

고휘도 발광을 위한 유기 EL 소자 제작

The fabrication of organic EL device for high contrast.

여철호*, 손철호*, 박정일*, 장선주*, 박종화*, 이영종**, 정홍배*

Cheol-Ho Yeo*, Chul-Ho Son*, Jeong-il Park*, Sun-Joo Jang*, Jong-Hwa Park*,

Young-Jong Lee**, Hong-Bay Chung*

광운대학교 전자,정보통신공학부 전자재료공학과*, 여주대학 전자공학과**

Dept. of Electronic Materials Eng.,

Division of Electrical & Information Communication Engineering, Kwangwoon University*

Dept. of Electronic Eng., Yeo Joo Institute of Technology**

Abstract

The Organic Electroluminescence (OEL) device, that was consisted of Alq3(8-hydroxyquinoline aluminum) and TPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine), has been used. We investigated characteristics of brightness and current density about OEL that was oxidated each layers. We used two samples that were fabricated each continuous and non-continuous method. Emission was observed above 10mA/cm² and luminance was measured to be 1530cd/m² at a current density of 100mA/cm². A luminance of over 2600cd/m² was also observed after the final fabrication process.

Key Wards(중요용어) : OEL (Organic Electro Luminescence), HTL (Hole Transfer Layer), ETL (Electron Transfer Layer), Degradation

1. 서론

1987년 Tang과 VanSlyke가 이중층의 구조를 갖는 유기 EL 소자를 개발한 이후 유기 EL은 디스플레이 소자에서 주목을 받는 소자 중 하나가 되었다.^[1] 이후, 발광물질에 대한 도핑에 관한 연구와 저분자와 고분자로서의 개발이 활발히 전개되면서

2mm보다 얇은 전체 두께와 넓은 시야각, 풀컬러의 가능성, 직류 10V 이하의 낮은 구동 전압, 적은 전력 소비, 0.3mm보다 작은 pixel pitch를 가진 고해상력, 10us의 빠른 응답속도와 고분자를 이용한 경량과 flexible한 디스플레이 소자로서 각광을 받고 있다.^[2]

유기 EL 소자의 구조중 단일층 구조에서의 단점인 일중항 여기자의 금속전극이나 전극계면 부분으로의 에너지 이동에 의한 소광을 적층 구조로서 보완하는 방법이 많이 쓰이고 있다. 적층 구조에서의 또 다른 잇점으로 정공과 전자의 주입과 수송, 발광의 역할을 분리하여 수행함으로써 하나의 재료에서의 다중역할의 어려움을 덜 수 있다. 또한 내구성

* 광운대학교 전자재료공학과
(서울시 월계동 광운대학교,
Fax: 02-943-3590
E-mail : hbchung@daisy.kwangwoon.ac.kr)

및 대체 재료에 대한 개발에도 응용 가능하다는 장점이 있다.^[3,4,5,6]

이러한 특성이 있는 반면, 전압공급시 줄 열 발생에 의한 분자재배열 및 높은 열에 대한 불안정성과 대기중의 수분과 산소에 의해 비정질의 결정화 및 빛에도 약한 성질이 있어 내구성에 대한 불안정성으로 인해 소자의 수명과 효율에서의 영향을 미치게 되어 이 분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 각층별 산화막에 따른 발광휘도 및 전류밀도를 비교 측정함으로써 소자의 제작방법에서 응용될 수 있는 방안을 제시한다.

2. 실험 및 측정방법

2.1 실험 소자의 제작.

본 연구에서 제작된 유기 EL 소자는 ITO(S40SL, 150Å, 15Ω/□, 투과율 85%이상)를 하부전극의 기판으로 하였다.

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)으로서 Alq3(8-hydroxyquinoline aluminum)를 사용하고, 상부 전극으로 순도 5N의 Al를 진공열충착법을 이용하여 진공도 10-6Torr 에서 제작하였다. TPD의 경우 3Å/sec, Alq3의 경우 1.5Å/sec의 속도로 증착하였다. 상부전극인 Al은 반경 2.5mm×mm으로 제작하였다. 또한 제작된 박막은 HTL과 ETL층의 두께를 500Å/500Å으로 하였으며, 두께측정은 N&K Analyzer(NKT1200)을 이용하여 측정하였다.

