

Alq₃/TPD EL 소자의 제작과 그 특성에 관한 연구

채 수길^a, 김 태완^b, 강도열^a

a 홍익대학교 전기·제어공학과, b 홍익대학교 물리학과

Preparation and characterization of Alq₃/TPD EL devices

Su-gil Chai^{*}, Tae Wan Kim^{**}, Dou Yol Kang^{*}

^{*} School of Electronic & Electrical Eng., Hongik University

^{**} Dept. of Physics., Hongik University

Abstract - In this study, Organic electroluminescent(EL) devices with multilayer structures were fabricated using tris (8-hydroxy quinolinate) aluminum(Alq₃) as an electron-transporting emitting layer and TPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamine : aromatic diamine) as a hole-transporting layer. A cell with a structure of glass substrate/indium-tin-oxide(ITO)/Alq₃/TPD/Mg:In exhibited bright green electroluminescence from the TPD layer. The peak intensity of TPD and Alq₃ different from spin coating and vacuum evaporation. The peak emission energy shifts to a higher energy with deposition technique. An emission peak at 500nm was achieved at a driving voltage of 30V

1. 서 론

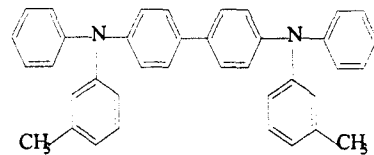
최근 컴퓨터, TV등 멀티미디어 기기의 보급과 마이크로 전자 공학의 발전과 더불어 많은 정보를 효율적으로 전달할 수 있는 시각 표시 장치에 대한 요구가 증대되고 있다. 현재 가장 널리 보급되어 있는 CRT(cathode ray tube)는 고 전압에서 작동하고 크기 및 무게 등의 제약을 받으므로 향후 전력소모가 적고 대형 화면화가 가능한 평판 표시기로 대체되리라 예상된다.[1] 이런 점에서 유기 EL(Organic electroluminescent Devices)소자는 Tang과 VanSlyke가 처음으로 고휘도를 내는 유기 EL 디바이스를 만들어 새로운 형태의 평판 디스플레이 소자로서 이용 가능성을 확인하였다.[2] 구조는 다층 구조인 발광층(emitting layer)과 정공 전달 층(hole transport layer)으로 이루어져 있다. 이 논문에서는 같은 역할을 하는 유기 재료를 사용하여 소자의 제작과 특성을 알아보았다.

2. 본 론

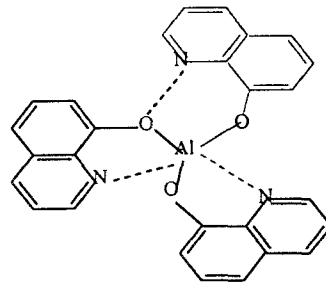
2.1 실험 방법

2.1.1 성막 물질

본 실험에 사용된 시료는 발광층 및 전자 수송층으로 Alq₃ 와 정공 전달 층으로 TPD를 사용하였다. 각각의 시료의 구조는 <그림 1>에 보여준 바와 같다.



(a)



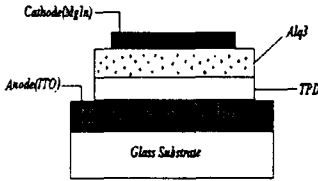
(b)

<그림 1> (a) TPD (b) Alq₃

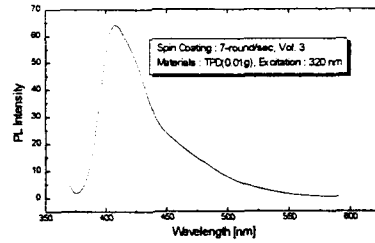
2.1.2 EL 소자 제작과 구조

소자 제작 방법은 스핀 코팅과 진공 증착 방법을 통해서 만들었다. 스핀 코팅 조건은 CHCl₃ 10ml에 각각 Alq₃ 0.04g 과 TPD 0.01g를 녹여서

