

## 시뮬레이션을 이용한 유기발광다이오드 특성 해석

박영하, 김원중, 신현택, 조경순\*, 김귀열\*\*, 홍진웅  
광운대학교, 서일대학\*, 울산대학교\*\*

### Analysis of the OLEDs Characteristics using Simulation

Young-ha Park, Weon-Jong Kim, Hyun-Taek Sin, Kyung-Soon Cho\*, Gwi-Yeol Kim\*\* and Jin-Woong Hong  
Kwangwoon University, Seoil College\*, Ulsan University\*\*

**Abstract** : Organic light-emitting diode is quick response speed, low power consumption and the self-interest has many advantages, such as insanity. So, organic light-emitting diode mechanism of light-emitting diode in order to more clearly understand the changes in the thickness of emitting materials for OLED characteristics of the simulation.

emitting layer to a thickness of 10 [nm] ~ 100 [nm] changed the experiment, and hole transport layer 190 [nm] as a fixed, and emitting layer 10 [nm] ~ 100 [nm] to change the simulation results.

Changes in the thickness of emitting layer gradually increased, depending on the emitting was 20 [nm] in the high 441 [lm / W] shows. and was gradually reduced. emitting layer 190 [nm] when fixed, hole transport layer, depending on changes in the thickness of 70 [nm] in the efficiency maximum value of 477 [lm / W], and was gradually reduced.

**Key Words** : OLED, Hole Injection Layer, Simulation, Color coordinates

#### 1. 서론

유기발광 소자는 응답속도가 빠르고, 낮은 소비전력과 자체 발광, 넓은 시야각, 다양한 색상 구현 등의 장점으로 표시장치 분야로서 많은 관심을 받고 있다. 유기발광 소자는 고휘도, 높은 효율이 요구되는데, 초기에 단결정 성장의 어려움과 높은 구동전압으로 인해 어려움이 많았으며, Kodak사의 Tang과 VanSlyke는 1987년에 이중층으로 제작한 유기 EL 다이오드를 발표한 이후 지속적인 발전이 있었다[1]. 1990년에 캠브리지 대학의 Friend 등은 PPV를 이용하여 녹색 고분자 LED에 대해서 발표하였다[2]. 이후로 발광 특성 개선, 고효율, 수명 연장과 안정적인 소자를 제작하기 위하여 전하의 주입과 수송 및 발광에 대한 메커니즘, 응전극 물질, ITO의 표면 거칠기에 대한 연구, 전극과 유기박막 사이의 계면 접촉과 buffer 층에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다[3].

본 논문에서는 유기발광 소자의 실험하기 전 최적 특성을 조사하기 위하여 발광물질의 두께 변화에 따른 OLED 특성에 대하여 시뮬레이션 결과를 보고한다[4].

#### 2. 실험

본 논문에서는 OLED Simulation program인 'SETFOS'를 이용하여 발광 특성을 검토하였다. SETFOS는 유기 발광 소자(OLEDs)의 모델링에 적합하고 OLED의 최적화와, 광학 시뮬레이션, 모드 해석, 기본 전기적인 소자를 위한 시뮬레이션 소프트웨어이다.

그림 1은 Simulation 한 OLED의 구조를 나타낸 것으로 양극으로는 ITO를 사용하였고, 정공 수송층은 ...을 사용하였고, 발광층은 Alq3를 사용하였으며, 음극층은 Al을 사용하였다.

Simulation 한 OLED Parameter을 발광물질의 두께 변화를 ITO와 Al 사이에 EML을 주입하여 두께 변화가 EML의 범위는 10 [nm]~100 [nm] 이고, 정공수송층의 두께는 10 [nm]부터 100 [nm] 까지 10 [nm] 단위로 증가시키며 시뮬레이션 하였다.

