

Alq₃를 이용한 OLED 소자의 메커니즘 특성 연구

이호식*, 양승호*, 박용필*
동신대학교 병원의료공학과*

Study on the Mechanism and Characteristics of OLED using Alq₃

Ho-Shik Lee*, Seung-Ho Yang*, Yong-Pil Park*
Dongshin University*

Abstract : Temperature-dependent current-voltage characteristics of Organic Light-Emitting Diodes(OLEDs) were studied. The OLEDs were based on the molecular compounds, N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-diphenyl-4,4'-diamine (TPD) as a hole transport and tris(8-hydroxyquinoline) aluminum(Alq₃) as an electron transport and emissive material. The current-voltage characteristics were measured in the temperature range of 10[K] and 300[K]. A conduction mechanism in OLEDs was interpreted in terms of tunneling and trap-filled limited current.

Key Words : Alq₃, Mechanism, OLED

1. 서 론

반도체 소자의 발명으로 인하여 발전을 거듭한 현대 산업은 최근 초소형화, 고집적화에 노력을 집중하고 있으며, 또한 이를 위한 연구가 계속되고 있다. 이의 한가지 방법이 유기 분자 전자 소자의 개발이다. 따라서 유기 분자를 이용한 분자 소자의 제작과 제작한 분자 소자의 물성 평가는 매우 중요하다고 할 수 있다. 특히 유기 전기 발광 소자는 Tang과 VanSlyke[1]에 의해 연구가 시작되었으며, 현재 많은 종류의 유기 발광 소자를 이용하여 고효율의 소자를 얻고자 많은 연구자들이 연구를 하고 있다. 몇몇의 유기 발광 소자의 연구가 이러한 목적을 실현하기 위해서 진행되고 있다[2]. 따라서 유기 발광 소자에서 발광 효율을 관측하기 위하여, 전하 이동과 특정 구조에서의 발광 메커니즘에 관하여 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 고분자 발광 소자에서, 고전계에서의 전압-전류 특성은 유기 층의 에너지띠에서 금속 전극으로부터 주입되는 전자와 정공의 터널 효과로 해석되고 있다. 반면에 공간 전하 효과는 저 전계 영역에서 해석되는 것으로 알려져 있다[3].

따라서, 본 연구에서는 상온에서의 유기 발광 소자의 전류-전압 특성 및 극 저온에서의 전압-전류 특성을 통하여 절연체에서의 트랩 분포 특성을 연구하고자 한다. 또한 유기 발광 소자에서의 intrinsic 벌크 특성을 연구하고자 한다.

2. 실험

유기 전기 발광 소자를 만들기 위하여 TPD와 Alq₃는 진공 증착법으로 제작되었다. 양전극으로는 ITO-glass(Samsung Corning Co.)를 사용하였고, 음전극으로는 Al을 사용하였다. 증착 속도는 유기물과 전극 모두 0.5Å/s의 속도로 증착하였다. ITO-glass pattern은 screen printer 기법을 사용하여 선 모양으로 하였으며, pattern된 ITO glass는 과산화수소수(H₂O₂) : 암모니아수 : 2차 증류수를 1:1:4의 부피 비율로 혼합하여 약 80℃에서 1시간 동안 끓인 후에 다시 2차 증류수로 약 1시간 동안 초음파 세척을 하여 사용하였다. 발광 면적은 15mm²이고 유기 발광 소자와 극저온 장치와의 연결은 동선(99.999%)으로 실버 페이스트로 접착 하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 광학적 특성 측정

광학적 특성 측정으로는 본 연구에서 사용한 발광 물질인 Alq₃의 UV/visible 흡광도와 PL 스펙트럼을 측정하였다. UV/visible 측정은 HP 8452A spectrophotometer를 사용하였고, PL 측정은 Perkin Elmer LS50B를 사용하였다. 그림 1에서 보면 약 359nm에서 강한 흡수 피크를 보이고 있으며, 약 509nm에서 강한 발광 피크를 보이고 있다. 위의 결과로 본 연구에 사용한 소자는 녹색의 발광을 하고 있음을 알 수 있다.

