TCTA-TAZ 사이 TCTA:TAZ 혼합호스트 층을 갖는 녹색 인광소자의 전계발광 특성

장지근, 신상배, 신현관
단국대학교 전자공학과

Electroluminescent Characteristics of Green Phosphorescent Organic Light Emitting Devices with the Mixed Host Layer of TCTA:TAZ between TCTA and TAZ

J. G. Jang, S. B. Shin, H. K. Shin
Dept. of Electronics Eng., Dankook University

Abstract : New high efficiency green light emitting phosphorescent devices with emission layers of [TCTA/TCTA:TAZ/TAZ]:Ir(ppy)$_3$ have been fabricated and evaluated in this paper. Among the devices having different thicknesses of TCTA:TAZ mixed layer in the total 300Å-thick host of TCTA(80Å)/TCTA:TAZ (50~100Å)/TAZ, the device with host of TCTA(80Å)/TCTA:TAZ(90Å)/TAZ(130Å) showed the best electroluminescent characteristics with the current density of 95 mA/cm^2 and luminance of 25,000 cd/m^2 at an applied voltage of 10V. The maximum current efficiency was 52 cd/A under the luminance of 400 cd/m^2.

Key Words : PhOLED, Luminance, Current efficiency, TCTA:TAZ

1. 서 론

인광 PhOLED(phosphorescent OLEDs)는 일중항과 삼중항 엑시톤 모두로부터 빛을 낼 수 있어 내부 양자효율이 이론적으로 100%에 이르지만, 실제 소자에서는 캐리어의 주입 손실과, 비 발광성 엑시톤의 형성, 삼중간-삼중항 소멸 등으로 인해 발광 효율이 크게 감소된다.[1] 또한 인광 소자의 발광층(emissive layer, EML)에서 형성된 삼중항 엑시톤은 상대적으로 긴 수명을 가져 발광층 영역을 지나 다른 영역으로 확산할 수 있다. 삼중항 엑시톤의 확산은 EML 영역 바깥에서 에너지전이를 일으키거나 비발광성 소멸을 가져와 발광효율과 색 순도가 저하된다[2].

이에 따라 최근에는 전자전달성이 우수한 호스트와 정공전달성이 우수한 두 가지 호스트를 혼합하여 사용하거나 이들의 적층 구조를 이용한 PhOLEDs가 연구되고 있다.[3-4] 이중 호스트를 이용한 혼합 구조와 적층 구조는 각각 발광층의 전체 영역에서와 발광층의 이종 경계가 있는 중심 영역에서 주로 엑시톤이 형성되므로 캐리어의 주입 손실과 삼중항 엑시톤의 확산 손실을 어느 정도 방지할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 단순 혼합 구조에서는 발광층 가장자리에서 발생하는 삼중항 엑시톤의 확산 손실을 완전히 방지하기 어렵고, 적층 구조에서는 엑시톤 형성이 발광층의 이종 접합 부근에서 제한되는 문제점이 있다.

본 연구에서는 이러한 문제점들을 해결할 수 있는 새로운 구조로 TCTA-TAZ 이중호스트 사이 TCTA:TAZ 혼합호스트 층을 갖는 녹색 인광 유기발광다이오드를 제안하고, 발광층의 구성에 따른 전계발광 특성을 조사하였다.

2. 실 험

실험방법으로는 먼저 ITO(Indium Tin Oxide)가 코팅된 유리 기판으로부터 양극 전극을 패터닝하고, O_2/Ar = 2/1, 8 mTorr, 200W의 조건으로 2분간 플라스마 처리를 실시하였다. 유기박막 형성 공정에서는 정공주입층으로 500Å-2TNATA를 증착한 후 정공수송층으로 300Å-NPB를 증착하였다. 다음으로 발광 호스트의 전체 두께를 300Å으로 유지하면서 TCTA/TCTA: TAZ/TAZ 순으로 적층하였다. TCTA:TAZ 층에서 TCTA와 TAZ를 1:2로 혼합하였으며, 모든 호스트 층에서 Ir(ppy)$_3$를 10%로 도핑하였다. 발광 호스트의 구성으로는 TCTA를 80Å으로 두고 혼합호스트의 두께를 50Å~100Å으로 변화시켜가며 실험하였다. 이후, 정공차단층으로 50Å 두께의 BCP 층을, 전자수송층으로

