

## 인광물질을 사용한 고효율 녹색 유기 발광 소자에 관한 연구

정진하, 심주용, 강명구\*, 오환술

건국대학교, 극동정보대학\*

### A Study on the Highly Efficient Green Organic Light-Emitting Diodes Using Phosphorescent materials

Jin-ha Jung, Ju-yong Shim, Myung-goo Kang\*, Hwan-sool Oh

Konkuk univ, Keukdong college\*

**Abstract :** 본 연구에서는 인광 발광 물질인 host재료, CBP에 guest로 인광색소인 Ir(ppy)<sub>3</sub>을 첨가하여 광학적, 전기적 특성을 보았다. Ir(ppy)<sub>3</sub> 색소를 서로 다른 중량비로 첨가할 때의 소자들의 특성을 평가하였다. Ir(ppy)<sub>3</sub>을 3.125%의 중량비로 하였을 때 가장 좋은 휘도특성을 보였다. 소자의 기본구조는 glass/ITO/ $\alpha$ -NPD(300 Å)/CBP:Ir(ppy)<sub>3</sub>(300 Å)/BCP(80 Å)/Alq<sub>3</sub>(200 Å)/Al(1000 Å)로 하였다.

**Key Words :** OLED, phosphorescent material, CBP, Ir(ppy)<sub>3</sub>

#### 1. 서 론

1987년 Kodak사의 Van Slyke와 Tang이 Alq<sub>3</sub>와 TPD라는 이중 유기 박막을 형성하여 효율과 안정성이 개선된 녹색 발광 현상을 발견한 이후 OLED 디스플레이를 개발하려는 노력이 계속 진행 되고 있다.

본 논문에서는 발광 재료로서 인광 물질을 이용하여 형광 재료를 이용한 유기발광소자보다 휘도 및 효율을 향상시키는데 목적이 있으며, 인광재료를 이용하여 제작한 소자의 특성을 평가하여 인광재료의 우수한 특성을 보이고자 한다.

#### 2. 실험

ITO로 코팅된 유리기판에 크리닝과 패터닝 과정을 거쳐 유기물과 금속전극을 다단계 진공 증착하여 소자를 제작하였다. 소자의 기본구조는 glass/ITO/ $\alpha$ -NPD(300 Å)/CBP:Ir(ppy)<sub>3</sub>(300 Å)/BCP(80 Å)/Alq<sub>3</sub>(200 Å)/Al(1000 Å)로 실행하였다. 여기서 CBP를 host로 사용하고 Ir(ppy)<sub>3</sub> guest로 도핑농도를 변화를 주어 소자의 발광특성을 평가하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

인광 발광재료인 CBP를 host로 사용하고 guest 재료인 녹색 인광 색소 Ir(ppy)<sub>3</sub>의 도핑 농도를 25%, 4.16%, 3.125%로 변화를 주어 소자제작 후 발광 특성을 평가하였다. 그림 1은 24V의 인가전압에 Ir(ppy)<sub>3</sub>의 도핑농도 변화에 정규화된 EL스펙트럼이다. EL 최대파장은 도핑농도가 3.125%일 때 513nm이고 도핑 농도를 조금씩 증가함에 따라 장파

장대로 이동하는 것을 볼 수 있다. 반치폭은 도핑농도가 4.16%일 때 제일 작은 70nm를 보여주어 제일 순수한 녹색을 나타냈고 25%일 때, 반치폭이 81nm로서 색순도가 낮게 나타났다. 휘도는 3.125%로 도핑 하였을 때 제일 높은 휘도 925.3 cd/m<sup>2</sup>를 보여주었다.

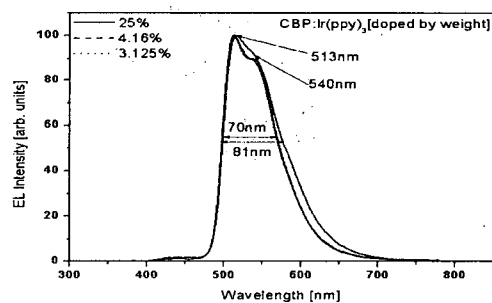


그림 1. 인가전압 24V에서의 도핑농도에 따른 인광 유기발광소자

그림 2와 3은 소자의 동작개시전압과 발광개시전압을 알 수 있다. 동작개시전압은 3.125%로 도핑 하였을 때 가장 낮은 3V를 나타냈고, 발광개시전압은 역시 3.125%로 도핑 하였을 때 제일 낮은 4.8V로 나타남을 볼 수 있다. 도핑농도가 25%일 때 제일 높은 동작전시전압은 13V를 나타냈고 발광개시전압 역시 25% 도핑 했을 때 제일 높은 15.V를 나타내었다. 광출력은 Ir(ppy)<sub>3</sub>를 5% 도핑농도로 하였을 때 12V에서 갑자기 증가하면서 가장 높은 값을 보여주었다.

