

적색 유기 EL의 두께별 발광 특성

손철호*, 나선웅*, 여철호*, 이영중**, 정홍배*
 *광운대학교 전자재료공학과, **여주대학 전자과

Characteristics of red OEL device as thickness ratio

Son chul-ho, Na sun-woong, Yeo cheol-ho, Lee young-jong, Chung hong-bay
 Kwangwoon Univ. Electronic materials eng. depts, Yeoju collage electronic depts.

Abstract - 본 실험에서는 적색 유기 EL에서의 각 층별 두께비에 따른 발광특성을 조사하였다. 정공수송층으로 TPD(N,N'-dyphenyl-N-N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine)를 사용하였으며, 전자수송층 및 적색 발광층으로는 DCM(4-(Dicyanomethyl)2-methyl-1,6-(dimethylamino)styryl)-4H-pyrene)를 사용하여 정공수송층과 전자수송층의 두께비를 변화시켰을 때, 발광특성을 조사하였다.

제작된 유기 EL소자는 ITO(S40SL,1500A,15Ω/□,투과율 85%이상)을 하부전극의 기판으로 사용하였다. 적색 발광을 내는 구조에서는 HTL(Hole Transport layer,정공수송층)으로 TPD(N,N'-dyphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine)를 사용하였으며, ETL(Electron Transport layer, 전자수송층)과 EML(Emission layer,발광층)로써 DCM(4-(Dicyanomethyl)2-methyl-6-(dimethylamino)styryl)-4H-pyrene)를 사용하였다. 상부 전극으로는 Al전극을 사용하였으며, 소자의 각 층은 10⁻⁶Torr의 진공도를 유지하면서 진공 열증착법으로 제작하였다. 또한 제작된 박막은 정공수송층과 전자수송층의 전체두께를 1000Å으로 일정하게 하였다.

두께비 변화에 따른 특성비교를 위해, 1000Å의 전체두께에서 정공수송층과 전자수송층을 각각 500Å:500Å, 300Å:700Å 그리고 700Å:300Å를 가지는 소자를 제작하였다.

1. 서 론

유기 전계 발광 소자(OELD)는 1987년 Kodak사의 Tang등이 발광층과 정공수송층으로 Alq3와 TPD의 이중층 단분자 유기물 박막을 형성하여 효율과 안정성이 개선된 녹색의 발광현상을 발견한 이후로 단분자를 이용한 유기 EL디스플레이를 개발하려는 노력이 시작됐다. 이후 1990년에 영국 캠브리지 대학에서 PPV π 공액성 고분자 박막으로부터 EL특성을 관찰하는 등 고분자 및 저분자의 폭넓은 재료와 다중층의 구조적 발달로 그 연구가 활발히 진행되고 있다.^{(1),(2)}

특히 풀-컬러에 대한 관심이 집중되면서 적색, 녹색, 청색의 삼원색 발광의 중요성이 높아지고, 이에 따라 소자 구조 및 특성을 분석하고 발광 메커니즘의 해석등이 크게 요구되어지고 있다. 유기 전계 발광 소자의 풀컬러 구현은 적색, 청색 그리고 녹색의 삼원색 발광소자를 나란히 배열하는 방법(side-by-side method)과 백색광원에서 각 필터를 이용하여 삼원색을 추출하는 방법(color bandpass filter method), 청색 광원 소자에서 필터를 사용하여 삼원색을 얻는 방법, microcavity filter를 이용하는 방법과 마지막으로 색변조 가능한 유기발광소자의 나열등의 방법들이 연구 되고 있다.

이 중 삼원색 발광소자를 나란히 배열하여 제작하는 방법은 소자 제작의 용이성, 다른 색상 재료와의 조합성과 풀컬러 색상 구현의 단순성으로 인해 많은 연구가 진행되고 있다. 특히, 이중층 구조의 소자의 장점은 정공과 전자 수송의 역할을 분리하여 수행함으로써 하나의 재료에서의 다중역할의 어려움을 덜 수 있을 뿐 아니라, 새로운 발광 재료 변환의 용이성 또한 높다.^{(3),(4),(5),(6)}

최근 본 연구진은 side-by-side method 를 이용하여 각각의 발광 색상별 특성을 확인 및 연구하여 왔다. 따라서 본 실험에서는 풀-컬러 삼원색 중 적색 발광 소자의 두께별 발광특성인 발광휘도 및 전류 등을 비교 측정함으로써 풀-컬러 소자의 제작방법에서의 응용 방안을 제시한다.

