

# OLEDs의 정공 수송층 및 발광층의 두께 변화에 따른 전압-전류 특성

양재훈, 이영환, 김원종, 김태완\*, 홍진웅  
광운대학교 전기공학과, 홍익대학교 물리학과\*

## OLEDs's Voltage-Current Characteristics with a Thickness Variation of Hole Transport Layer and Emission Layer

Jae-Hoon Yang, Young-Hwan Lee, Weong-Jong Kim, Tae-Wan Kim\*, Jin-Woong Hong  
Dept. of Electrical Engineering, Kwang-Woon University  
Dept. of Physics, Hong-Ik University\*

### Abstract

Organic Light Emitting Diodes are attractive as alternative display components because of their relative merits of being self-emitting, having large intrinsic viewing angle and fast switching speed. But because of their relatively short history of development, much remains to be studied in terms of their basic device physics and design, manufacturing techniques, stability and so on. We investigated electrical properties of N, N-diphenyl-N, N bis (3-methylphenyl)-1, 1'-biphenyl-4, 4'-diamine and tris-8-hydroxyquinoline aluminum when their thickness were changed variedly from 3:7 to 7:3 of their thickness ratios. And we also studied their optimal thickness respectively.

**Key Words :** OLEDs, HTL(Hole Transport Layer), EML(Emission Material Layer ), TPD, Alq<sub>3</sub>

### 1. 서론

21세기에 들어서면서 휴대용 정보 통신 기기를 비롯한 미래형 전자 시스템들이 종래의 정해진 공간이나 책상에 놓여져 있는 형태로부터 들고 다닐 수 있는 휴대용 개념으로 급속히 전환되고 있으며 더 나은 형태의 발전이 이루어지고 있는 실정이다. 이에 발맞추어 전자 디스플레이 장치의 필요성이 강조되면서 미래형 디스플레이 소자의 개발이 중요시 되고 있다. 이러한 미래형 디스플레이 소자 중 상용되고 있는 여러 디스플레이 소자들의 성능을 보강하고, 디스플레이의 대면적화, 빠른 응답속도, 높은 색순도의 장점 및 천연색 표시소자로서의 응용 면에서 주목받고 있는 소자 중의 하나가 차세대 디스플레이로 불리는 OLEDs(Organic Light Emitting Diodes)이다. OLEDs는 ITO(Indium Tin Oxide)를 양극으로 Al이나 Mg, Ag 같은 일함수가 낮은 금속을 음극으로 사용하고 그 사이에 유기물을 삽입한 구조로 되어있다<sup>[1]</sup>. OLEDs의 발광 메커니즘은 양극과 음극으로부터 전자와 정공이 발광층으로 주입되고 이들이 여기상태를 거쳐 다시 재결합 하는 것에 의해 발광되는 것이다<sup>[2]</sup>. OLEDs의 메커니즘에서 정공의 이동속도가 전자의 이동속도 보다 빠르기 때문에 발광층으로 전자와 정공의 주입이 원활히 이루어지도록 각각의 유기물과 금속의 일함수를 완만한 계단형으로 만들어준다.

본 논문에서는 효율적인 OLEDs의 특성을 얻기 위하여 발광층과 정공 수송층의 두께를 다양하게 변화시킴으로서

전자와 정공의 이동에 적절한 두께를 얻으며 이에 따른 OLEDs의 전기적 특성을 살펴보았다<sup>[3,4]</sup>.

### 2. 실험

본 실험에서 양(+)극으로는 삼성 코닝사의 ~15[Ω/□]의 표면 저항과 170[nm] 두께의 ITO 기판을 염산과 질산을 3:1의 비율로 혼합하여 active area를 제외한 부분을 식각하여 사용하였다. 그 후 ITO를 클로로포름으로 세척한 후 과산화수소 : 암모니아 : 증류수를 1:1:5의 비율로 섞은 용액 속에 기판을 넣고 약 70~80℃의 온도 속에서 1시간 가열하고 다시 클로로포름, 알코올, 증류수의 순서로 약 50℃의 온도에서 20분 동안 초음파세척을 하였다.

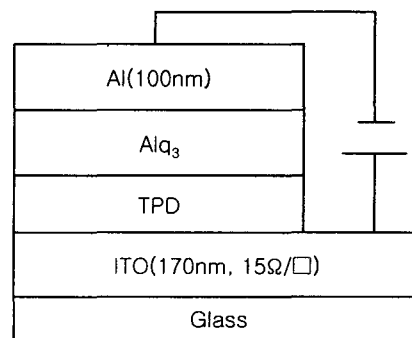


그림 1. Device structure of ITO/TPD/Alq<sub>3</sub>/Al

그림 1은 실험에 이용한 소자의 구조이다. (N,N-diphenyl-N,N bis (3-methyphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine) TPD와 (tris-8-hydroxyquinoline aluminum)Alq<sub>3</sub>의 두께는 각각 30[nm]:70[nm], 40[nm]:60[nm], 50[nm]:50[nm], 60[nm]:40[nm]와 70[nm]:30[nm]로 소자를 제작하였다<sup>[5]</sup>. 유기물은 약 0.3~0.5[A/s], Al은 1.0~7.0[A/s]의 속도로 각각 5×10<sup>-6</sup> Torr의 진공도에서 시료를 제작하였다. 제작된 소자는 Keithley 236 source measure unit과 Keithley 617 electrometer로 측정 하였다. 전압, 전류 등은 기기 제어 프로그램인 Test Point로 측정하였고, 휘도는 Minolta사의 LS-110 휘도계를 사용하여 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