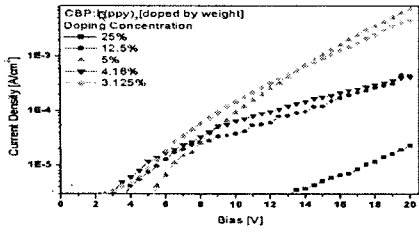


그림 2 전류-전압특성

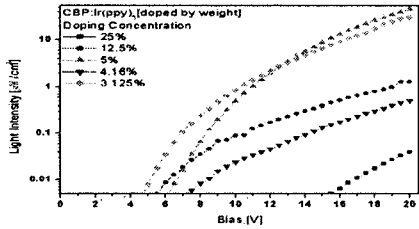


그림 3. 전압-광출력 특성

그림 4는 도핑농도가 25%, 5%일 때의 곡선이다. 이 두 곡선에서 보면 외부양자효율은 전압과 전류에 따라 거의 변하지 않는 매우 작은 수치를 나타냈다.

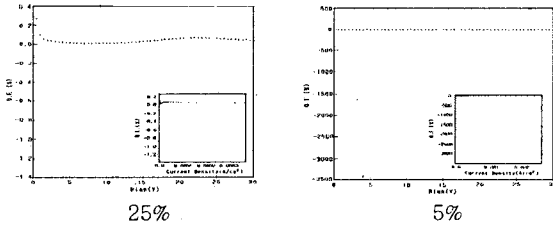


그림 4 Ir(ppy)<sub>3</sub>도핑25%와 5%일 때 외부양자효율

그림 5는 전압과 전류 밀도에 대한 외부 양자효율을 나타내는 곡선이다. 도핑농도가 12.5%, 3.57%일 때 두 그림의 외부양자효율은 전압과 전류에 따라 최대값을 보이다가 다시 전압의 증가에 따라서 감소하는 현상을 보여주었다. 전류도 마찬가지로 일정한 수치에서 최대를 보여주다가 다시 감소함을 볼 수 있다.

그림 4, 5에서 보듯이 전압과 전류밀도에 대한 외부 양자효율을 나타내었을 때 3.57%일 때 전압15V이고 전류 밀도가 13.7mA/cm<sup>2</sup>일 때 최대 외부 양자효율 값이 0.329%로 나타낸다.

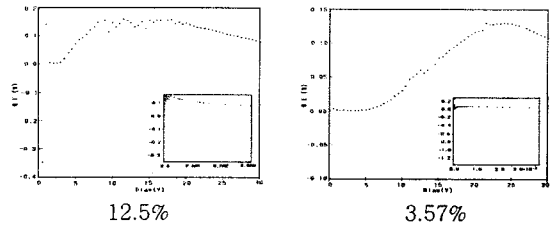


그림 5 Ir(ppy)<sub>3</sub>도핑12.5%와 3.57%일 때 외부양자효율

#### 4. 결론

인광 발광재료 CBP를 host로 사용하고 Ir(ppy)<sub>3</sub>를 guest로 사용하여 녹색 유기소자를 제작하여 발광 특성을 평가하였다. ITO/ $\alpha$ -NPD(300 Å)/CBP:Ir(ppy)<sub>3</sub>/BCP(80 Å)/Alq<sub>3</sub>(200 Å)/Al(1000 Å)구조에 CBP에 도펀트 Ir(ppy)<sub>3</sub>를 서로 다른 중량비로 도핑하여 그 발광효율 및 전기적특성을 평가하였다. Ir(ppy)<sub>3</sub>를 3.125%의 중량비로 도핑하였을 때 휘도특성이 가장 우수하였고 형광재료와 비교하여 우수한 특성을 보여주었다. 동작개시전압과 발광개시전압 역시 Ir(ppy)<sub>3</sub>가 3.125% 도핑농도 일 때 가장 낮은 전압을 보였다. 외부양자효율은 Ir(ppy)<sub>3</sub>가 25%, 5%도핑농도 일 때 곡선의 전압과 전류가 거의 변하지 않았으나 12.5%, 3.57% 일 때는 곡선의 뚜렷한 변화를 보였다. 또한 3.57%으로 도핑하였을 때 가장 좋은 외부양자효율을 보였다. 아직 까지 유기발광소자는 풀어야 할 숙제는 많지만 인광물질을 이용한 소자를 더욱 연구 발전시킨다면 전기적, 광학적인 특성의 향상은 더욱더 빠르게 발전할 것으로 사료된다.

#### 5.참고문헌

[1] M. Morimoto and H. Watanabe, "Flat Panel Displays", NEC Technical Journal, Vol. 49, No. 1, pp.82-86, 1996.[2] C.W. Tang and S.A. VanSlyke, "Organic electroluminescent diodes", Appl. Phys. Lett., Vol. 51, No. 12, pp. 913-915, 1987. [3] W. Conard Holton, "Light-emitting polymers: Increasing promise", Solid State Technology, Vol. 40, No. 5, pp.163-167, 1997. [4] C. Charton, N. Schiller, M. Fahland, A. Holländer, A. Wedel, and K. Noller, "Development of high barrier films on flexible polymer substrates", Thin Solid Films. In Press, Corrected Proof, 2005. [5] D. F. O'Brien, M. A. Baldo, M. R. Thompson, S. R. Forrest, Appl. Phys. Lett., 74, 442, (1999) [6] M. A. BOMAE, D. F. O'Brien, Y. You, A. Shoustikov, S. Sibley, M. R. Thompson, S. R. Forrest, Nature, 395, 151, (1998)