



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2013년01월23일  
 (11) 등록번호 10-1225673  
 (24) 등록일자 2013년01월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 51/50* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2011-7008442  
 (22) 출원일자(국제) 2009년09월03일  
 심사청구일자 2012년08월24일  
 (85) 번역문제출일자 2011년04월13일  
 (65) 공개번호 10-2011-0074531  
 (43) 공개일자 2011년06월30일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2009/004965  
 (87) 국제공개번호 WO 2010/033153  
 국제공개일자 2010년03월25일  
 (30) 우선권주장  
 12/211,560 2008년09월16일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US4769292 A  
 US4885211 A  
 US5503910 A  
 US5683823 A

(73) 특허권자  
**글로벌 오엘이디 테크놀로지 엘엘씨**  
 미국 버지니아 20171 헌던 스위트 330 13873 파크  
 센터 로드  
 (72) 발명자  
**스핀들러 제프리 폴**  
 미국 뉴욕 14650 로체스터 343 스테이트 스트리트  
**해트웨어 투캐럼 키즌**  
 미국 뉴욕 14650 로체스터 343 스테이트 스트리트  
 (74) 대리인  
**김용인, 석혜선**

전체 청구항 수 : 총 12 항

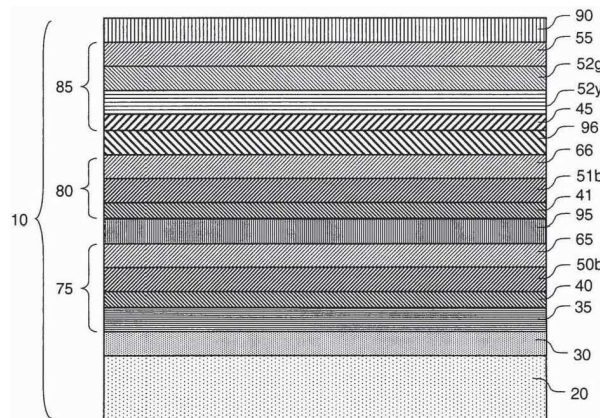
심사관 : 김주승

**(54) 발명의 명칭 높은 색 온도의 탠덤 백색 OLED**

**(57) 요약**

본 발명의 OLED 디바이스는 전극들 사이에 배치된 제 1, 제 2 및 제 3 발광 유닛(제 1 발광 유닛은 500nm보다 긴 파장들에서 다중 피크를 가지며 480nm보다 짧은 파장들에서 실질적으로 방출이 없고, 제 2 및 제 3 발광 유닛은 500nm보다 짧은 파장들에서 실질적인 방출을 가지는 빛을 생산한다); 및 제 1 및 제 2 발광 유닛 사이와 제 2 및 제 3 발광 유닛 사이에 각각 배치된 중간 커넥터를 포함하는 두 개의 이격된 전극들을 가지며, 7,000K 초과 색 온도를 가진 빛을 방출한다

**대표도 - 도1**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

전극들 사이에 배치된 제 1, 제 2 및 제 3 발광 유닛으로, 제 1 발광 유닛은 500nm보다 긴 파장들에서 다중 피크를 가지며 480nm보다 짧은 파장들에서 실질적으로 방출이 없는 빛을 생산하며, 제 2 및 제 3 발광 유닛은 500nm보다 짧은 파장들에서 실질적인 방출을 가지는 빛을 생산하는 것인 제 1, 제 2 및 제 3 발광 유닛; 및

제 1 및 제 2 발광 유닛 사이와 제 2 및 제 3 발광 유닛 사이에 각각 배치된 중간 커넥터를 포함하는 두 개의 이격된 전극들을 가지며 7,000K 초과와 색 온도를 가진 빛을 방출하는 OLED 디바이스.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

디바이스는 9,000K 내지 13,000K 사이의 색 온도를 가진 빛을 방출하는 OLED 디바이스.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

제 2 및 제 3 발광 유닛은 호스트 재료와 청색 발광 도펀트를 포함하는 발광층을 각각 포함하는 OLED 디바이스.

**청구항 4**

제 3 항에 있어서,

청색 발광 도펀트는 일중항 발광 화합물인 OLED 디바이스.

**청구항 5**

제 3 항에 있어서,

청색 발광 도펀트는 삼중항 발광 화합물인 OLED 디바이스.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서,

제 1 발광 유닛은 일중항 발광 화합물을 포함하는 OLED 디바이스.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,

제 1 발광 유닛은 삼중항 발광 화합물을 포함하는 OLED 디바이스.

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,

제 2 및 제 3 발광 유닛은 동일한 발광 스펙트럼을 가지는 OLED 디바이스.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,

제 2 및 제 3 발광 유닛은 다른 발광 스펙트럼을 가지는 OLED 디바이스.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서,

이격된 전극들의 하나는 반사성이고 다른 하나는 투과성이고 제 1 발광 유닛은 제 2 및 제 3 발광 유닛보다 반사성 전극에 더 가깝게 배치되는 OLED 디바이스.

