
- (3) 좋은 캐리어 수송성
- (4) 높은 형광 양자효율
- (5) 적당한 HOMO, LUMO준위

위의 조건들 중에서 어느 한가지 조건이 맞으면 다른 조건이 맞는 등 하나의 재료로서 모든 조건을 동시에 만족시키기는 매우 어려운 문제이다. 그래서 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 발광층의 가운데에 별개의 분자(도펀트)를 분산시켜 주입하는 것이다. 본

논문에서는 형광 양자수율이 높은 C₆(Coumarin 6)를 도펀트로, 전자 이동도와 성막성이 우수한 Alq₃를 호스트(host)로 사용하여 발광층을 공증착에 의해 형성한다. 다음 그림 1은 도펀트로 사용된 C₆의 분자구조이다.

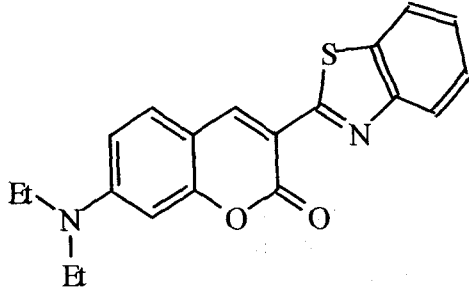


그림 1 도펀트(dopant)로 사용된 C₆의 분자구조

이러한 형태를 색소 doped방법이라고 하는데 색소 doped방법에 의해서 발광층이 요구하는 많은 기능을 분담하는 것이다. 발광층이 호스트와 도펀트에 의한 경우는 호스트에서 도펀트로의 에너지 이동에 의한 발광과 도펀트의 재결합에 의한 발광 두가지의 발광 프로세스를 가지게 된다. 다음 그림 2는 색소 doped시의 발광 과정과 소자의 구조를 나타내고 있다.

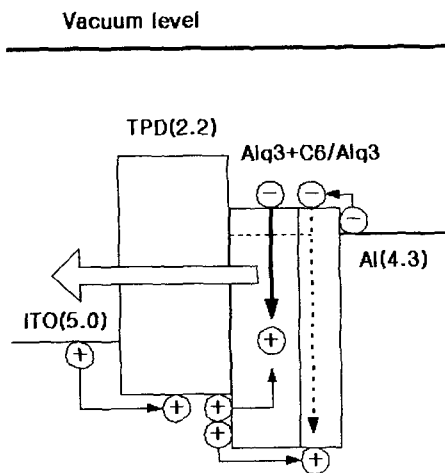


그림 2 도핑소자의 에너지 밴드

본 논문에서는 3가지의 다른 구조를 가지는 소자를 제작하였다. 소자 I (Device I)은 기판(glass)/양극(ITO)/HTL(TPD)/EML(Alq₃)/음극(AI)의 구조를 하고 있으며, 소자 II (Device II)는 기판/양극/TPD/Alq₃+C₆(dopant)/음극의 구조를 하고있고, 소자 III (Device III)의 구조는 기판/양극 /TPD/Alq₃+C₆(dopant)/Alq₃/음극의 구조를 가지고 있다.

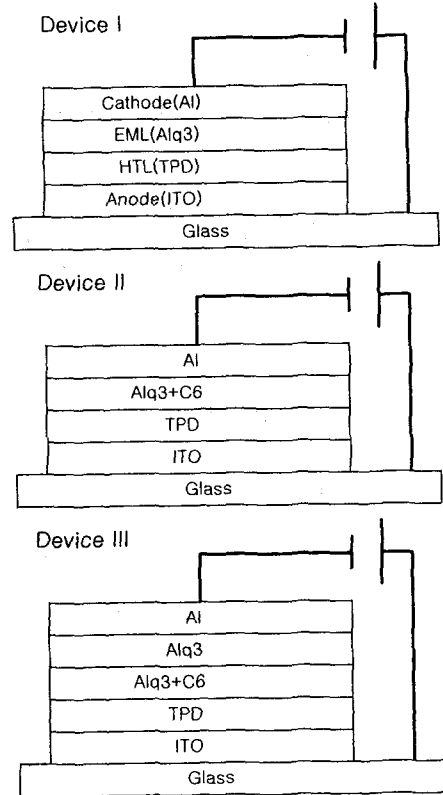


그림 3 발광소자의 구조

각 소자의 전류-전압 특성은 다음 그림 4에 나타나 있다.

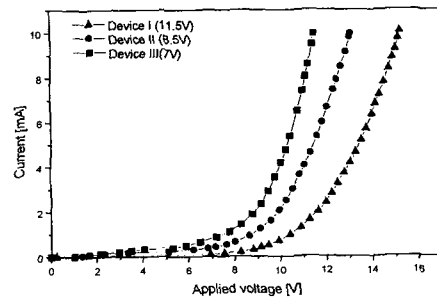


그림 4 구조에 따른 전류-전압 특성

그림 4에서도 알 수 있듯이 발광층에 형광양자효율이 좋은 도펀트를 공증착한 소자 II, III에서의 동작전압 (Turn on Voltage)이 상대적으로 낮으며, Alq₃를 전자 수송층으로 사용한 소자 III에서 더욱 낮은 동작전압을 보이고 있다. 소자 III의 구조에서 도펀트의 양을 조절 하여서 소자의 동작 특성을 알아보면 다음 그림 4와 같다. 도펀트의 양은 호스트에 대한 상대비(Relative Ratio)로 나타내었고, 0.5, 1, 2%의 도펀트 양에 따라서 소자 III-1, III-2, III-3으로 나누었다.