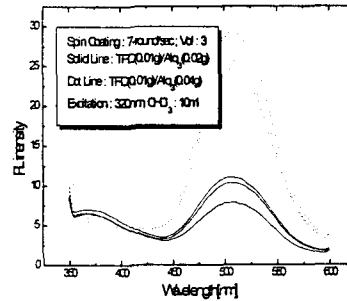
초당 7회전으로 ITO 기판 위에 누적을 하였다. 진공 증착은 자체 제작한 증착기로 2.3×10^{-5} torr 압력에서 똑같은 양으로 증착하였다. 하부 전극은 indium-tin-oxide(ITO) 기판을 사용하였으며 상부 전극은 Mg:In을 사용하여 디바이스의 구조를 ITO/Alq₃/TPD/Mg:In 로 만들었다.



<그림 2> EL 소자 구조.



<그림 4> Spin Coating시 TPD의 PL의 크기.



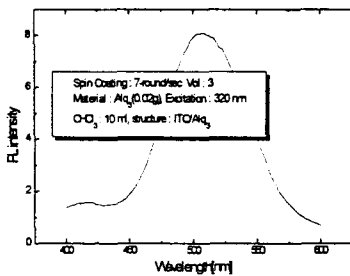
<그림 5> 스핀 코팅시 TPD/Alq₃ PL의 크기.

2.1.3 측정

스핀 코팅과 진공 증착의 차이를 알기 위해서 PL(Photoluminescence)은 PERKIN ELMER사의 Luminescence spectrometer LS50B를 사용하였고 역시 EL(Electroluminescence)도 같은 장비를 이용하였다. 정류 특성을 알아보기 위한 전류-전압(I-V) 특성 실험은 Keithly 238을 이용하여 0V에서 15V까지의 전압을 500ms의 간격을 두고 0.5V씩 증가시키면서 수직 방향으로 흐르는 전류를 측정하였다.

2.2 실험 결과 및 검토

2.2.1 누적 방식에 따른 PL Intensity

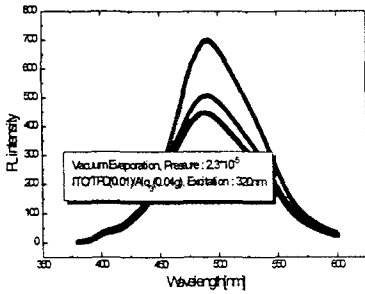


<그림 3> Spin Coating시 Alq₃의 PL의 세기.

<그림 3>에서 스핀 코팅 으로한 Alq₃의 피크의 위치는 510nm 근처에서 나오고 있음을 알 수 있다. 역시 <그림 4>에서도 스핀 코팅한 TPD의 피크의 위치가 400nm 근처에서 나오고 있음을 알 수 있다 두 물질을 다층으로 스핀 코팅할 때의 PL 크기를 알아 보기 위해서 Alq₃를 각각 0.02, 0.04g과 TPD 0.01g를 클로로포름 10ml에 녹여 ITO에 스핀 코팅하여 다층을 만들어 비교하여 본 결과 Alq₃보