최적의 발광 값을 찾았다 EML의 범위는 10nm~100nm

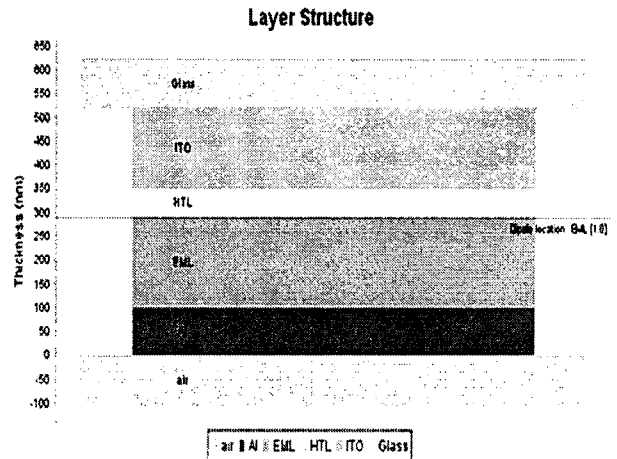


그림 1. Simulation 한 OLED 구조

#### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 발광층 최적 두께(20 [nm])에서의 발광 특성을 나타낸 것으로 발광층의 두께가 증가함에 따라 10 [nm]에서는 421.8 [lm/W] 이었고, 20 [nm]에서 최고치인 441 [lm/W]가 나타낸 후, 서서히 감소하여 100 [nm]는 318.8 [lm/W]가 나타났다.

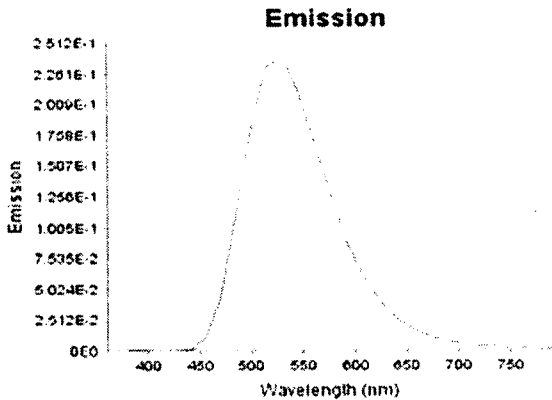


그림 2. 발광층 최적 두께(20 [nm])에서의 발광 특성 [Al(100 [nm] / Alq3(20 [nm]) / ITO(190 [nm]))]

그림 3은 두께 (20 [nm])에서 색좌표 값을 나타낸 것으로 발광층의 두께가 10 [nm]에서 색좌표 CIE (0.298, 0.554)이었고, 20 [nm]일때, 색좌표 CIE (0.309, 0.561)에서 가장 커졌으며, 100 [nm]일때, 색좌표 CIE (0.430, 0.524)가 되어 감소하였다. 즉, RED계열로 이동하였다.

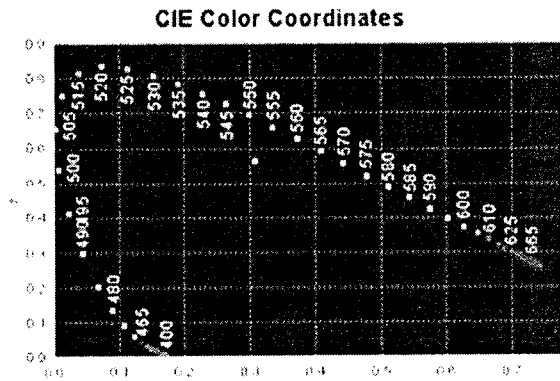


그림 3. 발광층 최적 두께(20 [nm])에서의 색좌표 특성 [Al(100 [nm] / Alq3(20 [nm]) / ITO(190 [nm]))]

