

PBD를 Hole Blocking Layer로 이용한 적색발광의 EL 소자 제작에 관한 연구

장민웅, 김종성
경원대학교 화학공학과

The study on Red device using PBD as a Hole Blocking Layer

Minwoong Kang and Jongsung Kim
Department of Chemical Engineering, Kyungwon University

Abstract

본 연구에서는 ETL층으로 널리 알려져 있는 PBD(2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4oxadiazole)를 HBL(Hole-blocking layer) 물질로 이용 하고 Nile red를 사용하여 적색 발광의 EL(electroluminescence) 소자를 제작 평가하였다. 일반적인 유기 EL 소자의 구조인 Anode/HTL(Hole Transport Layer)/ETL(Electron Transport Layer)/Cathode로 이루어져 있다. 여기에 HTL과 ETL사이에 HBL를 추가하여 EL 소자의 성능을 향상 시킬수 있으면, 이러한 구조의 최종 소자를 제작 EML(emitting layer: Nile red)의 두께 및 임계전압을 달리 하여 소자의 특성을 평가 연구 하였다.

Key Words : Electroluminescence, Hole blocking layer, Nile red, PBD

1. 서 론

유기 EL(electroluminescence) 소자는 1987년 Eastmann Kodak 사의 C.W Tang^[1]에 의해 단 분자인 Alq₃(Tris(8-quinolinolato)aluminium)를 이용한 진공 증착 박막 구조의 녹색 발광 EL 소자가 발표 된 이후 많은 연구가 진행되고 있다. 유기 EL 소자는 다른 액정 소자와는 달리 자발광으로 낮은 구동 전압에서 높은 휘도를 낼수 있다. 이러한 장점 때문에 유기 EL 소자는 full color화가 가능한 차세대 디스플레이 장치로 많은 기대를 모으고 있으며, 2001년에는 일본 SONY사가 active matrix 방식의 13인치 풀칼라 유기 EL pannel을 시제품으로 선보인 바 있다.

일반적인 유기 EL 소자의 구조는 Anode/HTL(Hole Transport Layer)/ETL(Electron Transport Layer)/Cathode의 구조로 이루어져 있다. 다층의 유기 박막에 전계를 가하였을 때 양극에서의 정공과 음극에서의 전자가 재결합하여 발광이 이루어 지는데, 일반적으로 전자는 정공보다 이동속도가 상당히

느리다. 따라서, 전자의 이동속도를 높이고 정공의 이동속도를 조절할 수 있으면 보다 효율적인 EL 소자를 제작할 수 있다. 이런 역할을 수행하는 층을 HBL(Hole Blocking Layer)라 한다^[2,3,4].

본 연구에서는 HBL은 정공의 과도한 이동을 방지하여 정공-전자간 결합 확률을 높여 줌으로써 발광효율을 높힐 수 있다. 최근 본 연구자들에 의해 BCP와 PBD를 HBL로 사용한 녹색 계열 유기 EL 소자가 연구된 바 있다^[5].

ETL층으로 알려져 있는 PBD(2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4oxadiazole)를 HBL로 이용 하고, Nile red의 두께를 변환하여 소자를 제작하였고 EL 특성 평가 실험을 수행 하였다.

2. 실험

본 연구에서는 하부 전극막으로는 ITO유리(Indium Tin Oxide)(14mm×25mm×0.8mm, 102/□, 삼성 코닝)를 사용하였으며 정공 수송층, 발광층, 정공 불럭층, 전자 수송층 으로는 각각 TPD(N,N'-Dimethyl-N,N'-di(m-toly)bezidine),Ru

brene PBD, Alq₃를 사용 하였다.

ITO유리는 사진 식각 공정에 의해 하부 전극막 패턴을 형성하였다. 이때 포토 레지스트와 현상액으로는 Shielpy사의 AZ1518과 AZ351을 사용하였으며, 에칭액으로는 HCl : HNO₃ : D.I Water=10 : 3 : 1 (Vol)의 조성으로 조제하여 사용 하였다.