산화막의 유무에 관한 특성비교를 위한 소자의 제작으로 동일한 두께의 HTL, ETL를 각각의 층의 제작시에 산화막이 없는 연속증착을 하였고, 각 층의 제작시에 측정을 위한 산화막으로 불연속 제작을 하였다.

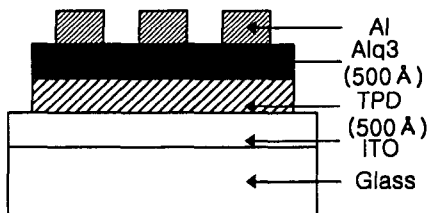


그림 1. OLED 시편의 구조

2.2 실험 소자의 측정

제작된 소자의 휘도 측정은 Topcon사의 luminescence colormeter bm-7을 사용하였다. 휘도는 0.5V간격으로 0V에서 30V까지 측정하였다. 전류밀도는 휘도의 측정과 동시에 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2. 는 전류밀도에 따른 연속증착법과 불연속증착법에 의해 제작된 OLED 박막의 휘도 의존성을 나타내고 있다. 여기에서 각각의 박막은 전자수송층 Alq3가 500Å, 정공수송층 TPD가 500Å으로 제작되었다.

먼저 전류밀도 10mA/cm² 이하에서 관측된 발광이 문턱전류치는 연속증착의 경우가 9mA/cm²에서 약 25.9cd/m²으로 가장 낮았으며, 불연속증착의 경우는 이보다 높은 값을 갖았다.

또한 10mA/cm² 이상의 전류밀도에서는 연속증착의 경우가 100mA/cm²에서 약 1530cd/m²의 높은 휘도를 나타냈으며, 불연속증착의 경우는 이보다 낮은 1000cd/m²의 휘도를 나타냈으며, 최대 발광휘도는 연속증착의 경우 약 2600cd/m²의 높은 발광휘도를 나타내었고 불연속증착의 경우 약 1410cd/m²의 발광휘도를 나타내었다.

이는 연속증착법에 의한 경우 HTL과 ETL에서 재결합을 방해하는 산화막을 감소시킴으로써 발광휘도를 증가시킬 수 있음을 알 수 있다.

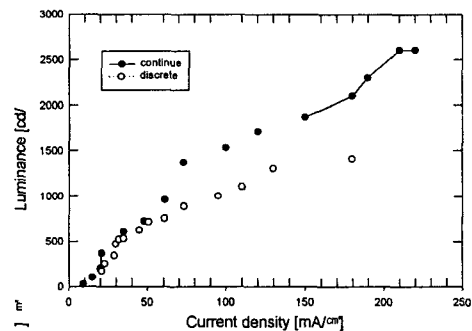


그림 2. 전류밀도에 따른 연속증착법과 불연속증착법에 의해 제작된 OLED 박막의 휘도 의존성

그림 3은 OLED에서 전류밀도 따른 발광효율을 나타내고 있다. 이때 OEL 효율 η 는 다음 식에 의해 결정된다.^[6]

$$\eta = \pi \cdot L / V \cdot J$$

여기에서 η 는 발광효율[lm/W], L은 휘도[cd/m²], V는 인가전압[V], J는 전류밀도[A/m²]을 나타낸다.

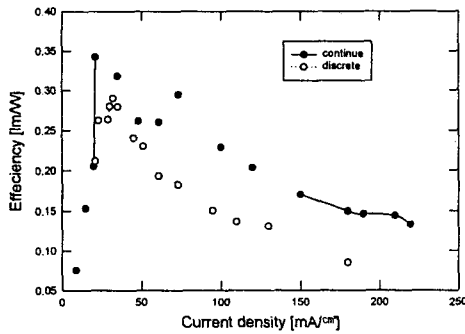


그림 3. 전류밀도에 따른 연속증착법과 불연속증착법의 효율

OEL 효율은 휘도에 비례하므로 앞서 그림 2의 결과에 따라 연속증착법의 효율이 불연속증착법의 효율보다 더 큰 값을 갖고 있음을 알 수 있다. 이러한 효율을 증가하기 위해서는 제작된 소자 내에서 2가지 방법이 제시된다.