**청구항 11**

제 1 항에 있어서,

발광 유닛으로부터 빛을 수용하는 디바이스와 결합된 적어도 3개의 다른 컬러 필터의 어레이를 더 포함하고, 컬러 필터들의 각각의 밴드패스는 다르게 착색된 빛을 만들도록 선택되는 OLED 디바이스.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,

적어도 3개의 다른 컬러 필터의 어레이가 RGBW 디바이스를 형성하는 OLED 디바이스.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 대형 디스플레이에 적합한 광대역 발광 OLED 디스플레이에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] OLED로도 불리는 유기 발광 다이오드 디바이스는 양극, 음극 및 양극과 음극 사이에 삽입된 유기 전계발광(EL) 장치를 포함한다. 유기 EL 장치는 적어도 하나의 정공-수송층(HTL), 발광층(LEL) 및 전자-수송층(ETL)을 포함한다. OLEDs는 낮은 전압 구동력, 높은 휘도, 넓은 시야각 및 풀 컬러 디스플레이 및 다른 응용분야에 대한 가능성 때문에 매력적이다. 탕 등은 이들의 미국특허 4,769,292 및 4,885,211에 이런 다층 OLED를 개시하였다.

[0003] OLEDs는 LEL의 발광 특성에 따라 적색, 녹색, 청색 또는 흰색과 같은 다른 색을 발광할 수 있다. 최근에, 고체-상태 광원, 컬러 디스플레이 또는 풀 컬러 디스플레이와 같은 다양한 어플리케이션 속에 포함될 광대역 OLEDs에 대한 수요가 증가하고 있다. 광대역 발광에 의해, OLED는 가시 스펙트럼 전부에서 충분히 넓은 빛을 발광하여 이런 빛이 적어도 두 개의 다른 컬러를 가진 디스플레이 또는 풀 컬러 디스플레이를 생산하기 위한 필터들 또는 컬러 변화 모듈과 함께 사용될 수 있다는 것을 의미한다. 특히, 스펙트럼의 적색, 녹색 및 청색 부분에서 상당한 발광이 있는 광대역-발광 OLEDs(또는 광대역 OLEDs), 즉, 백색 발광 OLED(백색 OLED)에 대한 요구가 있다. 컬러 필터들을 가진 백색 OLEDs를 사용하면 개별적으로 패터닝된 적색, 녹색 및 청색 이미터를 가진 OLED보다 더 간단한 제조 공정을 제공한다. 이것이 더 높은 생산량, 증가된 수율 및 비용 절감을 발생시킬 수 있다. 백색 OLEDs는, 예를 들어, Kido et al. in *Applied Physics Letters*, 64, 815 (1994), J. Shi et al. in U.S. Patent 5,683,823, Sato et al. in JP 07-142169, Deshpande et al. in *Applied Physics Letters*, 75, 888 (1999), and Tokito, et al. in *Applied Physics Letters*, 83, 2459 (2003)에 보고되었다.

[0004] OLED로부터 광대역 발광을 얻기 위해서, 하나 이상의 형태의 분자가 여기되어야 하는데, 이는 각 형태의 분자는 정상 조건하에서 비교적 좁은 스펙트럼을 가진 빛만을 발광하기 때문이다. 호스트 재료 및 하나 이상의 발광 도펀트(들)를 구비한 발광층은 호스트와 도펀트(들) 모두로부터 발광을 얻을 수 있어 호스트 재료로부터 도펀트(들)까지 에너지 전이가 불완전한 경우, 가시 스펙트럼에서 광대역 발광을 이룰 수 있다. 단일 발광층을 구비한 백색 OLED를 얻기 위해서, 발광 도펀트들의 농도는 조심스럽게 제어되어야 한다. 이것이 제조를 어렵게 한다. 둘 이상의 발광층을 구비한 백색 OLED는 한 발광층을 가진 디바이스보다 우수한 컬러 및 우수한 발광 효율을 가질 수 있고 도펀트 농도에 대한 변화 허용오차가 더 높다. 둘 이상의 발광층을 구비한 백색 OLEDs는 단일 발광층을 구비한 OLED보다 통상적으로 더 안정하다는 것이 발견되었다. 그러나, 스펙트럼의 적색, 녹색 및 청색 부분에서 강한 강도를 가진 발광을 얻는 것은 어렵다. 2개의 발광층을 가진 백색 OLED는 2개의 강한 발광 피크를 통상적으로 가진다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 탠덤 OLED 구조(때때로 적층 OLED 또는 캐스케이드 OLED로 불림)는 Jones et al. in U.S. Patent No. 6,337,492, Tanaka et al. in U.S. Patent No. 6,107,734, Kido et al. in JP Patent Publication

2003/045676A and U.S. Published Patent Application No. 2003/0189401 A1, and Liao et al. in U.S. Patent No. 6,717,358 and U.S. Patent Application Publication No. 2003/0170491 A1에 기술되었다. 이런 탠덤 OLED는 수직으로 여러 개의 개별 OLED를 적층하고 단일 파워 소스를 사용하여 스택(stack)을 구동함으로써 제조된다. 장점은 발광 효율, 수명 또는 둘 다가 증가하는 것이다. 그러나, 탠덤 구조는 함께 적층된 OLED 유닛의 수에 대략 비례하여 구동 전압을 증가시킨다.

[0006] 마츠모토와 키도 등은 SID 03 다이제스트, 979(2003)에서 탠덤 백색 OLED는 디바이스에서 녹색을 띤 청색 EL 장치와 유기 EL 장치를 연결하여 제조되며 백색 발광은 단일 전원으로 이 디바이스를 구동함으로써 얻어진다는 것을 보고하였다. 비록 발광 효율은 증가하나, 이 탠덤 백색 OLED 디바이스는 스펙트럼에서 더 약한 녹색과 적색 성분을 가진다. 미국 특허 출원 공개공보 2003/00170491 A1에서, 리아오 등은 디바이스 내에 일렬로 적색 EL 장치, 녹색 EL 장치, 및 청색 EL 장치를 연결한 탠덤 백색 OLED 구조를 기술한다. 탠덤 백색 OLED가 단일 전원에 의해 구동될 때, 백색 발광은 적색, 녹색 및 청색 EL 장치로부터의 스펙트럼 조합에 의해 형성된다.

