

BCP 두께 변환에 따른 OLEDs의 효율 향상

김원중*, 이영환*, 박영하*, 김태완**, 홍진웅*
 광운대학교*, 홍익대학교**

Efficiency Improvement of OLEDs depending on the Thickness Variation of BCP

Weon-Jong Kim*, Young-Hwan Lee*, Young-Ha Park*, Tae-Wan Kin**, Jin-Woong Hong*
 *Kwangwoon Univ., **Hongik Univ.

Abstract : In the structure of ITO/N,N'-diphenyl-N,N' bis (3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine(TPD) /2,9-Dimethyl-1,4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (BCP)/tris (8-hydroxyquinoline)aluminum(Alq₃)/Al device, we studied the efficiency improvement of organic light-emitting diodes due to thickness variation of BCP materials used for a electron breaking layer. The thickness of TPD and Alq₃ was manufactured 40 nm, 60 nm, respectively under a base pressure of 5×10⁻⁶Torr using a thermal evaporation. The TPD and Alq₃ layer were evaporated to be at a deposition rate of 2.0 Å/s. The BCP was evaporated to be at a deposition of 1.0 Å/s. When the thickness of BCP increased from 5 to 30 nm, we found that the luminous efficiency and the external quantum efficiency is superior to the others when the thickness of BCP is 20 nm. Compared to the ones from the devices made without BCP, the luminous efficiency and the external quantum efficiency was improved by 57 % , 70% , respectively.

Key Words : BCP, Electron-breaking layer, Luminous efficiency, External quantum efficiency, OLEDs

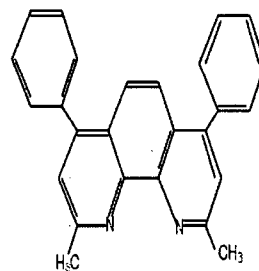
1. 서 론

OLEDs 디스플레이는 저 전압 구동, 높은 발광 효율, 넓은 시야각, 그리고 빠른 응답속도 등의 장점을 가지고 있다. OLEDs는 양극과 음극 사이에 놓여 있는 유기 재료에 전계를 가하여 전기 에너지를 빛으로 바꾸는 소자이기 때문에 소자의 전자 주입과 수송 및 발광에 대한 메커니즘, 음 전극 물질, ITO의 roughness에 대한 연구, 전극과 유기 박막사이의 계면 접촉과 buffer 층에 관한 연구, 높은 효율을 갖는 유기 발광재료에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다[1]. 본 논문에서는 OLEDs의 연구 분야에서 정송 수송 및 전자 브로킹 물질 사용되는 BCP를 두께 변환을 이용하여 유기발광 다이오드에 대한 효율 향상에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 전기적 특성에 대한 연구 결과를 소개한다.

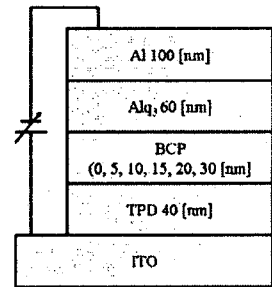
2. 실험

본 실험에서 사용한 정공 수송 및 전자 브로킹 물질인 2,9-Dimethyl-1,4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (BCP)를 그림 1(a)에 나타내었고, 소자의 기본 구조는 ITO/TPD/BCP/Alq₃/Al로 그림 1(b)에 나타내었다. TPD와 Alq₃의 두께는 각각 40, 60 [nm]로 고정시키고 BCP의 두께를 0, 5, 10, 15, 20, 30 [nm] 증착하였다. 증착속도는 TPD와 Alq₃는 5×10⁻⁶ [Torr]정도의 진공도에서 2.0 [Å/s]증착하였으며 BCP도 같은 진공도에서 1.0 [Å/s]속도로 증착하였고 이에 따른 전기적 특성을 관찰하였다. 음전극도 5×10⁻⁶ [Torr]정도의 진공도에서 두께 100 [nm]를 연속적으로 증착하였다. 또한, 발광 면적은 마스크를 이용하여 3×5 [mm²]의 크기로 제작하였다. 측정 장비는 Keithley

236 source-measure unit와 Keithley 617 electrometer, Si-photodiode를 사용하여 측정하였다. 모든 기기의 제어 프로그램은 Lab-view 소프트웨어를 이용하여 시료를 측정하였다.



(a) BCP



(b) Structure of OLEDs

그림 1. BCP 분자구조(a)와 OLEDs 소자 구조(b)

3. 결과 및 검토

그림 2는 BCP 두께변환에 따른 유기발광소자들의 에너지 밴드를 나타낸 그림이다. 그림에서 보면 TPD와 Alq₃ 사이에 BCP의 Homo와 LUMO값은 각각 5.9와 2.4 를 알 수 있으며 양극(+전극)으로부터 홀을 발광층까지 수송하고, 음극으로부터 이동해 온 전자를 막아 양극으로 도망가지 못하도록 하는 것으로써 전반적으로 효율향상에 도움이 되는 것으로 사료된다. 그림 3(a)는 BCP 증착속도에 따른 전류밀도-휘도를 나타낸 그림이다. BCP의 두께가 증가할수록 휘도값들은 증가하다가 BCP의 두께가 20 [nm]일 때 가 가장 높은 휘도값 2050 [cd/m²]나타내었다. 이것은 BCP없는 소자에 비교했을때 휘도값은 6 배 휘도가 상승함을 확인하였다. 그러나 BCP의 두께가

