

전도성 고분자를 Buffer층으로 사용한 유기 발광 소자의 제작과 특성 연구

Characteristics of organic electroluminescent devices using conducting polymer materials with buffer layers

이호식^a, 박종욱^c, 김태완^b, 강도열^a

^a 홍익대학교 전기제어공학과

^b 홍익대학교 물리학과

^c 충주대학교 고분자공학과

Ho-Sik Lee^a, Jong Wook Park^c, Tae Wan Kim^b, and Dou-Yol Kang^a

^a Dept. of Control and Electrical Eng., Hongik University, Korea

^b Dept. of Physics, Hongik University, Korea

^c Dept. of polymer Eng., Chungju National University, Korea

Abstract

Electroluminescent(EL) devices based on organic thin films have attracted lots of interests in large-area light-emitting display. One of the problems of such device is a lifetime, where a degradation of the cell is possibly due to an organic layer's thickness, morphology and interface with electrode. In this study, light-emitting organic electroluminescent devices were fabricated using Alq₃(8-hydroxyquinolate aluminum) and TPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-[1-1'-biphenyl]-4,4'-diamine). Where Alq₃ is an electron-transport and emissive layer, TPD is a hole-transport layer. The cell structure is ITO/TPD/Alq₃/Al and the cell is fabricated by vacuum evaporation method. In a measurement of current-voltage characteristics, we obtained a turn-on voltage at about 9 V. And we used other buffer layer of PPy(Polypyrrole) with ITO/PPy/TPD/Alq₃/Al structure. We observed a surface morphology by AFM(Atomic Force Microscopy), UV/visible absorption spectrum, and PL(Photoluminescence) spectrum. We obtained the UV/visible absorption peak at 358nm in TPD and at 359nm in Alq₃, and at 225nm and the PL peaks at 410nm in TPD and at 510nm in Alq₃ and at 350nm. We also studied EL spectrum in the cell structure of ITO/TPD/Alq₃/Al and ITO/PPy/TPD/Alq₃/Al and we observed the EL spectrum peak at 510nm from our cell.

1. 서론

최근 멀티미디어 기기의 보급과 더불어 많은 정보를 효율적으로 전달할 수 있는 시각 표시 장치에 대한 요구가 증대되고 있다. 현재 보급이 가장 많이 된 CRT(Cathode-Ray Tube)는 고전압에서 작동하고 크기 및 무게 등의 제약을 받음으로 향후 전력 소모가 적고 대형 화면화가 가능한 평판 표시기로 대체 되리라 예상된다¹⁾. 그러므로 전기적, 광학적 성질을 이용한 다양한 소자 개발에 있어서, CRT의 단점을 보완할 수 있는 유기 물질들을 이용한 가능성의 확대 및 기초적, 응용적 측면에서의 잠재성으로 볼 때 많은 관심의 대상이 되었다. 이로 인해

유기 박막을 기본으로 하는 전기 발광(Electroluminescence, EL)을 이용한 대면적의 표시 소자로서의 응용 가능성 때문에 유기 전기 발광에 대한 많은 관심이 되어 오고 있다. Tang과 Vanslyke는 처음으로 양전극으로부터 발광층으로 정공 주입을 위한 정공 전달층(hole-transport layer)을 사용하여 낮은 전압에서 발광하는 EL을 연구하였다²⁾. 본 연구에서는 Alq₃(8-hydroxyquinolate aluminum)와 TPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-[1-1'-biphenyl]-4,4'-diamine)를 사용하여 초록색의 유기 전기 발광 소자를 제작하였다. 여기서 Alq₃는 전자 전달 물질이면서 또한 발광층이고, TPD는 정공 전달 물질로 사용되었다. 또한 전도성 고분자 PPy를 buffer층

으로 사용하여 소자 효율에서의 변화를 연구하였다.

2. 실험

2-1. 성막 물질

그림 1은 본 연구에서 사용한 시료의 분자 구조이다. $Alq_3(C_{27}H_{18}AlN_3O_3, 459.44)$ 는 전자 전달 물질이면서 또한 발광층으로 사용 되었고, $TPD(C_{38}H_{32}N_2, 516.69)$ 는 정공 전달층으로 사용한 시료의 그림이다.

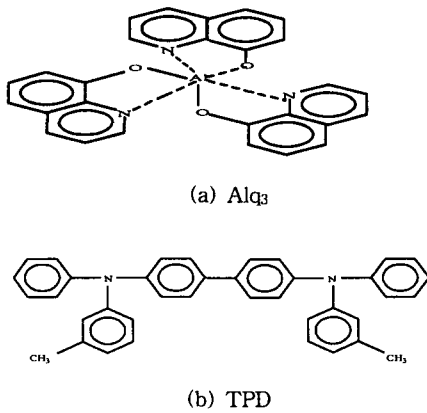


그림 1. 사용된 시료의 분자 구조.

2-2. EL cell의 제작

하부 전극은 모두 ITO glass(Samsung Corning Co.)를 사용하였으며 상부전극도 모두 Al을 사용하였다. ITO glass는 과산화수소수(H_2O_2) : 암모니아수 : 2차 증류수를 1:1:4의 비율로 혼합하여 약 1시간 동안 끓인 후에 다시 2차 증류수로 약 1시간 동안 초음파 세척을 하여 사용하였다.