[0007] 이런 발전들에도 불구하고, 우수한 광대역 발광을 유지하면서 OLED 디바이스들의 효율과 휘도 안정성을 개선하려는 요구가 존재한다. 또한, 대략 6500K의 색 온도를 가진 CIE 표준 발광체 D<sub>65</sub>의 색 근처에서 광대역 방출을 가진 OLED 디스플레이를 제조하기 위해 많은 연구가 행해졌다. 여러 구입할 수 있는 액정 및 플라즈마 디스플레이는 더욱 청백색인 9300K 이상의 색 온도로 설정된다. 따라서, 더 높은 색 온도를 가진 효과적이고 안정한 OLED 디스플레이를 제조할 필요가 있다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 개선된 색 온도, 효율 및 발광 안정성을 가진 OLED 디바이스들에 대한 요구가 있다.

[0009] 이런 목적은

[0010] a. 전극들 사이에 배치된 제 1, 제 2 및 제 3 발광 유닛(제 1 발광 유닛은 500nm보다 긴 파장들에서 다중 피크를 가지며 480nm보다 짧은 파장들에서 실질적으로 방출이 없고, 제 2 및 제 3 발광 유닛은 500nm보다 짧은 파장들에서 실질적인 방출을 가지는 빛을 생산한다); 및

[0011] b. 제 1 및 제 2 발광 유닛 사이와 제 2 및 제 3 발광 유닛 사이에서 각각 배치된 중간 커넥터를 포함하는 두 개의 이격된 전극들을 가진 OLED 디바이스에 의해 성취되며,

[0012] c. 상기 OLED 디바이스는 7,000K 초과 색 온도를 가진 빛을 방출한다.

**발명의 효과**

[0013] 대형 디스플레이를 위한 개선된 색 온도를 가지며 개선된 효율과 수명을 가진 OLED 디스플레이를 제공하는 것이 본 발명의 장점이다.

**도면의 간단한 설명**

[0014] 도 1은 본 발명에 따른 탠덤 OLED 디바이스의 한 실시예의 단면도를 도시한다;

도 2는 본 발명에 따른 탠덤 OLED 디바이스의 다른 실시예의 단면도를 도시한다.

도 3은 본 발명의 여러 실시예들에 대한 스펙트럼 휘도 vs. 파장의 그래프를 도시한다.

층 두께와 같은 디바이스 피쳐 치수는 주로 마이크로미터 이하 범위이기 때문에, 도면은 치수 정확성보다 시각화의 편의를 위해 제도한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0015] "OLED 디바이스"라는 용어는 픽셀들로서 유기 발광 다이오드를 포함하는 디스플레이 디바이스의 기술분야에서 승인된 의미로 사용된다. OLED 디바이스는 단일 픽셀을 구비한 디바이스를 의미할 수 있다. "탠덤 OLED 디바이스" 및 "적층 OLED 디바이스"라는 용어는 수직으로 적층된 둘 이상의 발광 유닛을 포함하는 OLED 디바이스를 의미하고, 각각의 발광 유닛은 다른 것들과 독립적으로 발광할 수 있다. 각각의 발광 유닛은 적어도 정공 수송층, 발광층 및 전자 수송층을 포함한다. 발광 유닛들은 중간 커넥터들에 의해 분리된다. 본 명세서에서 사용된 "OLED 디스플레이"라는 용어는 다른 컬러가 될 수 있는 복수의 픽셀을 포함하는 OLED 디바이스를 의미한다. 컬러 OLED 디바이스는 적어도 하나의 컬러를 발광한다. "멀티컬러"라는 용어는 다른 영역에서 다른 색조의 빛을

방출할 수 있는 디스플레이 패널을 기술하는데 사용된다. 특히, 다른 색들의 이미지들을 나타낼 수 있는 디스플레이 패널을 기술하는데 사용된다. 이런 영역들은 반드시 연속되지 않는다. "풀 컬러"라는 용어는 가시 스펙트럼의 적색, 녹색 및 청색 영역에서 발광하고 색조의 임의의 조합으로 이미지를 표시할 수 있는 디스플레이 패널들을 기술하기 위해 사용된다. 적색, 녹색 및 청색은 3개의 주요 색들을 구성하며 이로부터 모든 다른 색들은 적절하게 혼합함으로써 만들 수 있다. "색조"라는 용어는 가시 스펙트럼 내에서 발광의 강도 프로파일(intensity profile)을 의미하고, 다른 색조들은 색들에서 시각적으로 구별가능한 차이를 나타낸다. "픽셀"이라는 용어는 다른 영역들과 독립적으로 발광하도록 자극되는 디스플레이 패널의 영역을 지정하기 위해 기술분야에서 승인된 의미로 사용된다. 풀 컬러 시스템에서, 다른 색의 여러 픽셀은 넓은 범위의 색들을 만들기 위해 함께 사용될 것이고 관찰자는 이런 그룹을 단일 픽셀로 명명할 수 있다는 것을 알 수 있다. 논의를 위해서, 이런 그룹은 여러 다른 착색된 픽셀로 생각될 것이다.