30 [nm]이상으로 증가하면 휘도값들이 줄어드는데 이것은 BCP가 30 [nm]이상으로 증가하면 발광층까지의 정공 수송이 오히려 방해하는 것으로 생각 되어진다. 그림 3(b)는 BCP 증착속도에 따른 전류밀도-발광효율을 나타낸 그림인데 전반적으로 BCP가 두께가 증가할수록 발광 효율도 증가하다가 BCP의 두께가 20 [nm]일 때가 0.4 [lm/W] 나타내었다. 이것은 BCP가 없는 소자와 비교했을 때 57 [%] 발광효율 향상을 가져왔었고. 또한 BCP소자가 30 [nm]이상으로 증가하면 발광효율값들도 줄어들음

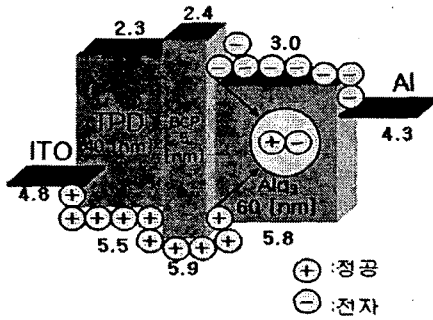
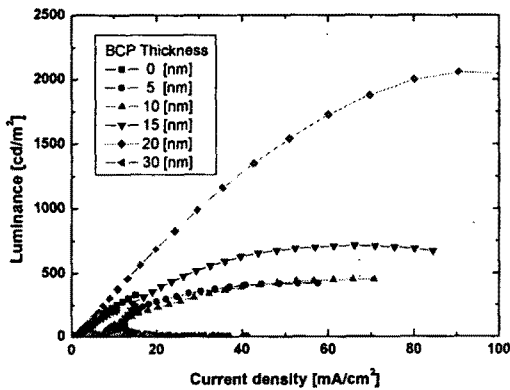
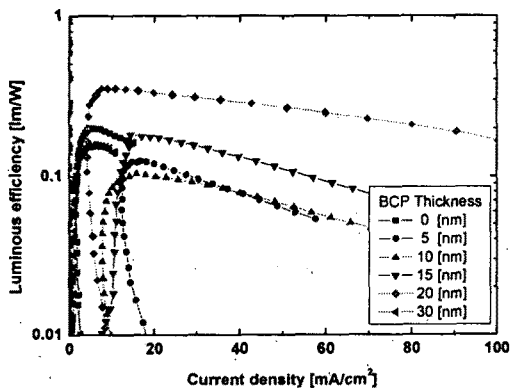


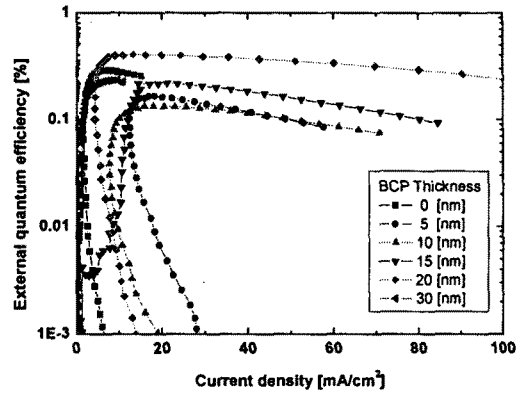
그림 2. 유기발광소자의 에너지 밴드



(a) 전류밀도-휘도



(b) 전류밀도-발광효율



(c) 전류밀도-외부양자효율

그림 3. 유기발광소자의 에너지 밴드

확인하였다. 이것은 BCP의 두께가 30 [nm]이상으로 증가하면 휘도는 점차로 감소하는데 이것은 표면 거칠기에 따라 물성이 변화되어서 발광층에서 정공과 전자들이 재결합하는 비율이 점차로 적어지기 때문으로 생각되어진다. 그림 3(c)는 증착속도에 따른 전류밀도-외부양자효율을 나타낸 그림이다. BCP의 두께가 20 [nm]일 때가 최고 외부 양자효율 0.4 [%] 값을 나타내었다. BCP가 없는 소자와 비교했을 때 70 [%] 외부 양자효율값을 상승을 가져왔었다. 이것은 그림 1에서 설명하는 것과 같이 전반적으로 BCP의 두께가 20 [nm]일 때가 효과적인 정공 수송이 용이하고 또한 음극으로부터 이동해온 전자를 막아 양극으로 도망가지 못하도록 발광층에서 재결합하는 비율을 높여주는 데 도움이 되는 것으로 생각되어진다.

4. 결론

BCP 두께 변환에 따른 OLEDs의 효율향상을 연구한 결과 BCP의 두께가 20 [nm]일 때가 전반적으로 전기적특성이 우수하였으며, BCP의 없는 소자와 비교 했을때 휘도값은 600 [%] 발광효율값은 57 [%], 외부양자효율값은 70 [%] 향상을 가져왔었다. 따라서 적절한 BCP의 두께가 일반적으로 정공수송을 도움 뿐만 아니라 전자의 이동을 막아 양극으로 이동하지 못하도록 발광층에서 재결합하는 비율을 높여지기 때문으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] Y. H. Lee, W. J. Kim, T. Y. Kim, J. Jung, J. Y. Lee, H. D. Park, T. W. Kim and J. W. Hong, "Electrical characteristics and efficiency of organic light-emitting diodes depending on hole-injection layer", Current Applied Physics, Vol. 7, pp. 409-412, 2007.