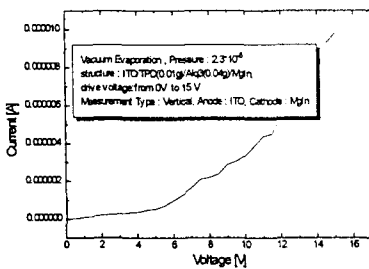
다 TPD의 크기가 현저히 작음을 알 수 있다. TPD와 Alq₃의 피크를 각각 1개씩 얻었다. Alq₃경우 단독인 경우보다 세기가 큰 반면 TPD 경우는 작아졌다. 스핀 코팅의 경우 두 시료의 PL의 피크를 얻음으로써 기판에 누적되었음을 알 수 있었고 낮은 PL의 세기가 나오므로 좋지 않은 누적 방법인 것 같다. 또 TPD를 사용하는 것이 Alq₃의 PL의 크기를 높이는 데 효과가 있음을 알 수 있었고 나아가 EL의 세기에도 영향을 미칠 것이다. 여기서 좀 더 두 시료의 상호 영향을 알아보기 위해서 Alq₃ 0.04g, TPD 0.01g을 진공 증착으로 다층 시료 3개를 만들어 cell의 PL 세기를 측정하여 보았다. 그 결과 <그림 6>에서 TPD의 피크는 400nm 근처에서 1개 나타났고 스핀 코팅의 경우와 같이 세기도 비슷하였다. 반면 Alq₃의 피크의 위치는 스핀 코팅시 Alq₃ 단독인 경우와 TPD와 다층을 이룬 경우와는 달리 세기도 클 뿐 아니라 현저하게 왼쪽으로 에너지가 이동이 일어남을 발견하였다. Alq₃와 TPD가 각각 microcrystalline 과 noncrystalline이며, 질량의 크기와 양 그리고 증착에서 보듯이 어느 일정한 두께의 누적 방법을 할 경우 서로 간의 에너지 이동이 제약을 받기 때문일 것이다. 이런 것에 기인하는 에너지 위상 이동은 Quantum size effect라 하는데 이것을 계산하기 위해서는 localized electron의 Kronig-Penny 모델을 이용하여 계산한다. 이 때 쓰이는 변수는 무한장벽

과 유효 전자 질량(m_e^*)이다.[3]



<그림 6> 진공 증착시의 PL의 세기.

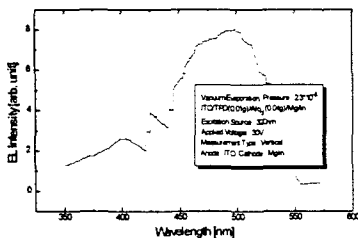
2.2.2 EL Cell의 I-V 특성



<그림 7> 막의 I-V 특성.

<그림 7>은 ITO 기판 위에 TPD/Alq₃ 구조로 증착한 시료를 제작한 후 EL Cell의 I-V 특성을 나타낸 것이다. 그림에서 보듯이 정류 특성을 나타낼 수 있다.

2.2.3 Cell의 EL 스펙트럼



<그림 8> 다층 Cell의 EL 특성

<그림 8>은 다층으로 제작한 유기 EL의 발광 스펙트럼 곡선이다. 세기가 작지만 400 - 500 nm의 영역에서 발광 스펙트럼을 내고 있다. 인가 전압은 전류-전압(I-V) 특성 곡선 보다 좀 더 높은 30V에서 스펙트럼을 얻었다. 이는 소자의 저항 값이 커서 전자와 정공의 주입이 원활하지 못했기 때문이다. 이 때문에 정공과 전자의 주입으로 쓰이는 물

질을 상부 전극과 하부 전극 사이에 어느 일정한 다층 구조로 EL cell을 제작하는 것이 바람직한 소자 제작 방법일 것이다.

3. 결 론

스핀 코팅보다 진공 증착이 시료 간의 영향을 파악하는데 더 효과적이었다. EL 소자를 스핀 코팅보다 진공 증착으로 제조했을 경우 Alq₃의 파장이 왼쪽으로 이동하는 위상이동(Phase Shift)이 발생하였다. 위상 이동은 시료 간의 질량, 누적된 양에 따라서 다를 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] 구할분, 김주승, 조재철, "유기 전계발광 소자의 최근의 개발동향", 전기전자재료학회지 Vol. 9, No. 2, pp. 208-215, 1996.
- [2] C. W. Tang, S. A. VanSlyke, "Organic electroluminescent diodes", Appl. Phys. Lett., Vol. 12, pp. 913-915, 1987.
- [3] Yutaka Ohmori, and Akihiro Fujii, "Fabrication and characteristics of 8-hydroxyquinoline aluminum/aromatic diamine organic multiple quantum well and its use for electroluminescent diode", Appl. Phys. Lett., Vol. 62, No. 25, pp. 3250-3252, 1993.