[0016] 상세한 설명에 따라, 광대역 발광은 가시 스펙트럼의 여러 부분에서 현저한 구성요소, 예를 들어, 청색 및 녹색을 가진 빛이다. 광대역 발광은 빛이 백색광을 만들기 위해 스펙트럼의 적색, 녹색 및 청색 부분에서 발광되는 상황을 포함할 수 있다. 백색광은 흰색을 갖는 것으로 사용자에게 의해 인식되는 빛이거나 실질적인 풀 컬러 디스플레이를 만들기 위해 컬러 필터들과 함께 사용하는데 충분한 발광 스펙트럼을 갖는 빛이다. 낮은 전력 소비를 위해서, 백색 발광 OLED의 색도가 CIE 표준 발광체  $D_{65}$ , 즉,  $CIE_x = 0.31$  및  $CIE_y = 0.33$ 의 1931 CIE 색도 좌표에 밀접한 것이 종종 유리하다. 이것은 특히 적색, 녹색, 청색 및 백색 픽셀들을 가진 소위 RGBW 디스플레이의 경우이다. 비록 0.31, 0.33의  $CIE_x$ ,  $CIE_y$  좌표가 일부 상황에서 이상적이거나, 실제 좌표는 현저하게 변할 수 있고 여전히 매우 유용하다. 텔레비전 및 다른 대형 디스플레이와 같은 일부 응용분야들의 경우,  $D_{65}$ 보다 더욱 청색을 의미하는 더 높은 색 온도를 가진 백색 발광을 갖는 것이 바람직할 수 있다. 색 온도는 "블랙 바디(black body)"로 불리는 가열된 물체의 광원의 동일한 온도이고 켈빈 등급으로 절대 온도 스케일로 표현된다. 게다가, 상관 색 온도 또는 CCT는 발광체 색이 광원의 색과 일치하나 스펙트럼 일치를 암시하지 않을 때 블랙 바디 발광체의 온도의 값으로 정의된다. (A. R. Robertson, "Computation of Correlated Color Temperature and Distribution Temperature," J. Opt. Soc. Am. 58, 1528-1535 (1968)). 본 출원에서 사용된 "색 온도"라는 용어는 실제로 상관 색 온도를 의미한다. 백색 발광이 더 청색이 됨에 따라, 색 온도는 증가한다. 이런 디스플레이들의 경우, 바람직한 백색 발광은  $CIE_x$  및  $CIE_y$ 의 경우 0.25 대 0.30의 CIE 좌표를 가질 수 있다. 바람직하게는, 백색 발광은 10,000K의 색 온도에 해당하는  $x = 0.28$  및  $y = 0.29$ 의 CIE 좌표를 가질 수 있다. 청백색을 만드는 한 방법은 디스플레이의 청색 픽셀의 평균 강도를 증가시키는 것이다. 그러나, 이것은 청색 픽셀들의 수명을 감소시키는 나쁜 영향을 가질 수 있다. 본 명세서에서 사용된 대로 "백색 발광"이라는 용어는, 비록 이런 광의 일부가 보이기 전에 색 필터들에 의해 제거될지라도, 내부적으로 백색광을 만드는 디바이스를 의미한다.

[0017] 도 1을 참조하면, 본 발명의 한 실시예에 따른 탠덤 백색 발광 OLED 디바이스(10)의 한 픽셀의 단면도가 도시된다. OLED 디바이스(10)는 기판(20), 양극(30)과 음극(90)인 두 이격된 전극, 전극들 사이에 배치된 적어도 제 1, 제 2 및 제 3 발광 유닛(85, 80 및 75), 제 1 및 제 2 발광 유닛(85 및 80) 사이에 배치된 중간 커넥터(96) 및 제 2 및 제 3 발광 유닛(80 및 75) 사이에 배치된 중간 커넥터(95)를 포함한다. 상기한 미국특허 7,332,860에서 헤트워 등은 이런 타입의 소위 탠덤 배열의 여러 발광 유닛의 용도를 기술하였다. 제 1 발광 유닛(85)은 가시 스펙트럼의 녹색, 황색 및 적색 영역에서 500nm보다 긴 파장에서 여러 피크를 갖는 빛을 만든다. 제 1 발광 유닛(85)은 실질적으로 청색 발광을 하지 않으며, 480nm보다 짧은 파장에서의 발광 강도는 최대 발광 강도의 10% 미만이고 490nm에서 불과 50%이다. 이런 실시예에서, 제 1 발광 유닛(85)은 제 1 발광층, 예를 들어, 녹색 발광 화합물을 포함하고 녹색 발광을 만드는 녹색 발광층(52g)을 포함한다. 제 1 발광 유닛(85)은 제 2 발광층, 예를 들어, 황색 발광 화합물을 포함하고 가시 스펙트럼의 황색 대 적색 부분에서 발광하는 황색 발광층(52y)을 더 포함한다. 본 명세서에 사용된 대로, "황색 발광 화합물"은 황색 내지 적색 범위에서, 즉, 570nm부터 700nm까지의 주요 발광을 갖는 물질을 의미한다. 제 2 및 제 3 발광 유닛(80 및 75)은 500nm보다 짧은 파장, 즉, 가시 스펙트럼의 청색 부분에서 상당한 방출을 갖는 빛을 만든다. 제 2 및 제 3 발광 유닛(80 및 75)은 다른 파장들에서 방출을 가질 수 있다. 제 2 및 제 3 발광 유닛(80 및 75)은 동일한 방출 스펙트럼 또는 다른 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 이 실시예에서, 제 2 및 제 3 발광 유닛(80 및 75)은 청색 발광 화합물을 포함하는 각각 청색 발광층(51b 및 50b)과 같은 청색 발광층을 포함한다. 각각의 발광 유닛은 전자 수송층(예를 들어, 55, 66 및 65) 및 전공 수송층(예를 들어, 45, 41 및 40)을 포함한다. OLED 디바이스(10)는 정공 주입층(35)을 포함한다.

