

녹색 발광 OLED의 음극 두께 변화에 따른 전기적 특성

양명학, 기현철*, 객재영**, 민용기, 홍경진
 광주대학교, 한국광기술원*, 세오전자**

The Electrical Properties of Green OLED by Thickness of Al Layer

Myung-Hak Yang, Hyun-Chul Ki*, Jac-Young Kwak, Yong-gi Min, Kyung-Jin Hong
 Gwangju Univ., KOPTI*, SEO Ltd**,

Abstract : In this study, we report an electrical properties of green OLED, using the changed thickness of Al Layer. We investigated the electrical properties of OLEDs by IVL and optical properties by EL spectrum. The fundamental structure of green OLEDs was ITO anode/TPD(400 Å)/Alq₃(600 Å)/LiF(10 Å)/Al(200~600 Å) cathode. The threshold voltage was low value according to the more thin Al layer. The luminance was increased by decreased cathode layer. The threshold voltage was 12V and wavelength was 530nm at 200 Å cathode.

Key Words : OLED, IVL, EL Spectrum, Al layer

1. 서론

평판 디스플레이의 BLU로 가장 주목되는 OLED는 형성된 여기자로부터의 에너지에 의해 특정한 파장의 빛이 발생하는 현상을 이용한 자체 발광형 디스플레이 소자로서 박막, 경량, 저소비전력, 넓은 광시야각, 고콘트라스트 등의 장점을 가지고 있다.

OLED의 특성을 향상시키기 위해서는 전극 물질의 개발 및 전극의 표면 처리, 전자와 정공이 상호 수적인 균형을 이루어 효율적으로 재결합 할 수 있는 소자의 구조, 발광 효율이 큰 물질의 개발 등이 요구된다.

현재 상용화가 되고 있는 OLED는 유기 단분자를 이용하여 적층하는 구조로 제작된다.

단분자 OLED소자로는 anthracene, Alq₃ 및 시클로 펜타디엔 유도체들이 주종을 이루며, 이러한 소자들은 낮은 구동 전압과 100nm에 가까운 얇은 박막 소재로서의 장점을 가지고 있다. 그러나 높은 열에 대한 안전성과 전압공급 시 줄(Joule) 열발생에 의한 분자 재배열 등의 단점도 가지고 있다

본 논문에서는 전기적인 특성 및 발광특성은 유지하는 상태에서 전력소비를 고려한 OLED에서의 전극 두께를 최적화하고자 Cathode Al 전극층의 두께 변화에 따른 소자의 특성 변화를 고찰하였다.

2. 실험

2.1 시료제작

8Ω/□ 면저항을 가지는 ITO glass를 사용하여 20mm×20mm의 정사각형의 기판을 만들었다. ITO glass cleaning은 EKC830 용액을 이용하여 200℃에서 10[min]간 세정하였다. 세정된 ITO glass는 DI water에서 10[min]동안 초음파 세척하였다. 초음파 세척한 ITO

glass는 Hot plate에서 110℃로 60[sec]동안 soft baking 하였다. ITO glass의 패턴 형성을 위하여 SiN를 2500 Å 증착하였으며, 그 위에 PR 용액을 증착하였다. 패턴 형성을 위하여 금속 마스크를 이용하여 유기물이 증착되는 부분의 PR용액을 제거하고, RI를 이용하여 SiN도 제거하였다. 또한 잔여 부분의 PR 용액도 제거하였다.

유기물 증착과 Al 전극증착은 그림2-1의 OLED System(JBS INTERNATIONAL, KOREA) 장비를 이용하여 3×10⁻⁶Torr압력으로 증착하였다. 유기물의 증착속도는 0.8~1 Å/sec로 하였다.

녹색발광 OLED 소자의 구조는 ITO/TPD(400 Å)/Alq₃(600 Å)/LiF(10 Å)/Al(200~600 Å)이며, Al 전극의 두께는 200~600 Å로 변화시켰다.

