

모의시험에서 정공 주입층 물질 AF의 에너지 갭이 OLED의 전기적 특성에 미치는 영향

Effect on Electrical Characteristics of OLEDs According to Energy Gap for HIL of Amorphous Fluoropolymer Materials by Simulation

한현석, 김정식, 김원종, 이종용, 소병문*, 김태완**, 흥진웅*

Hyun-Seok Han, Jung-Sik Kim, Weon-Jong Kim, Jong-Yong Lee, Byung-Mun So*,

Tae-Wan Kim** and Jin-Woong Hong

광운대학교, 전북대학교*, 홍익대학교**

Kwangwoon University, Chonbuk University*, Hongik University**

Abstract : Electrical properties of organic light-emitting diodes (OLEDs) were simulated by S.co's program. The OLEDs have stable operating parameters, high luminance, and high efficiency in simulation. The AF stands for amorphous fluoropolymer in simulation, and it was used as a hole-injection layer. In the five structure of OLEDs, an AF layer is sandwiched between the hole-transport layer and the ITO layer to increase the external quantum efficiency. By considering organic light-emitting diodes using an optimal energy gap of AF, it could contribute to the improvement of the efficiency of the device in the simulation.

Key Words : amorphous fluoropolymer, simulation, hole-injection layer, external quantum efficiency, energy gap

1. 서 론

OLED 소자를 구성하고 있는 물질 중 정공주입층 재료는 일반적으로 양극전극(ITO)과 바로 접하여 형성되는 물질로서 양극으로부터 발광층으로 정공이 잘 주입되어야 하며, 발광층에서 방출된 빛을 흡수하지 않아야 한다. 우수한 OLED소자의 특성을 얻기 위해서 정공주입층 재료의 Highest Occupied Molecular Orbital(HOMO) 에너지 준위는 양극전극의 일환수 및 정공수송층 재료의 HOMO 에너지 준위와의 차이가 적어야 하고, OLED 소자의 열화 원인 중 하나인 유기 물질의 열에 의한 재결정화 등을 피하기 위해 정공주입층의 유리전이온도가 높은 물질을 필요로 한다. 따라서 본 논문에서는 OLED 소자의 성능 향상을 위해 정공주입층의 요구조건을 만족하는 OLED의 보다 우수한 특성 개발을 위해 정공주입층 재료인 amorphous fluoropolymer(AF)가 OLED의 전기적 특성에 미치는 영향을 연구하는 모의시험을 하였으며, AF의 HOMO 준위와 Lowest Unoccupied Molecular Orbital(LUMO) 준위 사이의 에너지 갭 변화가 유기 발광 다이오드 효율 향상에 대해 미치는 영향을 고찰한 결과를 소개한다.

2. 결과 및 토의

모의시험에서 AF의 HOMO 준위와 LUMO 준위 사이의 에너지 갭이 3.4 eV일 때, AF의 최고 양자 효율 값이 되고 AF의 에너지 갭이 3.5 eV이상이 되면 외부 양자 효율은 감소함을 확인하였다. 이것은 AF의 에너지 갭의 증가로 정공 주입을 방해하기 때문에 발광층에서 정공과 전자들의 재결합을 어렵게 하는 것으로 사료된다. 따라서 최적 조건인 HOMO 준위 5.3eV와 LUMO 준위 1.8 eV를 사용하여 정공 수송층 재료와 에너지 준위를 적어지게 함으로서 정공의 원활한 수송을 도와 OLED의 우수한 전기적 특성을 얻을 수 있었다. 또한, 이러한 최적 조건으로 측정된 다층 OLED 소자를 제작하여 인가전압에 따른 휘도와 외부양자효율을 측정한 결과 정공 주입층 AF 없는 4층 소자와 비교 시 휘도는 2.5배, 발광 효율은 1.4배 그리고 외부 양자 효율은 1.4배 각각 향상됨을 확인할 수 있었다. 에너지 준위의 차이에 의한 모든 발광 특성, 예를 들면 전류 밀도, 휘도, 발광효율이 모두 정확히 일치하지는 않으나 전체적으로는 경향성을 가지고 특성이 변화함을 알 수 있었다. 에너지의 차이에 의하여 경향성이 선형적으로 일치하지 않는 이유는 정공주입층이 발광 특성에 미치는 요인이 에너지 준위의 차이 이외에 정공의 이동도, 양극전극인 ITO와 정공주입층 사이의 계면 특성, 정공주입층과 정공수송층 사이의 계면 특성을 포함한 다양한 요인이 작용하고 있기 때문으로 해석할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청의 산학연 공동기술개발지원사업의 연구비 지원에 의한 것입니다.

참고 문헌

- [1] R. Sharangpani, R. Singh, M. Drews and K. Ivey, Journal of Electronic Materials, Vol. 26, No. 4, pp. 402-409, 1997.
- [2] V. Parihar, R. Singh, R. Sharangpani, S. D. Russell, and C. A. Young, IEEE, Vol. 47, No. 7, pp. 1463-1465, 2000.
- [3] H. S. Bae, J. K. Park, H. W. Ryu, C. D. Kim, H. R. Lee, J. Kor. Phys. Soc., Vol. 51, No. 2, pp. 567-571, 2007.

* 교신저자) 흥진웅, e-mail: calab@kw.ac.kr, Tel: 02-940-5145
주소: 서울시 노원구 월계동 광운대학교 전기공학과