

## ITO 표면 개질에 의한 유기 발광 소자의 특성 변화

나수환\*, 주현우, 안희철, 이석재, 오현석<sup>1</sup>, 민항기, 김태완, 이호식<sup>2</sup>, 이원재<sup>3</sup>  
 홍익대학교, <sup>1</sup>홍익대학교 과학기술 연구소, <sup>2</sup>동신대학교, <sup>3</sup>경원대학교

### Property change of organic light-emitting diodes due to an ITO surface reformation

Su Hwan Na, Hyun Woo Joo, Hui Chul An, Suk Jae Lee, Hyun Suk Oh<sup>1</sup>, Hang Gi Min, Tae Wan Kim, Ho Sik Lee<sup>2</sup>  
 and Won Jae Lee<sup>3</sup>

Hongik Univ. <sup>1</sup>The Science Technique Research Institute in Hongik Univ. <sup>2</sup>Dongshin Univ. <sup>3</sup>Kyungwon Univ.

**Abstract :** We have studied a property change of organic light-emitting diodes (OLED) due to an indium tin oxide (ITO) surface reformation. The characteristics of OLED were improved by oxygen plasma processing of an ITO in this work. ITO is widely used as a transparent electrode in light-emitting devices, and the OLED device performance is sensitive to the surface properties of the ITO. The OLED devices with the structure of ITO/TPD(50nm)/Alq<sub>3</sub>(70nm)/LiF(0.5nm)/Al(100nm) were fabricated, and the surface properties of ITO were investigated by using various characterization techniques. The oxygen plasma process of an ITO was processed by using RF power of 125W and oxygen partial pressure of  $2 \times 10^{-2}$  Torr. The oxygen plasma processing of an ITO processed for 0/1/2/3/4min. Current-voltage-luminance characteristics of the devices show that turn-on voltage is 4V for 2min device and the luminance reaches about 27,000cd/m<sup>2</sup> for 4min device. The current efficiency shows that 3min device becomes saturated to be about 8cd/A. They show that emission was from the Alq<sub>3</sub> layer, because the peak wavelength is about 525nm. View angle-dependent emission spectra show that the emission intensity decreases as the angle increases.

**Key Words :** Oxygen Plasma, OLED, ITO Surface Reformation

### 1. 서 론

유기 발광 소자의 발광 특성에서 양전극의 표면 개질은 소자 발광 특성을 향상시킬 수 있다. 대표적인 건식 표면 개질 방법으로 O<sub>2</sub> 플라즈마가 있으며, 이를 소자에 처리하면 양전극 ITO의 일함수를 높여 원활한 정공의 주입으로 전자와 정공의 결합을 높여준다[3].

소자의 구조는 ITO/TPD/Alq<sub>3</sub>/LiF/Al이며[2], 이때 양전극으로 사용한 ITO에 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리 시간을 달리하여 소자를 제작하였고, 각각 소자의 발광 특성을 분석하였다.

소자의 전기적 특성과 시야각에 따른 발광 스펙트럼은 광학장비를 사용하여 측정하였다. 본 연구에서는 건식 표면 개질을 소자에 적용하여 소자 발광 특성의 변화를 분석 하고자 한다.

### 2. 실험

본 실험에서는 양전극으로 사용된 ITO(170nm)에 O<sub>2</sub> 플라즈마를 1분에서 4분까지 처리하여 사용하였고, 이때 플라즈마 조건은 RF power 125 Watt, O<sub>2</sub> 분압은  $2 \times 10^{-2}$ 로 하였으며, 소자 크기는 20x20mm이며 음전극으로는 LiF(0.5nm)/Al(100nm)을 사용하였다[2]. 소자의 발광 면적은 3mmx5mm이다. ITO위에 정공 수송층은 TPDN,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1-biphenyl-4,4'-diamine]를 발광 층은 Alq<sub>3</sub>[tris-(8-hydroxyquinoline)

aluminium]를  $2 \times 10^{-5}$ Torr의 진공도에서 1 Å/s의 속도로 열 증착하였다. 소자의 구조는 ITO(170nm)/TPD(50nm)/Alq<sub>3</sub>(70nm)/LiF(0.5nm)/Al(100nm)이다[2]. 소자의 전압-전류 특성은 Keithley 236(source-measure unit)과 Keithley 617(electrometer)을 이용하여 측정하였다. 시야각 발광 스펙트럼은 Ocean Optics USB 2000을 이용하여 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 전압에 따른 전류 밀도를 나타내며, O<sub>2</sub> 플라즈마를 2분간 처리한 소자의 구동 전압이 4V로 가장 낮은 전압에서 구동함을 보였다. 그림 2는 전압에 따른 발광 휘도로서 O<sub>2</sub> 플라즈마를 4분간 처리한 소자가 발광 휘도가 2700cd/m<sup>2</sup>로 가장 높은 휘도값을 나타냈다. 그림 3은 전류 밀도에 대한 전류 효율로서 O<sub>2</sub> 플라즈마를 3분간 처리한 소자에서 8.8cd/A로 비교적 높았으며, 그림 4에서 플라즈마 처리 시간에 따른 효율을 전류효율과 외부 양자 효율로 나타내었다. O<sub>2</sub> 플라즈마 처리 시간이 3분까지는 전류 효율과 외부 양자 효율이 상승하나 3분 이상이 되면 떨어짐을 확인 할 수 있었다. 그림 5에서는 시야각에 따른 발광 세기를 나타내며, 각도에 따른 발광 파장이 안정적인임을 알 수 있다. 그림 6은 시야각에 따른 발광 스펙트럼의 세기를 극좌표로 나타낸 것이며, 코사인 함수와 모양을 비교하였다.