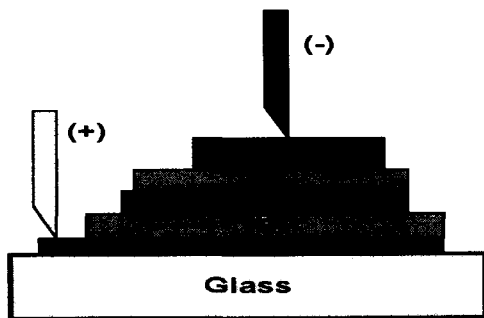


그림 2. EL 소자 구조.

정공 전달층인 TPD와 발광층으로 사용한 Alq_3 는 진공 증착법으로 약 10^{-5} torr의 진공도에서 박막을 형성하였다.

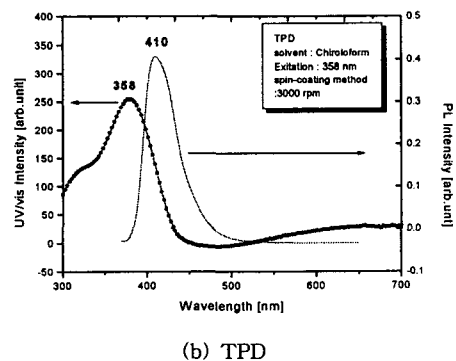
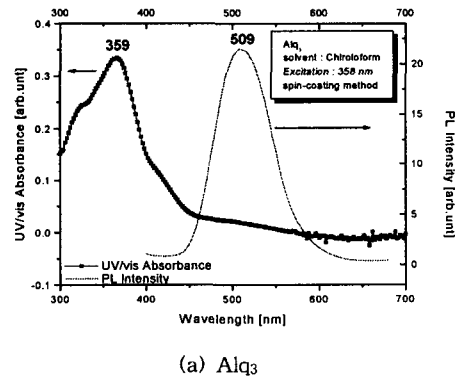
그리고 buffer 층으로 사용한 PPy는 spin-coating 방법으로 박막을 제작하여 ITO 전극과 정공 전달층 사이에서 사용하였다.

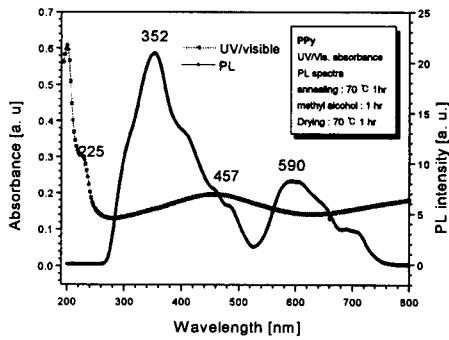
본 연구에서 사용한 EL cell의 구조는 ITO/TPD/ Alq_3 /Al의 전극과 ITO/PPy/TPD/ Alq_3 /Al이다. spin-coating은 4000rpm의 회전 속도로 약 1분 동안 막을 제작하였다. 이의 구조를 그림 2에 나타내었다.

3. 결과 및 검토

3-1. 광학적 특성 측정

광학적 측정으로는 본 연구에 사용된 정공 전달 물질인 TPD와 전자 전달 물질이며 또한 발광 물질인 Alq_3 를 UV/visible 흡광도와 PL spectrum을 측정하였으며, 측정 그림은 그림 3에 나타내었다.





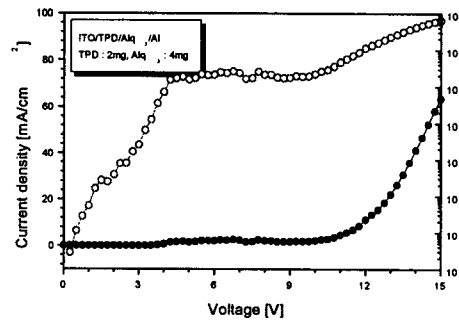
(c) PPy

그림 3. UV/visible 흡광도와 PL spectrum 측정.

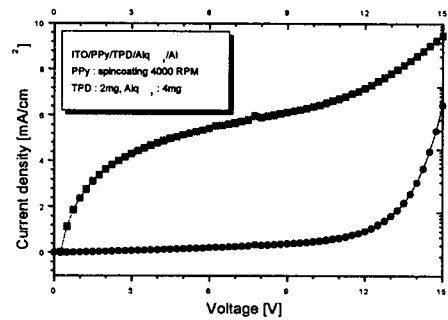
UV/visible 측정은 HP 8452A spectrophotometer를 사용하였고, PL 측정은 Perkin Elmer Limited LS50B를 사용하였다. 그림에서 보면, TPD의 경우 약 358nm에서 흡수 피크를 보이고 있으며 약 410nm에서 PL 피크를 보이고 있다. 또한 Alq₃의 경우는 약 359nm에서 흡수 피크를 보이고 있으며 약 509nm에서 PL 피크를 보이고 있다. 또한 buffer 층으로 사용한 전도성 고분자인 PPy의 흡수 피크는 약 225nm와 457nm에서 보이고 있으며, PL 피크는 352nm와 590nm에서 보이고 있다. 위의 결과로부터 본 연구에서 제작 사용한 소자가 초록색의 발광을 하고 있다는 것을 보여주고 있다.