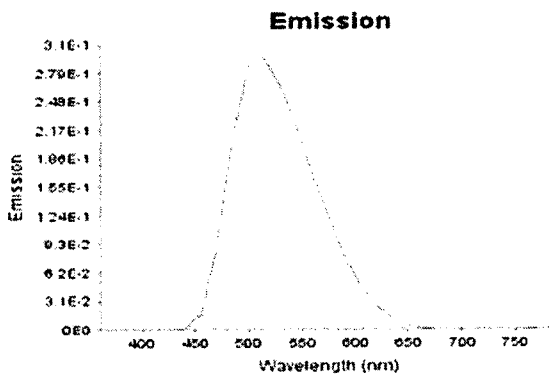


그림 4. 발광층 최적 두께(70 [nm])에서의 발광 특성 [Al(100 [nm]/Alq3(50 [nm])/ NPB(70 [nm]) / ITO(190 [nm]))]

그림 4는 EML(발광층)을 190 [nm] HTL(정공수송층)을 변화하여, 발광층 최적 두께(70 [nm])에서의 발광 특성을 나타낸 것으로 발광층의 두께가 증가함에 따라 10 [nm]에서는 438.8 [lm/W] 이었고, 70 [nm]에서 최고치인 477 [lm/W]가 나타낸 후, 서서히 감소하여 100 [nm]는 428.8 [lm/W]가 나타났다.

그림 5는 두께 (70 [nm])에서 색좌표 값을 나타낸 것으로 발광층의 두께가 10 [nm]에서 색좌표 CIE (0.257, 0.546)이었고, 70 [nm]일때, 색좌표 CIE (0.274, 0.595)에서 가장 커졌으며, 100 [nm]일때, 색좌표 CIE (0.238, 0.524)가 되어 적어 졌다. 즉, Blue계열로 이동하였다.

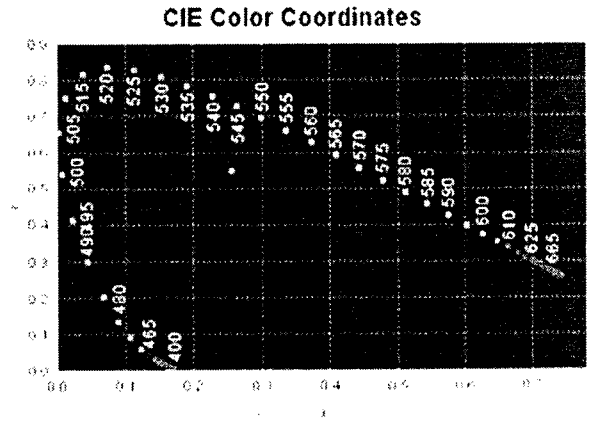


그림 5. 발광층 최적 두께(70 [nm])에서의 색좌표 특성 [Al(100 [nm]/Alq3(50 [nm])/ NPB(70 [nm]) / ITO(190 [nm]))]

#### 4. 결론

'SETFOS'를 이용하여, OLED의 특성을 시뮬레이션 한 결과, 발광층의 두께의 변화에 따라 발광이 서서히 증가하다가 20 [nm]에서 최고치 441 [lm/W]를 나타낸 후, 서서히 감소하였으며, RED 계열로 이동하였다. EML(발광층) 190 [nm]로 고정하였을 때, 정공수송층의 두께 변화에 따라 70 [nm]에서 최고치 477 [lm/W] 나타낸 후, 서서히 감소하였으며, Blue 계열로 이동하였다.

#### 참고 문헌

- [1] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, Appl. Phys. Lett. 51, p.913, 1987.
- [2] J. H. Burroughes, D. D. C. Bradley, A. R. Brown, R. N. Marks, K. Mackey, R. H. Friend, P. L. Burns, A. B. Holmes, Nature, 347, p.539, 1990.
- [3] Y. H. Lee, W. J. Kim, T. Y. Kim, J. Jung, J. Y. Lee, H. D. Park, T. W. Kim, and J. W. Hong, Curr. Appl. Phys. 7, p.409, 2007.
- [4] J. M. Leger, S. A. Cater, and B. Rushstaller, J. Appl. Phys. 98, P124907, 2005.