[0018] 탠덤 OLED 디바이스(10)는 발광 유닛들 사이에 배치된 중간 커넥터, 예를 들어, 제 1 및 제 2 발광 유닛(85 및 80) 사이에 배치된 중간 커넥터(96) 및 제 2 및 제 3 발광 유닛(80 및 75) 사이에 배치된 중간 커넥터(95)를 더

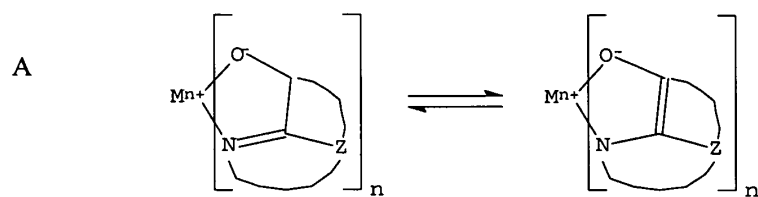
포함한다. 중간 커넥터는 인접 EL 유닛 속에 효과적인 캐리어 주입을 제공한다. 금속, 금속 화합물 또는 다른 유기 화합물이 캐리어 주입에 효과적이다. 그러나, 이런 재료들은 픽셀 크로스토크(pixel crosstalk)를 일으킬 수 있는 종종 낮은 저항을 가진다. 또한, 중간 커넥터를 구성하는 층들의 광 투명도는 EL 유닛에서 생산된 복사 에너지가 디바이스를 빠져나가도록 하는 것을 가능하게 하도록 높아야 한다. 따라서, 중간 커넥터에서 주로 유기 재료들을 사용하는 것이 바람직하다. 이들의 구조에서 사용된 중간 커넥터들과 재료들은 미국공개공보 2007/0001587에서 헤트워 등에 의해 상세하게 기술되었다. 중간 커넥터들의 일부 다른 비 제한적 예들은 미국특허 6,717,358 및 6,872,472와 미국공개공보 2004/0227460 A1에 개시된다.

[0019] 이런 구조의 OLED 디바이스는 여러 종래 기술 디바이스들보다 더 높은 색 온도를 가진 빛을 방출한다. OLED 디바이스는 디바이스는 7,000K보다 높은 색 온도, 주로 9,000K 내지 15,000K 사이의 색 온도를 가진 빛을 방출하는 방식으로 제조될 수 있다. 이것은 D<sub>65</sub> 포인트보다 더 청색이고 대형 스크린 텔레비전과 같은 대형 디스플레이에 바람직하다.

[0020] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 탠덤 OLED 디바이스(15)의 다른 실시예의 단면도가 도시된다. 이 실시예에서, OLED 디바이스(15)는 적어도 3개의 다른 컬러 필터의 어레이를 더 포함한다. 각 컬러 필터의 밴드패스(bandpass)는 각각 적색, 녹색 및 청색을 만드는 적색 컬러 필터(25r), 녹색 컬러 필터(25g) 및 청색 컬러 필터(25b)와 같은 다른 컬러 빛을 만들도록 선택된다. 어레이의 각 컬러 필터는, 예를 들어, 제 1, 제 2 및 제 3 발광 유닛(85, 80 및 75)인 발광 유닛으로부터 빛을 받아서, 각 필터를 통해 다른 색의 빛을 만든다. 각 컬러 필터는 원하는 색의 컬러를 선택적으로 만들기 위해서, 각각 양극(31r, 31g 및 31b)과 같은 관련 양극을 가진다. OLED 디바이스(15)는 양극(31w)의 비-여과 영역과 같은 컬러 필터를 갖지 않아서 OLED 디바이스(15)에 의해 만들어진 광대역 빛의 방출을 허용하여 컬러 필터의 어레이를 가진 RGBW 디바이스를 형성하는 비-여과 영역을 가질 수 있다.