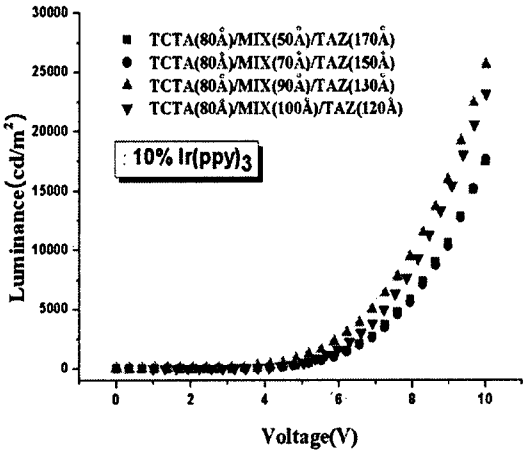

그림 1. 휘도-전압 특성

SFC-137을 500Å 두께로 증착한 후, 시료를 금속 증착실로 옮겨 LiF와 Al을 각각 10Å과 1200Å 두께로 진공 증착하여 음극 전극을 형성하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 제작된 소자의 휘도-전압 그래프를 보여주고 있다. 실험에서 발광 휘도는 혼합층의 두께가 90Å일 때 가장 높게 나타났다. 10V의 인가전압에서 제작된 소자들의 전류밀도와 발광 휘도는 발광 호스트의 구조가 TCTA(80Å)/TCTA:TAZ(70Å)/TAZ (150Å)인 경우 69 mA/cm^{2}와 17,600 cd/m^{2}로, TCTA (80Å)/TCTA:TAZ(90Å)/TAZ(130Å)인 경우 95 mA/ cm^{2}와 25,000 cd/m^{2}로, TCTA(80Å)/TCTA:TAZ(100Å)/TAZ(120Å)인 경우 117 mA/cm^{2}와 23,000 cd/m^2 로 나타났다. 그림 2에서는 전류효율 대 휘도 특성의 그래프를 나타내었다. 제작된 소자들에서 가장 우수한 효율 특성은 발광 호스트의 구조가 TCTA(80Å)/TCTA:TAZ(90Å)/TAZ(130Å)인 경우에서 얻어졌으며, 최대 전류효율은 400 cd/m^{2}의 휘도 상태에서 약 52 cd/A로 나타났다. 그림 2의 10000 cd/m^2 휘도 상태에서, 혼합층의 두께가 90Å인 경우 전류효율은 37 cd/A로, 70Å과 100Å 경우에 비해 약 20%의 발광 효율 개선을 가져왔다. 제작된 소자들의 전계발광 스펙트럼에서 발광 피크는 513nm의 중심 파장을, CIE(Commission Internationale de l'Eclairage) 색 도표에서 color index는 (0.30, 0.62)를 나타내었다.

4. 결 론

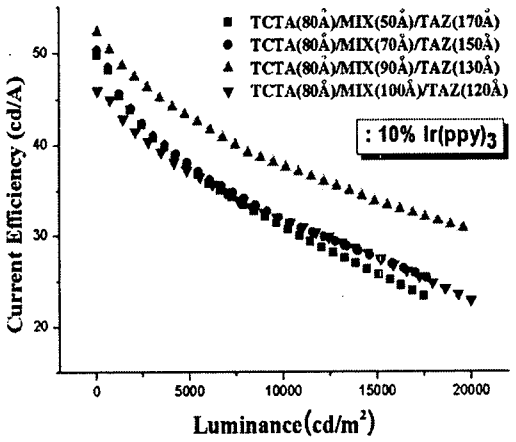

그림 2. 전류효율-휘도 특성

이중 호스트 사이 혼합층을 갖는 소자의 경우, 혼합층의 적절한 두께 설계는 소자의 전기저항성 및 엑시톤 형성과 관련하여 발광 효율을 결정하는 중요 요소이다. 본 연구에서 제작된 소자들의 가장 우수한 효율 특성은 발광 호스트의 구조가 TCTA(80Å)/TCTA:TAZ(90Å)/TAZ(130Å)인 경우에서 얻어졌으며, 최대 전류효율은 400 cd/m^{2}의 휘도 상태에서 약 52 cd/A로 나타났다. 이중 호스트간 혼합 영역을 갖는 소자의 높은 발광 효율은 발광층의 적절한 구조 설계에 의한 캐리어 전달의 수월성, 중심 부근에서 충분한 엑시톤 생성 영역의 확보 및 발광층 외부로 엑시톤의 손실 방지 등이 복합적으로 이루어진 결과로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 지역경제부 지방기술혁신사업 (RTI 04-01-02) 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

[1] C. Adachi, M. Baldo, M. E. Thompson, and S. R. Forrest, Appl. Phys., Vol.90, p.5048, 2001.

[2] M. Ikai, S. Tokito, Y. Sakamoto, T. Suzuki, and Y. Taga, Appl. Phys. Lett., Vol.79, p.156, 2001.

[3] J. Sun, X. Zhu, X. Yu, M. Wong, H. S. Kwok, SID 07 DIGEST p. 826, 2007.

[4] S. H. Kim, J. S. Jang, K. S Yook, J. Y. Lee, M. S. Gong, S. Ryu, G. K. Chang and H. J. Chang, J. of Appl. Phys. Lett., Vol.103, p.054502, 2008.