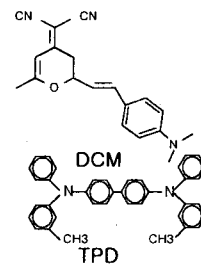
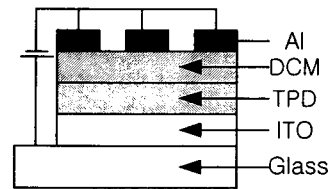


그림 1. 적색 유기 EL 소자의 구조 및 재료 (DCM, TPD)

2. 본 론

2.1 실험 방법 및 측정방법

2.1.1 실험 소자의 제작

2.1.2 실험 소자의 측정

제작된 소자의 휘도 측정은 Topcon사의 luminescence colormeter bm-7을 사용하였으며, 0V에서 26V 까지 측정하였다. 전류밀도는 Hewlett packard 4115

semiconductor parameter analyzer를 사용하여 휘도의 측정과 동시에 수행하였다. 소자의 두께측정은 N & K Analyzer(NKT1200)을 이용하여 측정하였다.

또한, 제작된 소자의 발광현상을 video microscope IT system을 이용하여 확인하였다.

2.2 실험 결과 및 고찰

양극과 음극에서 정공수송층과 전자수송층을 통하여 정공과 전자가 각각 발광층으로 주입되어 여기자를 형성한 후 여기자로부터 정공과 전자사이의 에너지에 해당하는 빛을 발광하는 것이 유기 전계 발광 소자의 기본 원리이다. 이에, 본 실험에서는 정공수송층과 전자수송층 및 발광층의 두께비에 따른 전류, 인가전압과 휘도의 관계를 분석하여 풀킬러 구현을 위한 적색 소자의 특성 파라메타를 추출하였다.

정공수송층(TPD)와 전자수송층이며 발광층(DCM)의 두께 비율을 각각 500Å:500Å, 700Å:300Å, 300Å:700Å로 하고 두층의 전체두께를 1000Å으로 소자를 제작하였다.

그림 2는 제작된 소자의 에너지 준위를 나타내고 있다.

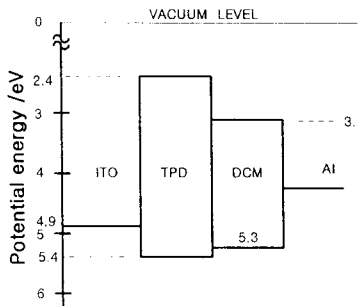


그림 2. 소자의 에너지 준위

그림 3은 두께비에 따른 각 소자의 전압과 전류의 특성을 보여주고 있다. 전체적인 전압 전류특성 곡선은 일반적인 유기 전계 발광소자와 마찬가지로 선형적인 증가 형태를 보여주고 있다. 각 소자의 문턱전압은 두께비가 500Å:500Å인 소자가 약 11V이고 700Å:300Å인 소자는 15V 그리고 300Å:700Å인 경우 17V를 보이며 낮은 특성을 나타내었다. 전류의 급격한 증가 또한, 각각 22V, 24V, 25V로 두께비가 다른 경우 전압이 늦춰지는 경향을 보이며 이러한 현상은 소자내의 두께에 따른 전자와 정공의 이동에 따른 전압과 전류의 특성을 설명하고 있다.

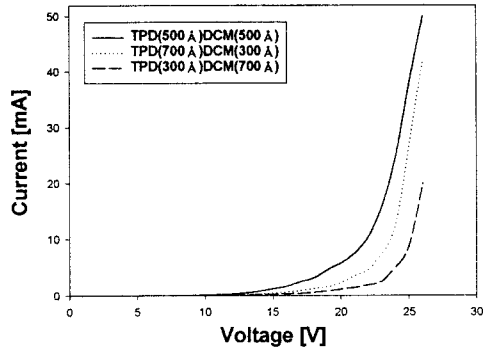


그림 3. 전류 전압 특성 곡선

그림 4는 전압 대 휘도와와의 관계를 나타내고 있다. 두께비가 500Å:500Å인 소자의 경우 휘도는 전압-전류 특성과 비슷한 양상인 10V에서 발광하기 시작하여 17V에서 급격히 증가하고 마찬가지로 27V에서 약 115cd/m²의 최대휘도를 보여주었다. 두께비가 700Å:300Å, 300Å:700Å인 다른 소자의 경우 이보다 낮은 15V에서 발광하기 시작하고, 최대 휘도 역시 훨씬 낮은 약 90cd/m²와 70cd/m²를 나타내주고 있다. 따라서 HTL:ETL의 재료가 각각 TPD와 DCM으로 구성된 소자에서는 이들의 두께비가 동일할 때, 전자와 정공수송에 가장 안정된 재결합으로 인해 높은 휘도를 갖고 있음을 알 수 있다.