[0021] 본 명세서에서 기술된 것들과 같은 발광층들은 정공-전자 재결합에 반응하여 빛을 만들어낸다. 바람직한 유기 발광층 재료들은 증착, 스퍼터링, 화학적기상증착, 전기화학적 공정 또는 도너 재료로부터의 방사능 열 전달과 같은 임의의 적절한 방식에 의해 퇴적될 수 있다. 유용한 유기 발광 재료들은 주지되어 있다. 미국특허 4,769,292 및 5,935,721에 더욱 상세하게 기술된 대로, OLED 디바이스의 발광층들은 발광 또는 형광 재료를 포함하며 전계발광은 이 영역에서 전자-정공 쌍 재결합의 결과로 발생한다. 발광층들은 단일 재료로 구성될 수 있으나 더욱 일반적으로 게스트 화합물 또는 도펀트로 도핑된 호스트 재료를 포함하며 발광은 주로 도펀트로부터 발생한다. 도펀트는 특정 스펙트럼을 가진 컬러 빛을 생산하도록 선택된다. 발광층들에서 호스트 재료들은 전자-수송 재료, 정공-수송 재료 또는 정공-전자 재결합을 지원하는 다른 재료일 수 있다. 도펀트는 일반적으로 일중항 발광 화합물들, 즉, 이들은 여기된 일중항 상태에서부터 빛을 방출하는 고 형광 염료들로부터 선택된다. 그러나, 일반적으로 삼중항 발광 화합물, 즉, 이들은 여기된 삼중항 상태에서부터 빛을 방출하는, 예를 들어, WO 98/55561, WO 00/18851, WO 00/57676 및 WO 00/70655에 개시된 전이금속 착물들인 인광 화합물이 유용하다. 도펀트들은 통상적으로 호스트 재료 속에 0.01 내지 10중량%로 코팅된다. 유용한 것으로 공지된 호스트 및 발광 분자들은 미국특허 4,768,292; 5,141,671; 5,150,006; 5,151,629; 5,294,870; 5,405,709; 5,484,922; 5,593,788; 5,645,948; 5,683,823; 5,755,999; 5,928,802; 5,935,720; 5,935,721; 및 6,020,078에 개시된 것들을 포함하나 이에 제한되지 않는다. 청색 발광층(50b 및 51b)은 호스트 재료와 청색 발광 도펀트를 포함한다. 청색 발광 도펀트는 일중항 또는 삼중항 발광 화합물일 수 있다. 제 1 발광 유닛(85)의 발광층, 예를 들어, 발광층(52g 및 52y)은 도펀트로서 일중항 발광 화합물 또는 삼중항 발광 화합물을 포함할 수 있다.

[0022] 8-하이드록시퀴놀린과 유사한 유도체(구조식 A)의 금속 착물은 전계발광을 지원할 수 있는 유용한 전자-수송 호스트 재료의 한 부류를 구성하고, 예를 들어, 녹색, 황색, 오렌지색 및 적색과 같은 500nm보다 긴 파장들의 발광에 특히 적절하다.



[0023]

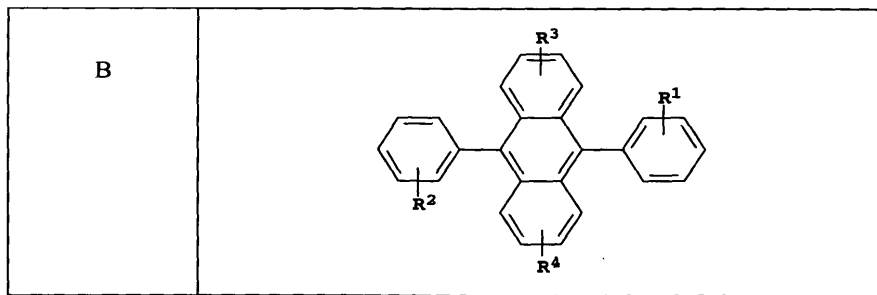
[0024] 여기서:

[0025] M은 1가, 2가 또는 3가 금속을 나타내고;

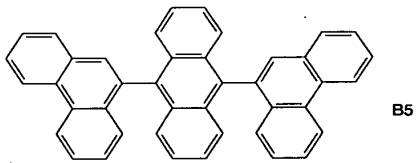
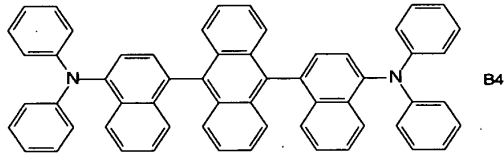
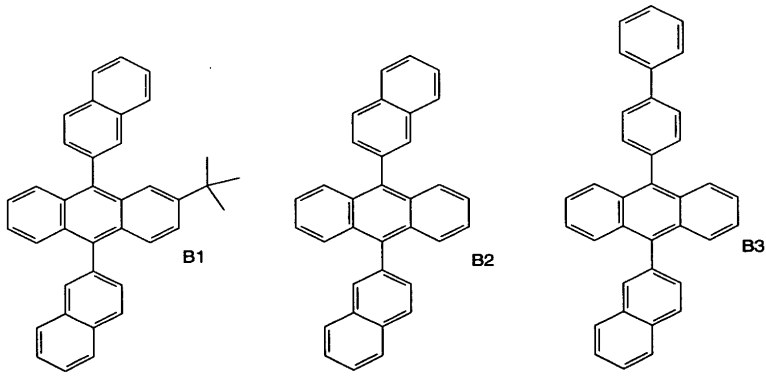
- [0026] n은 1 내지 3의 정수이고,
- [0027] Z는 각각의 경우에 독립적으로 적어도 두 개의 접합된 방향족 고리를 가진 중심부를 형성하는 원자들을 나타낸다.
- [0028] Z는 적어도 두 개의 접합된 방향족 고리를 포함하는 이형 중심부를 형성하고, 이의 적어도 하나는 아졸 또는 아진 고리이다. 지방족 및 방향족 고리 모두를 포함하는 추가 고리는 필요한 경우 두 개의 필요한 고리와 접합될 수 있다. 기능의 향상 없이 분자 부피를 증가시키는 것을 피하기 위해, 고리 원자들의 수는 18 미만에서 주로 유지된다.

