

ITO 표면의 SAM형 습식 개질에 의한 유기 발광 소자의 특성 변화

나수환, 주현우, 안희철, 김태완, 송민중*, 이호식**
홍익대학교, *광주보건대학, **동신대학교

Property change of organic light-emitting diodes due to a SAM treatment of the ITO surface

Su Hwan Na, Hyun Woo Joo, Hui Chul An, Tae Wan Kim, Min Jong Song*, Ho Sik Lee**
Hongik Univ. *Gwangju Health College Univ. **Dongshin Univ.

Abstract : We have studied a property change of organic light-emitting diodes (OLED)s due to a surface reformation of indium-tin-oxide(ITO) substrate. An ITO is widely used as a transparent electrode in light-emitting diodes, and the OLEDs device performance is sensitive to the surface properties of the ITO. The ITO surface reformation could reduce the Schottky barrier at the ITO/organic interface and increase the adhesion of the organic layer onto the electrode. We have studied the characteristics of OLEDs with a treatment by a wet processing of the ITO substrate. The self-assembled monolayer(SAM) was used for wet processing. The characteristics of OLEDs were improved by SAM treatment of an ITO in this work. The OLEDs with a structure of ITO/TPD(50nm)/Alq₃(70nm)/LiF(0.5nm)/Al(100nm) were fabricated, and the surface properties of ITO were investigated by using general characterization techniques. Self-assembled monolayer introduced at the anode/organic interface gave an improvement in turn-on voltage, luminance and external quantum efficiency compared to the device without the SAM layer. SAM-treatment time of the ITO substrate was made to be 0/10/15/20/25min. The current efficiency of the device with 15min. treated SAM layer was increased by 3 times and the external quantum efficiency by 2.6 times.

Key Words : OLED, ITO Surface Reformation, Self-assembled monolayer

1. 서 론

유기 발광 소자의 발광 특성에서 양전극의 표면 개질은 소자 발광 특성을 향상시킬 수 있다. 대표적인 양전극으로는 Indium-tin-oxide(ITO)가 있으며, 발광 소자의 투명 전극으로 널리 사용되고 있다. 그러나 ITO 전극으로부터 소자의 정공 주입층에 정공이 주입될 때, ITO와 유기물층 사이의 계면에 일함수 차이로 생기는 큰 에너지 장벽으로 인해 정공 주입이 원활히 이루어 지지 못한다. 이러한 에너지 장벽을 낮추기 위한 방법으로 표면 개질 방법이 사용되고 있다[1]. ITO 표면 개질 방법으로는 산소 플라즈마를 사용하는 건식과 화학 물질을 사용하는 습식이 있다. 그 중 ITO의 습식 표면 개질 방법으로 Self-assembled monolayer(SAM)가 있으며, 이를 소자에 처리하면 양전극 ITO의 일함수를 높여 원활한 정공의 주입으로 전자와 정공의 결합을 높여준다[2]. 또한 쇼트키 장벽을 낮춰주며, ITO 전극과 유기물층의 선택적 접착이 가능할 수 있도록 해준다[3].

소자의 구조는 ITO/TPD/Alq₃/LiF/Al이며[4], 이때 양전극으로 사용한 ITO에 SAM 처리 시간을 달리하여 소자를 제작하였고, 각각 소자의 발광 특성을 분석하였다. 이렇게 제작된 소자의 전기적 특성은 광학장비를 사용하여 측정하였다. 본 연구에서는 습식 표면 개질을 통한 ITO의 표면 특성 향상이 소자 발광 특성에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

2. 실험

본 실험에서는 양전극으로 사용된 ITO(170nm)에 SAM 처리 시간을 각각 10분, 15분, 20분, 25분으로 소자를 제작하였다. 이때 SAM처리 방법은 초음파 세척한 ITO를 SAM 물질이 녹아 있는 용액에 정해진 처리 시간동안 담금을 진행하는 방식으로 하였다[5]. 소자 크기는 20x20mm이며, 음전극으로는 LiF(0.5nm)/Al(100nm)을 사용하였다[2]. 소자의 발광 면적은 3mmx5mm이다. ITO 위에 정공 수송층은 TPDN,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1-biphenyl-4,4'-diamine)를 그리고 발광층은 Alq₃ [tris-(8-hydroxyquinoline) aluminium]를 2x10⁻⁵Torr의 진공도에서 1 Å/s의 속도로 열 증착하였다. 소자의 구조는 ITO(170nm)/TPD(50nm)/Alq₃(70nm)/LiF(0.5nm)/Al(100nm)이다. 소자의 전압-전류 특성은 Keithley 236(source-measureunit)과 Keithley 617(electrometer)을 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

SAM 처리 시간에 따라 소자가 제작되었고, 제작된 소자의 발광 특성을 그림 1에서 그림 4를 통해 나타내었다. 그림 1은 전압에 따른 전류 밀도를 나타내며, SAM 처리 시간을 15분간 처리한 소자의 구동 전압이 4V로 가장 낮은 전압에서 구동함을 보였다. 그림 2는 전압에 따른 발광 휘도로써 SAM을 15분간 처리한 소자의 발광 휘도가 52300cd/m²로 가장 높은 휘도값을 나타냈다. 그림 3은

전류 밀도에 대한 전류 효율로써 O₂ 플라즈마를 15분간 처리한 소자에서 14.4cd/A로 비교적 높았으며, 그림 4에서 SAM 처리 시간에 따른 효율을 전류 효율과 외부 양자 효율로 나타내었다. SAM 처리 시간이 15분까지는 전류 효율과 외부 양자 효율이 상승하나 15분 이상이 되면 떨어짐을 확인할 수 있었다.

