

## 정공수송층 및 발광층의 증착속도에 따른 OLEDs의 전기적 특성에 관한 연구

양재훈, 이영환, 김원종, 김귀열\*, 연구호\*\*, 김태완\*\*\*, 홍진웅  
광운대학교, 홍익대학교\*

### Electrical Characteristics on the Variation of Deposition Rate in Organic Layer of OLEDs

Jae-Hoon Yang, Young-Hwan Lee, Weong-Jong Kim, Keui Yeul Kim \*, Kyu Ho Yeon\*\*, Tae-Wan Kim\*\*\*,

Jin-Woong Hong

Dept. of Electrical Engineering, Kwang-Woon University

Korea Univ of Tech and Edu\*

Chungju National Univ\*\*

Dept. of Physics, Hong-Ik University\*\*\*

**Abstract :** Organic Light Emitting Diodes(OLEDs) 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(TPD) and tris-8-hydroxyquinoline aluminum(Alq<sub>3</sub>) when their thicknesses were changed variedly from 3:7 to 7:3 of their thickness ratios. And we also studied properties of OLEDs depend on their deposition rate between 0.05~0.2 [nm/s].

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

#### 1. 서 론

OLEDs는 1987년에 C. W Tang 박사 등이 고성능인 적층형 유기발광 소자를 보고한 이후 많은 연구가 진행되어 오고 있다.<sup>[1]</sup> OLEDs의 특성은 1965년 Pope에 의한 안트라센(anthracene) 단결정(single crystal)의 발광 연구를 통해 처음으로 알려지게 되었다.<sup>[2,3]</sup> 그러나 이 연구에서는 단결정의 두께가 수 [ $\mu\text{m}$ ] - [mm]에 달해 발광을 위해서는 100 [V] 정도의 큰 전압이 필요했고 소자의 전력 변환 효율은 0.1 [%] 이하이고 외부 양자 효율은 약 5 [%] 이하의 효율을 나타내었다. 그 후에 1980년대에 이르러 C. W Tang 박사 등의 연구로 인해 다층구조를 연구하기 시작하면서 급속한 발전이 시작되었다.

OLEDs는 소비전력이 낮고 얇고 가볍고 시야각이 넓고 응답 속도가 빠르고 온도 의존성이 작아 각 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있으나, 두께 및 증착 속도에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 논문에서는 효율적인 특성을 얻기 위하여 발광층과 정공 수송층의 증착속도를 변화시켜 이에 따른 전기적 특성과 광학적 특성을 살펴보았다.

#### 2. 실험

본 실험에서 양(+극)으로는 S사의  $\sim 15$  [ $\Omega$ ]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 70~80 [ $^{\circ}\text{C}$ ]의 온도에서 1시간 가열하고 다시 클로로포름, 메틸알코올, 증류수의 순서로 약 50 [ $^{\circ}\text{C}$ ]의 온도에서 20분 동안 초음파세척을 하였다. 유기물의 증착속도는 0.05~0.20 [nm/s]로 변화시켰고 Si은 0.1~0.7 [nm/s]의 속도로 각각  $5 \times 10^{-6}$  Torr의 진공도에서 시료를 제작하였다. 제작된 소자는 Keithley 236 source measure unit과 Keithley 617 electrometer로 측정 하였다.

#### 3. 결과 및 검토

그림 1에서는 TPD와 Alq<sub>3</sub>의 증착속도에 따른 전류밀도를 나타냈다. 6[V] 이후에서 매우 크게 증가하였다. TPD와 Alq<sub>3</sub>의 증착속도가 각각 0.15 [nm/s]일 때 높은 전류밀도 값을 가짐을 알 수 있다.