[0029] 벤자졸 유도체들은 전계발광을 지원할 수 있는 유용한 호스트 재료들의 다른 부류를 구성하고 예를 들어, 녹색, 황색, 오렌지색 또는 적색과 같은 400nm보다 긴 파장들의 발광에 특히 적절하다. 유용한 벤자졸의 한 예는 2,2',2''-(1,3,5-페닐렌)트리스[1-페닐-1H-벤즈이미다졸]이다.

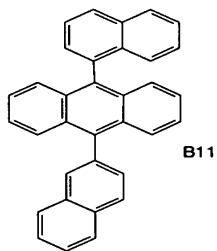
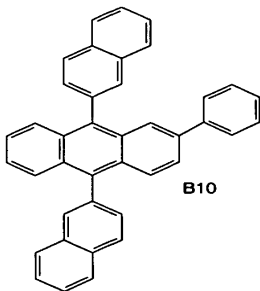
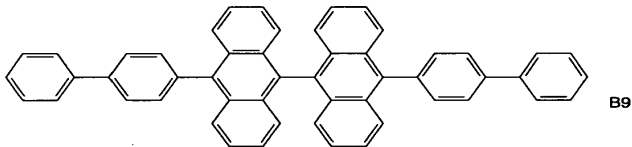
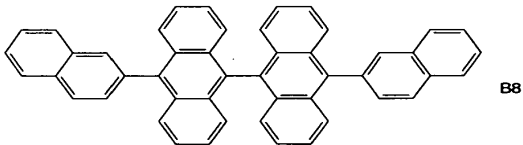
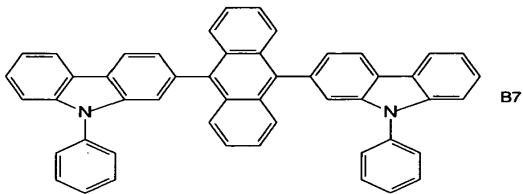
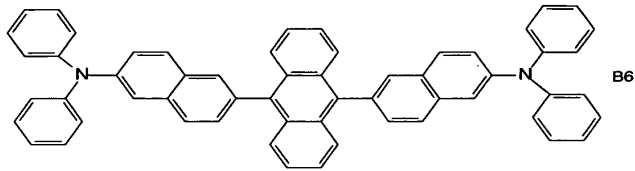
[0030] 본 발명의 발광층들의 하나 이상에서 호스트 재료는 9번과 10번 위치에서 탄화수소 또는 치환된 탄화수소 치환기를 가진 안트라센 유도체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 9,10-다이아릴안트라센(구조식 B)의 특정 유도체들은 전계발광을 지원할 수 있는 유용한 호스트 재료들의 부류를 구성하는 것으로 알려져 있고, 예를 들어, 청색, 녹색, 황색, 오렌지색 또는 적색과 같은 400nm보다 긴 파장의 발광에 특히 적합하다.



- [0031]
- [0032] R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup> 및 R<sup>4</sup>는 각 고리 상의 하나 이상의 치환기들을 나타내고 각 치환기는 다음 그룹들로부터 개별적으로 선택된다:
- [0033] 그룹 1: 수소 또는 1개 내지 24개 탄소 원자의 알킬;
- [0034] 그룹 2: 5개 내지 20개 탄소 원자의 아릴 또는 치환된 아릴;
- [0035] 그룹 3: 안트라센일, 파이렌일 또는 퍼릴렌일의 접합 방향족 고리를 완성하는데 필요한 4개 내지 24개의 탄소 원자;
- [0036] 그룹 4: 퓨릴, 티엔일, 파이리딜, 퀴놀린일 또는 다른 이형고리 시스템의 접합 이형방향족 고리를 완성하는데 필요한 5개 내지 24개 탄소 원자의 이형아릴 또는 치환된 이형아릴;
- [0037] 그룹 5: 1개 내지 24개 탄소 원자의 알콕실아미노, 알킬아미노 또는 아릴아미노; 및
- [0038] 그룹 6: 플루오린, 클로린, 브로민 또는 사이아노.
- [0039] R<sup>1</sup> 및 R<sup>2</sup> 및 일부 경우 R<sup>3</sup>에서, 특히 효과적인 화합물들은 추가 방향족 고리들을 나타낸다. 발광층에서 호스트로서 사용하기 위한 효과적인 안트라센 재료들의 구체적인 예는 다음을 포함한다:



[0040]



[0041]

[0042]

발광층들에서 호스트들로서 효과적인 정공 수송 재료들은 방향족 3차 아민과 같은 화합물들을 포함하는 것으로 알려져 있고, 후자는 탄소 원자들에만 결합되는 적어도 하나의 3가 질소 원자를 함유하는 화합물로 이해되고,



이의 적어도 하나는 방향족 고리의 일원이다. 한 형태에서, 방향족 3차 아민은 모노아릴아민, 디아릴아민, 트리아릴아민 또는 폴리머 아릴아민과 같은 아릴아민일 수 있다. 예시적인 모노머 트리아릴아민은 미국특허 제 3,180,730호에 클롭펠 등에 의해 설명된다. 하나 이상의 바이닐 라디칼로 치환 및/또는 적어도 하나의 활성 수소-함유 그룹을 포함하는 다른 적절한 트리아릴아민은 미국특허 제 3,567,450호 및 제 3,658,520호에 브렌들리 등에 의해 개시된다.

[0043] 방향족 3차 아민들의 가장 바람직한 부류는 미국특허 제 4,720,432호 및 제 5,061,569호에 개시된 적어도 2개의 방향족 3차 아민 모이어티를 포함하는 것들이다. 이런 화합물들은 구조식 C로 나타내어진 것들을 포함한다.