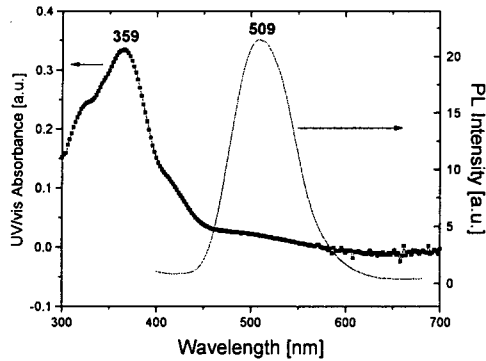


그림 1. UV/visible 흡광도와 PL 스펙트럼 측정.

3-2. 유기 발광 소자의 온도에 따른 전기적 특성 측정

전압-전류 특성 측정은 컴퓨터에 연결된 Keithley 236을 이용하여 SMU(source-measure-unit) 프로그램으로 측정을 하였다. 그림 2는 유기 발광 소자의 온도에 따른 전압-전류 특성 측정을 한 것이다. 측정 온도 범위는 10K~300K이며, 온도 조절은 Refrigerator를 사용하였으며, 모든 실험은 진공 상태에서 이루어졌다.

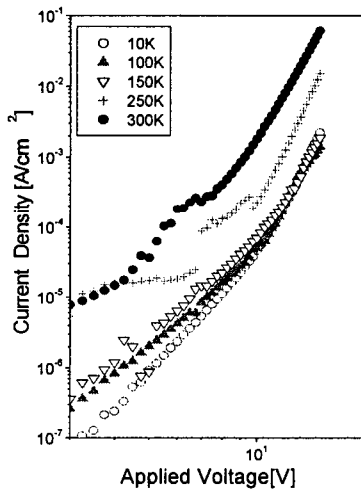


그림 2. 유기 발광 소자에서의 온도에 따른 전류-전압 특성.

그림에서 같은 인가 전압에서 온도가 증가할수록 전류가 증가하는 것을 볼 수 있다. 이러한 전류의 증가의 원인을 파악하고자 Fowler-Norheim 분석법을 이용하여 조사하였다.

Fowler-Nordheim 터널링 분석법에 의하여 그림 2의 전압-전류 특성을 다시 plotting하였다.

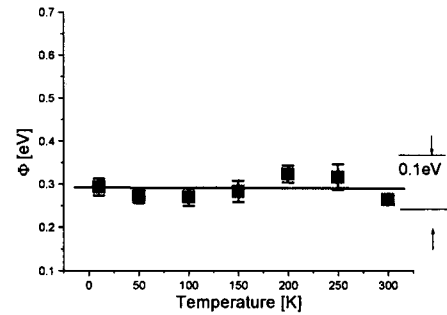


그림 3. 온도에 따른 Fowler-Nordheim에 의한 분석.

그림 3은 온도에 Fowler-Nordheim에 의한 분석을 보여준 그림이다. 그림에서 보면 온도가 증가하여도 전극에 대한 유기막의 일함수의 변화가 0.1eV이하인 것으로 보아서 유기 발광 소자의 전자 전도는 Thermoionic 전도가 아닌 전계에 의한 전도로 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 녹색 발광을 하는 Alq₃를 발광층으로 하고 정공 수송 물질로 TPD를 사용하여 온도에 따른 전압-전류 특성을 측정하였다. EL 소자의 온도에 따른 전류-전압 특성에서 온도가 증가할수록 같은 전압에서 전류가 많이 흐르는 것을 관측할 수 있었다. 또한 Fowler-Nordheim 터널링 분석법을 이용하여 분석한 결과 전계에 의한 전도 특성임을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] C. W. Tang and S. A. Vanslyke, *Appl. Phys. Lett.*, **51**, 913, 1987.
- [2] C. Adachi, T. Tsutsni and S. Saito, *Appl. Phys. Lett.*, **56**, 790, 1990.
- [3] M. A. Abkowiz, H. A. Mizex and J. S. Facci, *Appl. Phys. Lett.*, **66**, 1288, 1995.