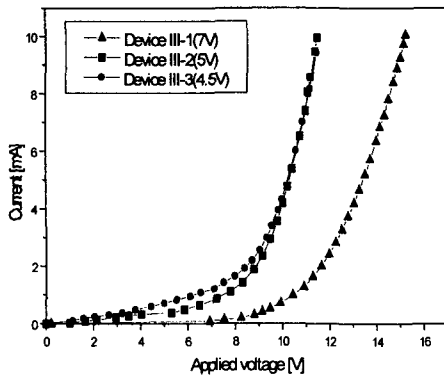


그림 5 도핑농도에 따른 전압-전류 특성

그림 5는 도핑농도에 따른 소자의 전압-전류특성이 다. 소자 III-1에 비해 소자 III-2와 소자 III-3에서 보다 낮은 동작 전압을 보이고 있으며, III-2와 III-3은 동작전압에서는 약간의 차이가 있지만 일정 전압 이상에서는 거의 같은 특성을 보이고 있음을 알 수가 있다.

그림 6는 소자 III의 도핑농도에 따른 EL (Electroluminescence) 특성을 나타내고 있으며 그림 6은 색좌표를 나타내고 있다. 그림 5에서 보는 것과 같이 거의 동일한 503nm의 최대 발광피크(peak)를 가지는 것을 알 수가 있다. 이것은 Alq₃의 PL (Photoluminescence)이 아닌 C₆의 PL을 따르고 있음을 알 수가 있다.

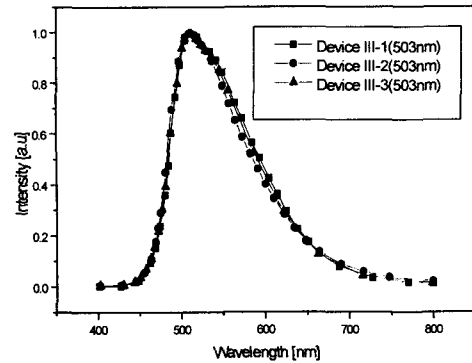


그림 6 도핑농도에 따른 전계발광 특성

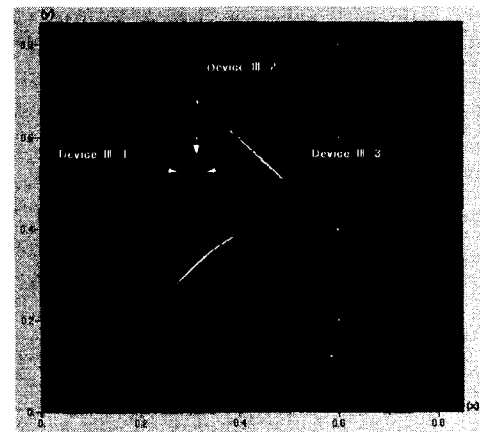


그림 7 도핑농도에 따른 색좌표특성

V. 결론

본 논문에서는 3종류의 유기 단분자 평판디스플레이 소자를 설계하고 제작하여 전기적, 광학적 특성을 알아 보았다. 단일 발광물질을 사용한 소자에 비해 발광층에 도펀트를 공증착에 의해 도핑한 소자(II, III)에서 낮은 동작전압 특성을 얻었고, 도핑된 발광층과 전자 수송층을 적층한 소자 III에서 더욱 낮은 동작전압을 보이고 있다. 도펀트인 C₆의 광발광이 호스트인 Alq₃의 광발광과 거의 같기 때문에 도핑 농도를 달리 하여도 같은 최대 발광파장과 색좌표를 보이고 있다. 본 논문에서 보는바와 같이 Alq₃를 발광층 호스트 재료로, 도펀트(게스트)로는 Coumarin 6를 사용하여 Alq₃의 좋은 성막성과 전하이동도, Coumarin 6의 높은 발광효율에 의한 녹색 발광소자의 성능 향상을 얻을 수가 있

다. 도핑 유기 전계 발광 소자는 HOMO준위가 높은 호스트재료보다 HOMO준위가 낮은 게스트재료에 정공의 주입이 더 많이 이루어져 게스트의 발광이 강해짐을 알 수 있었다. 이러한 색소 doped법을 이용한다면 새로운 재료의 개발없이 기존의 재료에 의해 소자의 성능 향상이 가능하고 도펀트 물질에 따라서는 적색이나 청색소자의 구현도 가능하다.

참고문헌(또는 Reference)

- [1] C. W. Tang and S. A. VanStyke, Appl. Phys. Lett. 51, 913 (1987).
- [2] C. W. Tang and S. A. VanStyke, and C. H. Chen, J. Appl. Phys. 65. 3610 (1989).
- [3] P. E. Burrows, G. Gu, V. Bulovic, Z. Shen, S. R. Forrest, and M.E. Thompson., IEEE Transactions on Electron Device., Vol. 44, No. 8, p. 1188
- [4] P. E. Burrows and S. R. Forrest, Appl. Phys. Lett. 64, 2285 (1993)
- [5] Sumio Tokita., 月刊 ディ스플레이 別冊., pp. 45 ~ 50, 1998. 10