소자의 구조에서 TPD는 정공 수송층, Alq₃는 발광층과 전자수송층, LiF는 전자주입층으로 사용하였다.

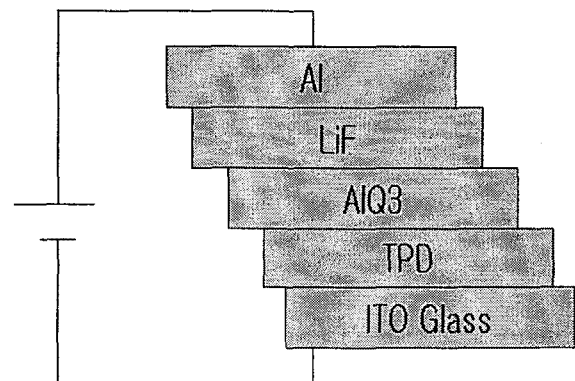


그림 1. 시료의 구조

2.2 측정방법

각 유기물층과 Al 전극의 두께를 측정하기 위하여 Si wafer에 TPD(400 Å)/Alq₃(600 Å)/LiF(10 Å)의 유기물

과 Al 전극을 증착하여 SEM(Scanning Electron Microscope)으로 소자의 단면을 측정하였다.

제작된 PM-OLED의 전기 및 광학적 특성을 측정하기 위하여 그림2와 같은 IVL300 광학측정 시스템으로(JBS INTERNATIONAL, KOREA) 측정하였다.

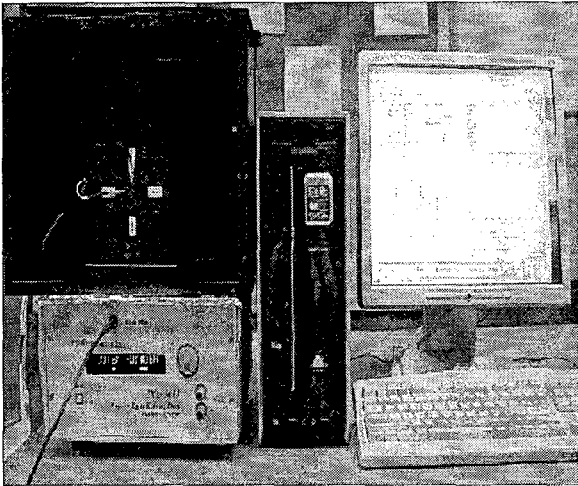


그림 2. IVL 측정장비

3. 결과 및 고찰

유기물 및 Cathode 전극 Al의 두께를 측정하기 위해 Si wafer에 증착하였다. 증착된 유기물과 음전극은 SEM (Scanning Electron Microscope)으로 단면을 측정하여 두께 측정을 하였다. 그림3은 유기물의 단면 사진이다. 그림 4는 유기물과 Al 음전극의 단면 사진이다. 그림 3과 그림 4의 SEM 단면 사진에서 TPD는 400Å, Alq3는 600Å, Al은 200~600Å임을 알 수 있었다.