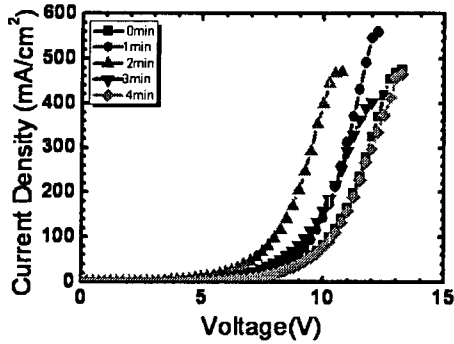


그림 1 전압에 따른 전류 밀도.

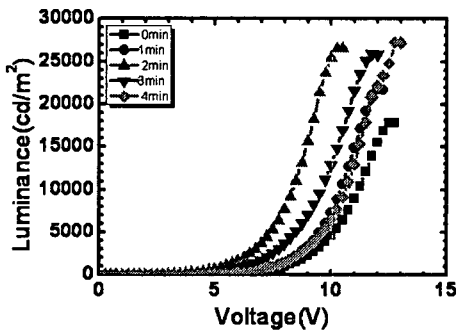


그림 2 전압에 따른 발광 휘도.

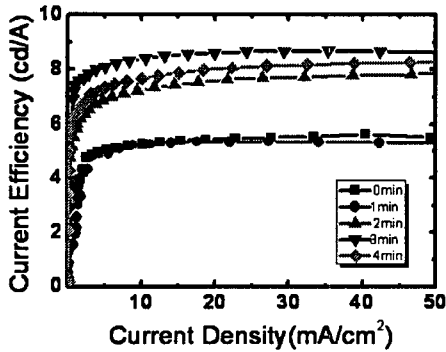


그림 3. 전류 밀도에 따른 전류 효율.

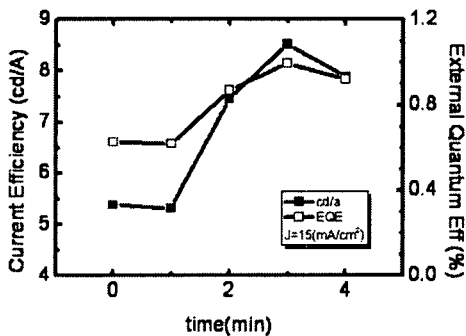


그림 4. 플라즈마 처리 시간에 따른 효율.

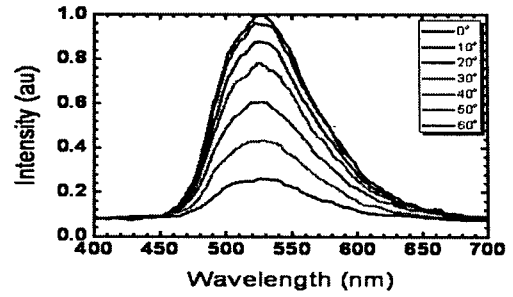


그림 5. 시야각에 따른 발광 파장.

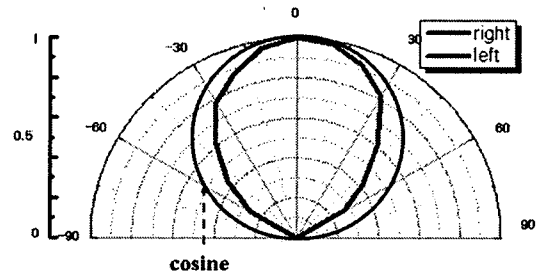


그림 6. 시야각에 따른 극좌표.

#### 4. 결론

ITO를 사용하는 유기 발광 소자에서 ITO의 표면 개질은 소자의 특성 향상에 직접적인 영향을 미치며, 대표적인 건식 표면 개질 방법으로 ITO에 O<sub>2</sub> 플라즈마 처리 방법이 있으며, 이를 소자에 적용할 경우 구동 전압은 O<sub>2</sub> 플라즈마를 2분간 처리한 소자에서 구동전압이 4V로 가장 낮은 전압에서 구동함을 보였고, 전압에 따른 발광 휘도에서는 O<sub>2</sub> 플라즈마를 4분간 처리한 소자가 발광 휘도가 2700cd/m<sup>2</sup>로 가장 높은 휘도값을 나타냈다. 효율 면에서 전류 효율은 O<sub>2</sub> 플라즈마를 3분간 처리한 소자에서 8.8cd/A로 비교적 높았으며, 외부 양자 효율도 1%로 가장 높았다. 시야각에 따른 발광 파장이 안정적인 것을 보아 파장의 이동에는 영향을 주지 않는 것을 알 수 있었으며 극좌표를 통해 코사인 함수에 가까운 발광을 하는 것을 알 수 있었다.

#### 감사의 글

이 논문은 2008학년도 홍익대학교 학술연구진흥비에 의하여 지원되었음.

#### 참고 문헌

- [1] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, *Appl. Phys. Lett.* **51**, 913 (1987).
- [2] L. S. Hung, C. W. Tang, and M. G. Mason, *Appl. Phys. Lett.* **70**, 152 (1997).
- [3] S. G. Jang, H. Y. Chae, *J. Kor. Phy. Soc.* **51**, 956 (2007).