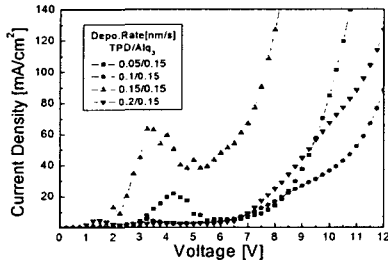


그림 1. TPD와 Alq<sub>3</sub>의 증착속도에 따른 전류밀도 특성  
Figure 1. Current Density characteristics with the variation of TPD and Alq<sub>3</sub> deposition rate

그림 2에 나타낸 것은 TPD와 Alq<sub>3</sub>의 증착속도에 따른 휘도 특성이다. 6 [V] 이후에서부터 급격히 증가하여 발광이 시작됨을 확인할 수 있다.

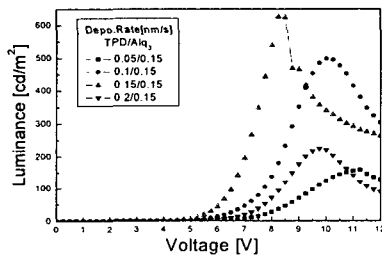


그림 2. TPD와 Alq<sub>3</sub>의 증착속도에 따른 휘도 특성  
Figure 2. Luminance characteristics with the variation of TPD and Alq<sub>3</sub> deposition rate

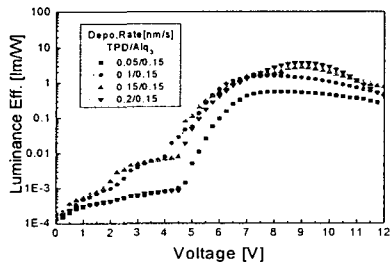


그림 3. TPD와 Alq<sub>3</sub>의 증착속도에 따른 발광효율 특성  
Figure 3. Luminous Efficiency characteristics with the variation of TPD and Alq<sub>3</sub> deposition rate

그림 3에는 TPD와 Alq<sub>3</sub>의 증착속도에 따른 발광 효율을 나타내었다. 발광효율은 식 (1)과 같이 구할 수 있다.

$$\eta = \frac{\pi B}{JV} \quad [\text{lm/W}] \quad (1)$$

여기서  $B$ 는 발광면에서 수직으로 나오는 빛의 휘도 [ $\text{cd/m}^2$ ],  $J$ 는 전류 밀도 [ $\text{A/m}^2$ ],  $V$ 는 전압 [V]를 나타낸다. 발광 효율은 휘도에 비례하고 전압 및 전류밀도에 반비례하기 때문에 인가전압이 증가함에 따라 발광이 처음 시작되는 시점에서부터 증가하기 시작하여 최대치를 나타내다가 휘도가 크게 증가하지 않고 전압이 증가하게 되면 효율은 감소하게 된다.

그림 3에서와 같이 TPD의 증착속도가 0.15[nm/s]와 0.2 [nm/s]이고, Alq<sub>3</sub>의 증착속도가 0.15 [nm/s]일 때 다른 소자에 비해 높은 효율을 갖는다는 것을 알 수 있었다.

#### 4. 결론

유기 발광 소자의 정공 수송층과 발광층의 증착 속도를 변화시켜 전기적 특성 및 광학적 특성을 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) TPD와 Alq<sub>3</sub>의 증착 속도 변화에 따른 전류밀도의 특성은 증착 속도가 각각 0.15 [nm/s]일 때 우수한 특성을 확인하였다.
- (2) TPD와 Alq<sub>3</sub>의 증착 속도 변화에 따른 휘도 특성에서는 증착 속도가 0.15 [nm/s]일 때 우수함을 확인하였다.
- (3) TPD와 Alq<sub>3</sub>의 증착 속도 변화에 따른 외부 양자 효율 특성은 증착 속도가 모두 0.15 [nm/s]일 때 우수함을 확인하였다.
- (4) TPD와 Alq<sub>3</sub>의 증착 속도 변화에 따른 발광 효율 특성은 정공 수송층 및 발광층의 증착 속도가 0.15 [nm/s]일 때 우수함을 확인하였다.

#### 참고 문헌

- [1] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, Appl. Phys. Lett. Vol 51, pp. 913-915, 1987.
- [2] C. W. Tang, SDI 96 DIGEST, 1996.
- [3] Yuji Hamada, Appl. Phys. Lett. 71(23), pp. 3338-3340, 1997.