유기 단분자인 TPD, Nile red, PBD와Alq₃는 진공 증착법에 의해 6×10^{-6} torr의 압력하에서 증착하였으며, TPD, PBD, Alq₃의 두께는 각각 450Å, 200Å, 650Å으로 이었고, Nile red는 50Å, 150Å, 350Å로 두께 변화를 주어 소자를 제작 하였다. 또한, 상부 전극막으로는 Al(99.999%)을 2000Å의 두께로 진공 증착하여 사용 하였다. 이때 shadow mask를 사용 하여 상부 전극막 패턴을 형성하여 발광면적이 4mm²가 되도록 제작 하였다

소자의 제작에 사용된 유기 단 분자의 화학 구조도는 그림. 1에 나타내었고, EL 소자의 구조는 그림. 2에 나타내었다.

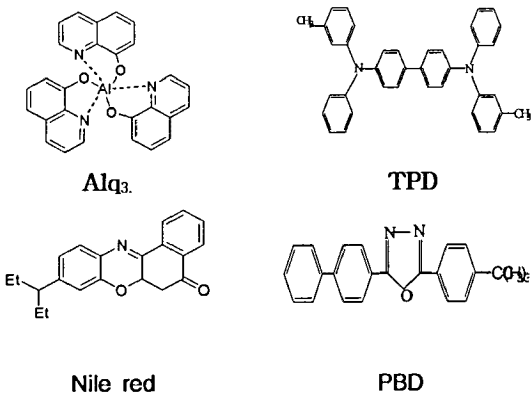


그림 1. 유기물의 화학 구조

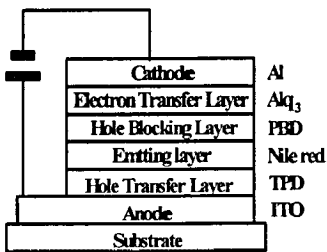


그림 2. EL 소자의 저층 구조.

3. 특성 평가

본 연구에서 제작한 EL 소자는 전류-전압(I-V), 휘도 및 EL spectra를 통해 비교 분석 하였으며, 전류-전압 및 휘도는 각각 KEITHELY-2400 Source meter, KEITHELEY-485 Autoranging Picometer를 사용하였고, EL spectra의 측정은 Perkin-Elmer사의 Luminescence spectro meter 장비를 이용하여 측정 하였다. 그림. 3은 본 연구에서 사용한 물질들의 에너지 준위도를 보여준다.

그림. 3에서 전자가 Al으로부터 발광층인 Nile red 까지 무리 없이 이동할 수 있으나, ITO에서 출발한 홀은 PBD층의 높은 에너지 준위 차에 방해물 받아 Nile red에서 정공-전자간 재결합이 일어 났음을 예상할 수 있다. 따라서, PBD는 HBL물질로의 역할을 할 수 있는 것이다.

그림. 4, 5는 각각 제작한 EL 소자의 전류-전압 및 휘도(Luminance)-전압 특성을 보여준다.

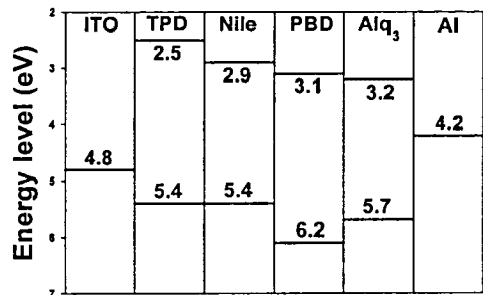


그림 3. Energy diagram.