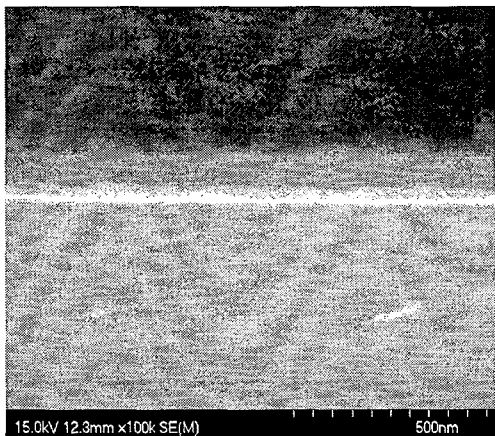


그림3. 유기물의 단면 사진

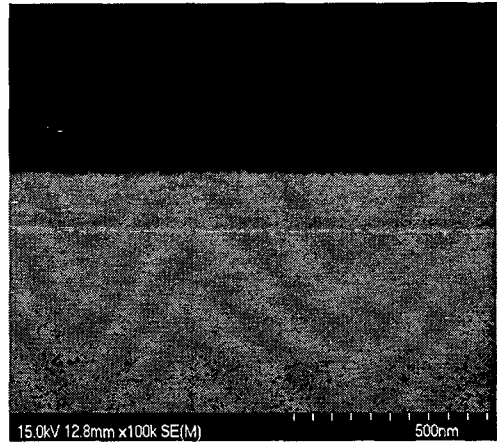


그림 4. 유기물과 Al 음전극의 단면 사진

그림 5는 Al의 두께에 따른 전류밀도특성이다. 그림6은 Al의 두께에 따른 휘도 특성이다.

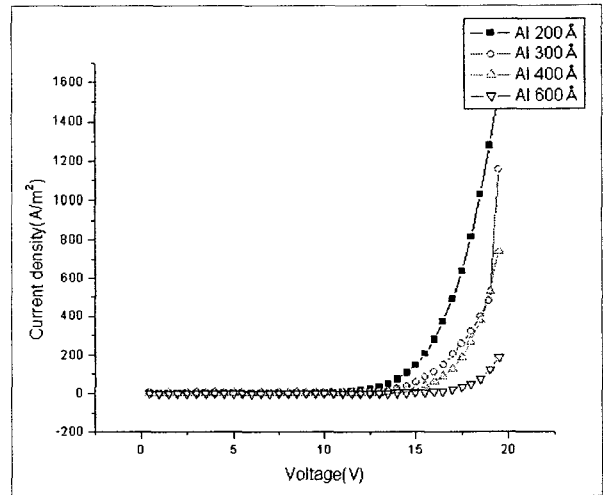


그림 5. Al의 두께에 따른 전류밀도특성

Al의 두께의 증가에 의해 동작전압은 증가하였으며 전류밀도는 감소하였다.

Al 두께의 증가에 따라 휘도 특성 역시 감소하였다. 그림 5와 그림 6에서 OLED 소자의 동작전압은 음전극의 두께가 200Å에서 12V로 가장 낮은 전압 특성을 나타냈다. 음전극의 두께가 200Å인 경우 발광 휘도 특성은 동작전압 19V에서 1,863[cd/m²]이었다.

이는 음전극의 두께가 얇을수록 음전극과 유기물의 계면에서 접촉저항의 감소로 전자의 주입이 쉽기 때문에 동작전압이 낮아지고 발광 휘도가 향상된다고 생각된다. 이는 Fowler-Nordheim Tunneling에 의해 전자에 걸리는 전기장이 클수록 전류밀도가 증가하고, 전위장벽이 작아질수록 전류밀도가 증가하는 특성과 일치하였다.

다음은 Fowler-Nordheim Tunneling의 메카니즘 수식이다.₩

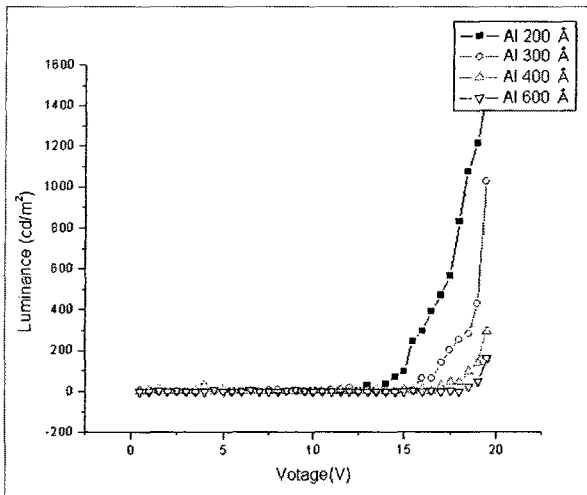


그림 6. Al의 두께에 따른 휘도 특성

$$J(E) = BE^2 \exp\left(-\frac{4(2m_{eff}^{1/2})\phi^{3/2}}{3eE}\right)$$

여기서 B는 상수 m_{eff} 는 전자의 유효질량이다.