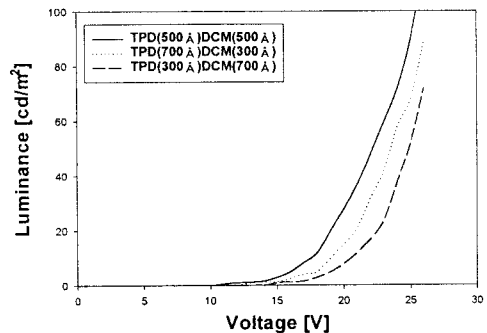


그림 4. 전압과 휘도의 특성 곡선

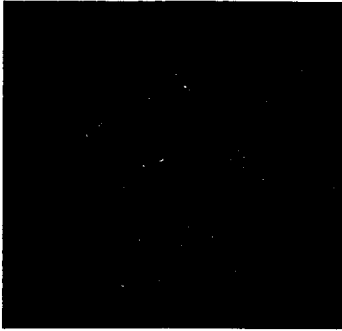
그림 5는 동일한 22V에서의 각 소자의 발광 상태를 수록하였다. 글미 5-(a)는 TPD 500Å, DCM 500Å의 소자이며, (b)는 TPD 700Å, DCM 300Å이고 (c)는 TPD 300Å, DCM 700Å로 제작된 소자이다. 그림에서 각각의 소자는 비교적 균일한 발광 특성을 보이고 있음을 확인할 수 있다.

또한 22V인가 전압시 그림 5-(a) 500Å:500Å에서 가장 밝은 약 50cd/m²의 휘도를 확인할 수 있었다.

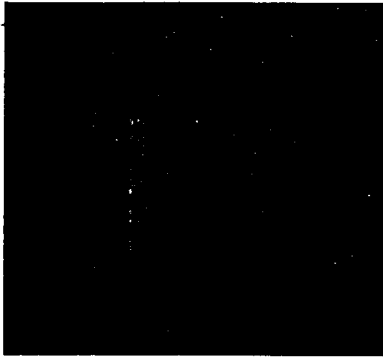
합율을 확인하였으며 이는 풀컬러 구현을 위한 적색 소자 특성 연구에 큰 영향을 미칠 것으로 사료된다.

(참 고 문 헌)

- [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] J.Lam and T.C. Gorjanc. "Selective doping of multilayer organic light emitting devices", J. Vac. Sci. Technol. A 18(2) pp593-596
- [5] Tatsuo Mori, Kiyokazu Miyachi and Teruyoshi Mizutani, " A study of the electroluminescence process of an organic electroluminescence diode with an Alq3 emission layer using a dye-doping method" . Appl. Phys. 28 pp 1461-1467, 1995
- [6] J.Lam and T.C. Gorjanc "Selective doping of multilayer organic light emitting devices" J.Vac.Sce.Technol A18(2), pp593-596, 2000



(a)



(b)



(c)

그림 5. 22V 전압 인가시 소자의 발광 사진

- (a) 500Å:500Å
- (b) 700Å:300Å
- (c) 300Å:700Å

3. 결 론

본 연구에서는 이중층 적색 유기 EL소자에서 전자수송층과 정공수송층의 두께비를 각각 500Å:500Å, 700Å:300Å, 300Å:700Å로 하여 두 층의 전체 두께가 1000Å인 소자의 특성을 조사하였다.

전압과 휘도의 관계에서 두께비가 500Å:500Å인 경우 다른 소자와 비교하여 최대 115cd/m²의 휘도를 나타내었으며, 문턱 전압에 있어서도 11V로 가장 낮은 전압을 보였다.

이상의 결과로 이중층 적색 유기 EL소자에서 정공수송층TPD와 전자수송층이자 적색발광층인 DCM의 재결

본 연구는 2001년도 광운대학교 산학연 컨소시엄 공동 기술 개발(과제번호 B-7)에 의해 수행되었음을 밝히며, 아울러 이에 감사드립니다.