- 1) ITO전극과 HTL층 사이의 이온화 포텐셜이 낮은 HTL층 설계에 의한 정공 주입 증가
- 2) 일함수가 낮은 금속을 이용한 전자 및 정공 주입 증가

후자의 경우 보통 ETL층과 Cathode전극사이에서 발생하는 산화막은 계면에서 일함수를 높이며 또한 전자의 주입을 방해하는 요소로 여겨진다. 따라서 그림 3의 결과처럼 연속 증착법에 의한 이들의 효율은 박막내의 계면에서 산화막을 감소시켜주는 역할을 함으로써 보다 높은 효율을 갖는 소자 특성을 나타낼 수 있다. 그림 3에서 연속증착법에서 최대 0.34lm/W, 불연속증착법에 의해 0.29lm/W의 효율을 얻을 수 있었다.

그림 4는 전류밀도에 대한 증착방법에 따른 인가전압특성을 나타내고 있다.

10V이상에서 경우 연속증착법에서 약 15V 이상에서 전류가 흐르기 시작하고 있으며, 불연속증착법에서는 약 17V이상에서 보다 전류가 잘 흐르고 있음을 확인할 수 있었다.

10V이하의 경우에는 불안정한 전류를 나타내고 있는데, 아직 그 명확한 해석이 되어 있지는 않지만, 이는 정공주입에 따른 영향으로 볼 수 있다.^[7]

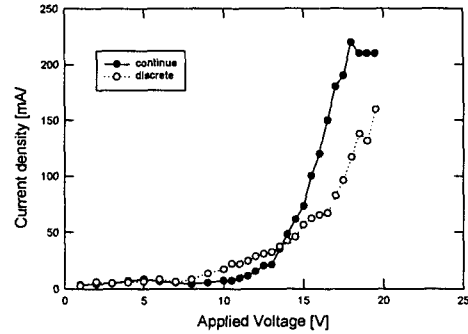


그림 4.는 전류밀도에 대한 증착방법에 따른 인가전압특성

4. 결론

본 연구에서는 연속진공증착방법과 불연속증착방법에 의한 유기발광소자를 제작하였으며, 이에 따라 ETL층과 Cathode 전극사이 계면에서 발생하는 산화막의 영향을 조사하였다.

결과적으로 전류밀도에서는 연속증착의 경우가 100mA/cm²에서 약 1530cd/m²의 높은 휘도를 나타냈으며, 이때 최대 발광휘도는 약 2600cd/m²의 높은 발광휘도를 나타낼 수 있었다.

또한 OEL의 효율면에서도 연속증착에 의한 산화막의 감소로 인하여 최대 0.34lm/W의 발광효율을 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 광운대학교 산학연 컨소시엄 공동 기술개발(과제번호A-15) 연구지원에 의해 수행 되었음을 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]. Gerd Mueller, "Electroluminescence I",

- Academic press , vol64. pp214-217, 2000
- [3]. M. Pope, H.P.Kallmann, and P.Magnante,
J.Chem.Phys., 38,pp2042,1963
- [4]. J.H. Burroughes, D. D. C. Bradley, A.R.Brown,
R. H. Friend, P. L. Burns and A. B. Kolmes,
Nature, 347, pp539, 1990
- [5]. Yong Cao, Lan D. Parker, Gang Yu, Chi
Chang, and Alan J. Heeger, Nature, 397, pp
414, 1999
- [6] H.G.Kim, T.Mori and T.Mizutani and D.C. Lee,
"Electroluminescent Ptoperties of Orginic
Light-Emitting-diode Doped with Squarylium
Dye", Trans. IEE of Japan, 118-E, 1998
- [7] 김형권, 이덕출, "유기발광소자의 막두께 및
음극전극의 변화에 따른 발광특성",
"전기전자재료학회지", vol11, no10. pp897-902,
1998