3-2. EL cell의 전류-전압 특성 및 휘도 측정

그림 2의 구조로 제작한 각각의 EL cell의 전류-전압(I-V) 특성을 측정하였다. I-V 특성 측정은 컴퓨터에 연결된 Keithley 236을 이용하여 SMU (source-measure unit) 프로그램으로 측정을 하였다. 그림 4는 그림 2의 각각의 구조의 I-V 특성을 측정한 것이다. 그림 4(a)의 경우 약 9V에서 빛이 방출하기 시작하는 것을 관측할 수 있었고 (b)의 경우는 약 8V에서 빛이 방출하는 것을 관측할 수 있었다. 또한 buffer 층을 사용함으로써 전류밀도가 약 10배 정도 적게 흐르는 것을 알 수 있으며, 구동 전압도 약간 낮아진 것을 알 수 있다.



(a) ITO/TPD/Alq₃/Al 구조



(b) ITO/PPy/TPD/Alq₃/Al 구조

그림 4. 구조에 따른 전류-전압 특성.

3-3. EL spectrum 측정

전도성 고분자를 buffer 층을 사용하여 EL cell을 제작하여 EL 측정을 한 결과를 그림 5에 나타내었다.

그림에서 보면, 약 510nm에서 피크가 관측되고 있으며, 이는 본 연구에서 제작한 소자가 초록색을 빛을 발광하고 있음을 보여주고 있다. 그리고 전도성 고분자의 buffer층을 사용하여도 역시 EL 피크의 파장은 변화하지 않고 있음을 볼 수 있는데 이는 본 연구에서 사용하는 buffer층이 전혀 파장에는 영향을 주지 않고 있음을 알 수 있다.

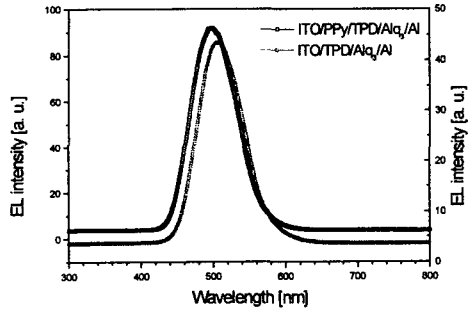
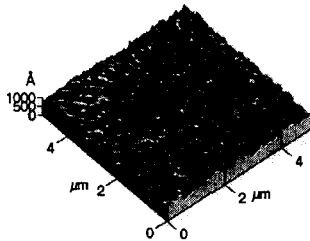


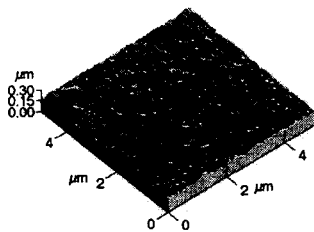
그림 5. ITO/TPD/Alq₃/Al 과 ITO/PPy/TPD/Alq₃/Al 구조에서의 EL 측정.

3-4. 표면 관찰

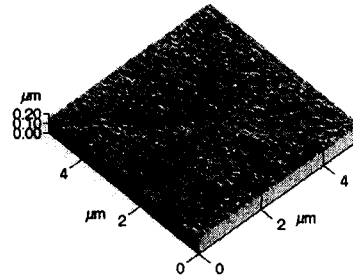
그림 6은 본 연구에 사용한 정공 전달 물질(TPD) 과 전자 전달 물질(Alq₃) 및 buffer 층으로 사용된 PPy의 표면을 관찰한 AFM 이미지이다. PPy의 표면을 상당히 매끄러운 것을 볼 수 있다.



(a) TPD 표면



(b) Alq₃ 표면



(c) PPy 표면

그림 6. 표면 관찰 이미지.

4. 결론

본 연구에서는 초록색 발광을 하는 Alq₃를 발광층으로 하여 정공 전달 물질로 TPD를 사용하고, buffer 층으로 전도성 고분자인 PPy를 사용한 결과는 다음과 같다.

전도성 전도성 고분자인 PPy를 사용한 결과 소자에 흐르는 전류가 상당히 적어진 것을 알 수 있었으며, 이는 소자의 효율과 수명에 있어서 상당히 개선된 것으로 생각된다. 또한 표면 관찰에서 PPy의 표면이 상당히 매끄러운 것을 확인 할 수 있었다.

위와 같은 결과로부터 향후 연구 과제로는 소자의 안정성에 대한 보다 많고, 정확한 실험이 필요하다는 것을 확인할 수가 있었다.

참고 문헌

1. 구할분, 김주승, 조재형 ; 유기 전계발광 소자의 최근의 개발 동향, *전기전자재료학회 Vol, 9, No, 2, February 1996.*
2. C. W. Tang and S. A. Vanslyke, *Appl. Phys. Lett.*, 51. 913, 1987.