TPD와 Alq<sub>3</sub>의 두께 변화에 따른 전류 밀도를 측정된 결과를 그림 2에 나타냈다. 여기서 T와 A는 각각 TPD와 Alq<sub>3</sub>를 나타낸다. 소자별로 약간의 차이는 있었으나, 인가 전압의 증가에 따라 4[V] 부근에서 전류밀도가 급격히 증가하였으며, TPD와 Alq<sub>3</sub>의 두께가 60[nm]:40[nm]일 때 가장 높은 전류밀도가 나타남을 확인할 수 있었다.

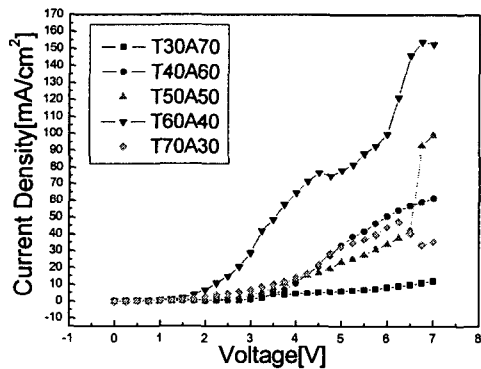


그림 2. TPD와 Alq<sub>3</sub>의 두께변화에 따른 전류밀도

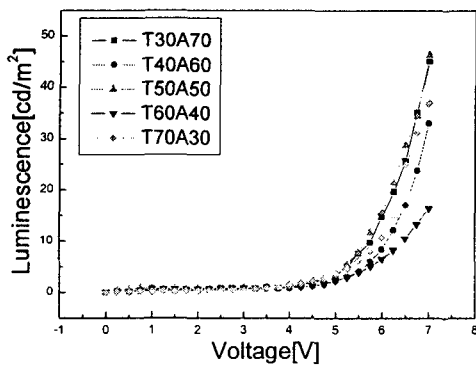


그림 3. TPD와 Alq<sub>3</sub>의 두께변화에 따른 휘도

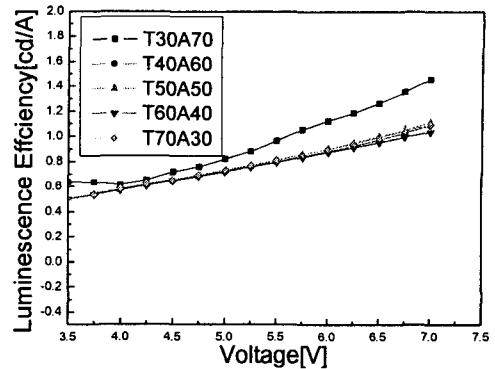


그림 4. TPD와 Alq<sub>3</sub>의 두께변화에 따른 발광효율

그림 3에서는 휘도 특성을 나타내었다. 휘도는 전압이 증가함에 따라 서서히 증가하다가 6[V]에서부터 급격히 증가하였으며 각각의 두께가 30[nm]:70[nm]일 때와 50[nm]:50[nm]일 때 가장 높은 휘도를 나타내었다.

그림 4에서 나타낸 것은 각 시료들의 발광효율이다. 그림에서 보는 바와 같이 4[V]부근에서부터 발광효율이 증가하기 시작하며 TPD와 Alq<sub>3</sub>의 두께가 30[nm]:70[nm]일 때 다른 시료들에 비해 가장 높은 발광효율을 얻을 수 있었다.

### 4. 결론

정공 수송층과 발광층의 두께를 변화시켜 제작한 OLEDs의 전기적 특성을 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 전류밀도는 TPD와 Alq<sub>3</sub>의 두께가 60[nm]:40[nm]일 때 가장 높은 값을 나타냈다.
- (2) 휘도는 TPD와 Alq<sub>3</sub>의 두께가 각각 30[nm]:70[nm]와 50[nm], 50[nm]일 때 가장 높음을 알 수 있었다.
- (3) 발광 효율은 TPD와 Alq<sub>3</sub>의 두께가 30[nm]:70[nm]일 때 최적의 값을 가짐을 알 수 있었다.

### 참고 문헌

- [1] V. Savvate'ev J. Friedl, and L. Zou, Applied Physics Letters, Vol. 76, No. 16, pp. 2170-2172, 2000.
- [2] C. W. Tang and S. A. Van Slyke, Applied Physics Letters, Vol. 51, 913, 1987.
- [3] Chengfeng Qiu, Haiying Chen, Man Wong, Electron Devices Trans on IEEE Vol 48, No 9, pp. 2131-2137, 2001.
- [4] Bin Wei, Kenji, Furukawa, Semiconductor Science and Technology, 19, pp. 56-59, 2004.
- [5] Haichuan Mu, Hui Shen, David Klotzkin Solid-State Electronics 48 2004 pp. 2085-2088