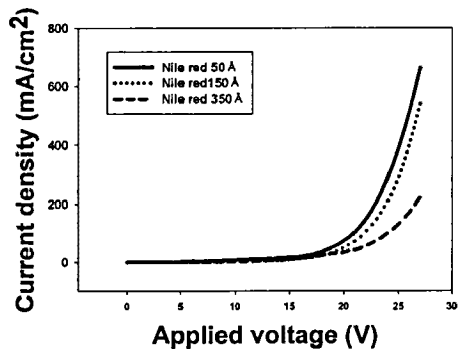


그림 4. EL 소자의 전류-전압 특성

그림. 4에서의 경우 모든 소자가 약 12V~14V 정도에서 발광 하기 시작하였으며, 두께가 증가할수록 발광하는 시점이 높아지는 것을 볼 수 있다. 그림. 5에서의 각 소자의 휘도 특성을 관찰 한 경우 Nile red 50Å일때 가장 밝은 약 340cd/m²의 밝기를 보였다, 하지만 Nile red의 두께가 증가함에 따라서 그 밝기는 감소함을 알 수 있다.

그림. 6는 전압을 일정하게 하고, Nile red의 두께에 변화를 주었을 때의 EL spectra를 비교 한 것이며, 그림. 7은 Nile red의 두께를 150Å로 고정 시키고 전압의 양을 달리 하였을때의 변화를 비교 한 것이다.

그림. 6은 소자를 전압 26V에서 고정 시켰을때, 두께가 50Å, 350Å일때에는 완전한 적색영역에서의 발광을 하지 않았다. 하지만 두께가 150Å일때에는 약 680nm에서의 적색 파장을 가지는 것을 확인할 수 있다. 그림. 7은 전압이 증가함에 따라 소자의 파장이 적색 영역으로 이동하는 것을 확인할 수 있다.

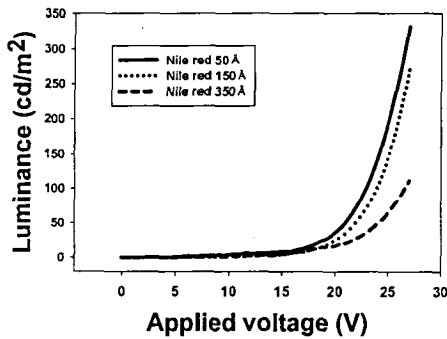


그림 5. EL 소자의 휘도-전압 특성.

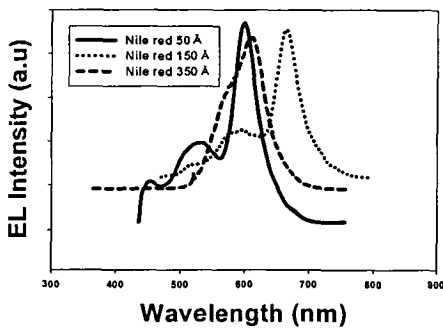


그림 6. 두께 변화에 따른 EL spectra.

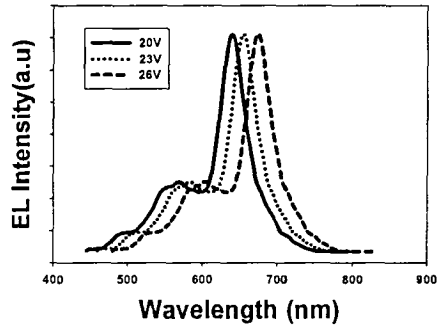


그림 7. 전압에 따른 EL spectra.

4. 결론

본 연구에서는 ETL층으로 알려진 PBD를 HBL층으로 이용하여, 적색발광의 소자를 제작 하였다. Nile red의 두께 및 전압에 변화를 주었을때, 소자의 색변화를 관찰할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] C.W Tang, S.A. Van Slyke, *Appl.Phys. Lett.*, 51 (1987) 913.
- [2] Jae-Ho Choi, S.H Jung, et al, *Material Science and Eng.*, B85 (2001)96.
- [3] Y.Sato, S. Ichinosawa, T.Ogata, M. Fugono, Y. Murata, *Synth Met.*, 25(2000)111
- [4] Kang-Hoon Choi, Do-Hoon Hwang, Lee Mi-do, et al, *Synth Met.*,96(1998)123
- [5] M.W Kang, J.S Kim, *Theories and Applications of Chem. Eng.*, 2002, Vol. 8, No. 1