그림 7은 음전극의 두께가 200 Å인 경우 EL 특성이다.

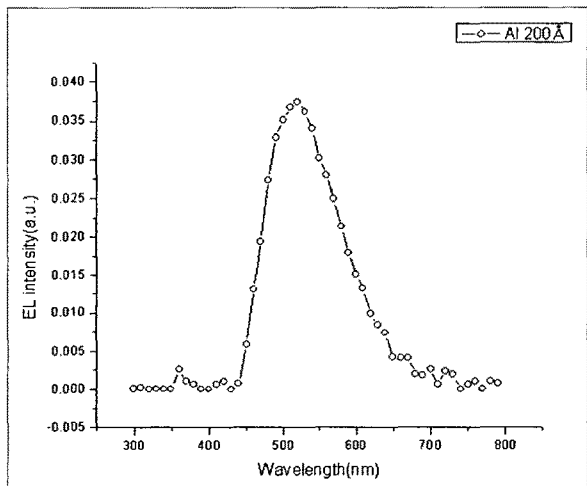


그림 7. 음전극의 두께가 200 Å인 경우 EL 특성

그림에서 발광휘도가 가장 좋은 19V에서 OLED 소자의 EL 특성은 520nm 파장으로 녹색이 재현 되었다. 그림8은 Al 200 Å일 때 각각의 전압 변동에 따른 EL 특성이다.

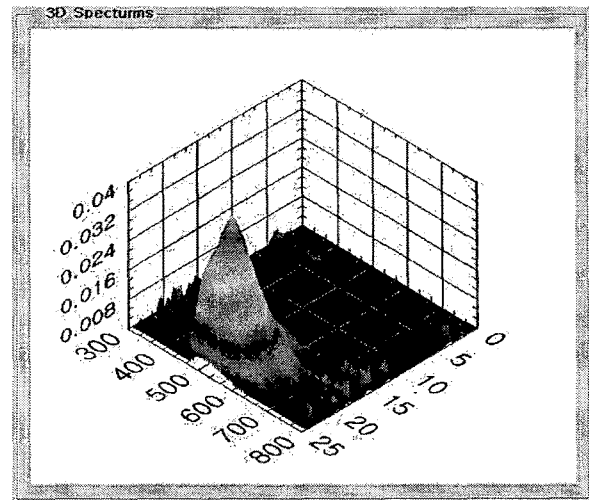


그림 8. Al 200 Å일 때 각각의 전압 변동에 따른 EL 특성

4. 결론

본 연구에서는 Cathode 전극 Al의 두께 변화에 따른 OLED 소자의 전기적 및 광학적 특성을 알아보았다. Cathode 전극 Al 두께가 얇을수록 동작전압은 낮았으며 발광 휘도 특성은 증가하였다. 음전극의 두께가 200 Å일 때 동작전압은 12V 이었으며 중심파장은 530nm이었다. 또한 동작 전압이 19V일 때 1,863[cd/m²] 발광 휘도 특성을 갖는 것을 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] C. W. Tang and S. A. Vanslyke, "Organic electroluminescent diodes" *Appl. phys. Lett.* 51, 913, 1987.
- [2] L.S. Hung, C. W. Tang, and M. G. Masom, "Enhanced electron injection in organic electroluminescence devices using an Al/LiF electrode", *Appl. phys. Lett.* 70, 152, 1997.
- [3] L.S. Hung, C. W. Tang, and M. G. Masom, P Raychaudhuri, and J. Madathil, "Application of an ultrathin LiF/Al bilayer in organic surface-emitting diodes", *Appl. phys. Lett.*, Vol. 78, No. 4, p. 544, 2001.
- [4] 정동희, 김상걸, 홍진웅, 이준웅, 김태완, "버퍼층과 음전극에 따른 유기 발광 소자의 전기적 특성과 발광 효율", *전기전자재료학회논문지*, 16권, 5호, P. 409, 2003.