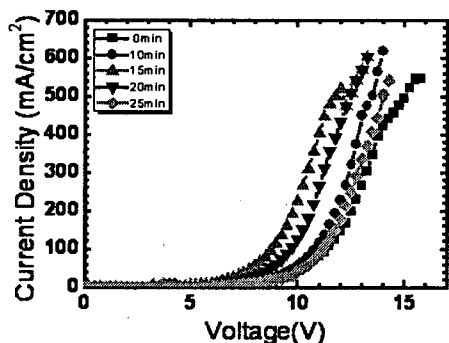


그림 1 전압에 따른 전류 밀도.

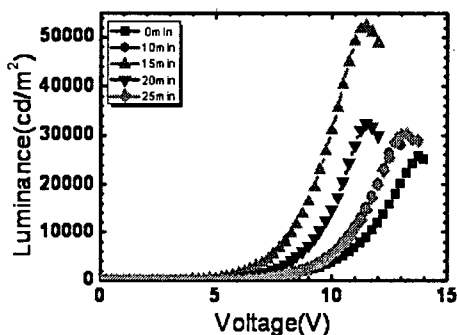


그림 2 전압에 따른 발광 휘도.

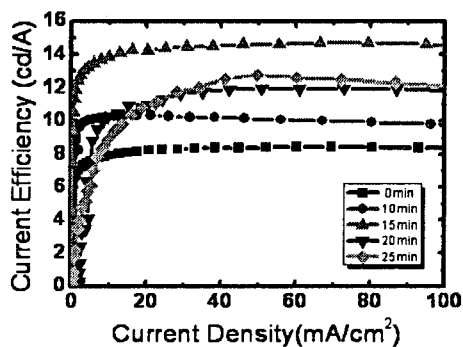


그림 3. 전류 밀도에 따른 전류 효율.

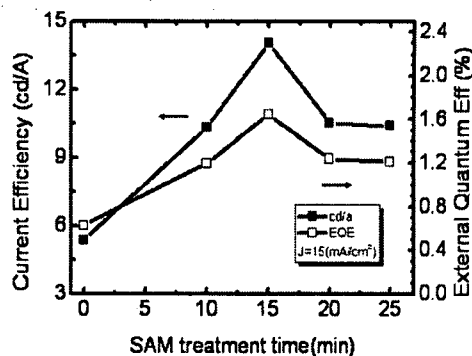


그림 4. SAM 처리 시간에 따른 효율.

4. 결론

ITO를 사용하는 유기 발광 소자에서 ITO의 표면 개질은 소자의 특성 향상에 직접적인 영향을 미치며, 대표적인 습식 표면 개질 방법으로 ITO에 Self-assembled monolayer(SAM)을 처리하는 방법이 있으며, 이를 소자에 적용할 경우 구동 전압은 SAM을 15분간 처리한 소자에서 4V로 가장 낮은 전압에서 구동함을 보였고, 전압에 따른 발광 휘도에서는 SAM을 15분간 처리한 소자가 발광 휘도가 52300cd/m²로 가장 높은 휘도값을 나타냈다. 효율 면에서 전류 효율은 SAM을 15분간 처리한 소자에서 14.4cd/A로 비교적 높았으며, 외부 양자 효율도 1.65%가 가장 높았다. 이는 소자에 사용된 ITO 전극이 SAM처리로 인해 표면 개질되었음을 알 수 있다. 결과적으로, SAM 처리한 소자는 SAM 처리하지 않은 소자에 비해 발광 특성이 향상되었다.

감사의 글

이 논문은 2008학년도 홍익대학교 학술연구진흥비에 의하여 지원되었음.

참고 문헌

- [1] F. Amy, C. Chan, A. Kahn, Organic Electronics 6, 85, 2005.
- [2] S. G. Jang, H. Y. Chae, J. Kor. Phy. Soc. 51, 956, 2007.
- [3] R. Maboudian, R. T. Howe, J. Vac. Sci. Technol. B15, 1, 1997.
- [4] L. S. Hung, C. W. Tang, and M. G. Mason, Appl. Phys. Lett. 70, 152, 1997.
- [5] S. H. Ji, Y. S. Yoon, KIEEME 21, 2, p.5-14, 2008.