[0045] Q<sub>1</sub> 및 Q<sub>2</sub>는 독립적으로 선택된 방향족 3차 아민 모이어티이고;

[0046] G는 탄소 대 탄소 결합의 아릴렌, 사이클로알킬렌 또는 알킬렌기와 같은 연결 그룹이다.

[0047] 한 실시예에서, Q<sub>1</sub> 또는 Q<sub>2</sub>의 적어도 하나는 나프탈렌과 같은 폴리사이클릭 접합 고리 구조를 포함한다. G가 아릴기인 경우, 편리하게 페닐렌, 바이페닐렌 또는 나프탈렌 모이어티이다.

[0048] 구조식 C를 만족하고 두 트리아릴아민 모이어티를 포함하는 트리아릴아민들의 효과적인 부류는 구조식 D로 나타내어진다.



[0050] 여기서:

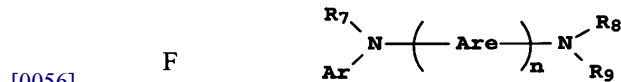
[0051] R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 각각 독립적으로 수소 원자, 아릴기 또는 알킬기를 나타내거나 R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 함께 사이클로알킬기를 완성하는 원자들을 나타내고;

[0052] R<sub>3</sub> 및 R<sub>4</sub>는 각각 독립적으로 아릴기를 나타내고, 구조식 E로 나타낸 대로 디아릴 치환 아미노기로 치환된다.



[0054] 여기서 R<sub>5</sub> 및 R<sub>6</sub>는 독립적으로 선택된 아릴기이다. 한 실시예에서, R<sub>5</sub> 또는 R<sub>6</sub>의 적어도 하나는, 예를 들어, 나프탈렌과 같은 폴리사이클릭 접합 고리 구조를 포함한다.

[0055] 방향족 3차 아민들의 다른 부류는 테트라아릴디아민들이다. 바람직한 테트라아릴디아민은 아릴렌기를 통해 연결된 2개의 디아릴아미노기를 포함한다. 효과적인 테트라아릴디아민들은 구조식 F로 나타내어진 것들을 포함한다.



[0057] 각각의 Are는 페닐렌 또는 안트라센 모이어티와 같은 독립적으로 선택된 아릴렌기이고;

[0058] n은 1 내지 4의 정수이고;

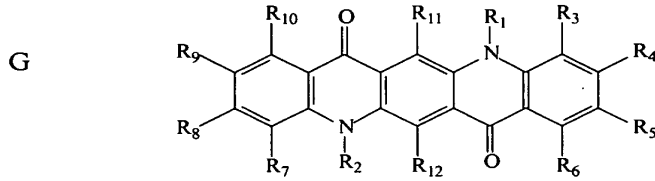
[0059] Ar, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> 및 R<sub>9</sub>는 독립적으로 선택된 아릴기들이다.

[0060] 한 전형적인 실시예에서, Ar, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> 및 R<sub>9</sub>의 적어도 하나는 예를 들어, 나프탈렌과 같은 폴리사이클릭 접합 고리 구조이다.

[0061] 상기 구조식 C, D, E 및 F의 다양한 알킬, 알킬렌, 아릴 및 아릴렌 모이어티들은 차례로 치환될 수 있다. 전형적인 치환기들은 알킬기, 알콕시기, 아릴기, 아릴옥시기 및 플루오르화물, 염화물 및 브롬화물과 같은 할로젠을 포함한다. 다양한 알킬 및 알킬렌 모이어티들은 통상적으로 1 내지 약 6개 탄소 원자를 포함한다. 사이클로알킬

모이어티들은 3 내지 약 10개 탄소 원자를 포함하나, 통상적으로 사이클로펜틸, 사이클로헥실 및 사이클로헵틸 고리 구조와 같은 5개, 6개 또는 7개 탄소 원자를 포함한다. 아릴 및 아릴렌 모이어티들은 주로 페닐과 페닐렌 모이어티이다.

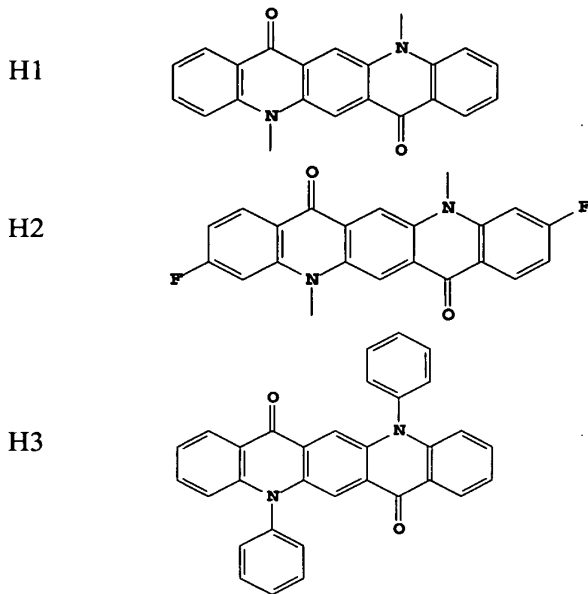
[0062] 상기한 호스트 재료 이외에, 녹색 발광층(52g)은 녹색 발광 도펀트를 포함한다. 일중항 녹색 발광 도펀트는 퀴나크리돈 화합물, 예를 들어, 다음 구조의 화합물을 포함할 수 있다:



[0063]

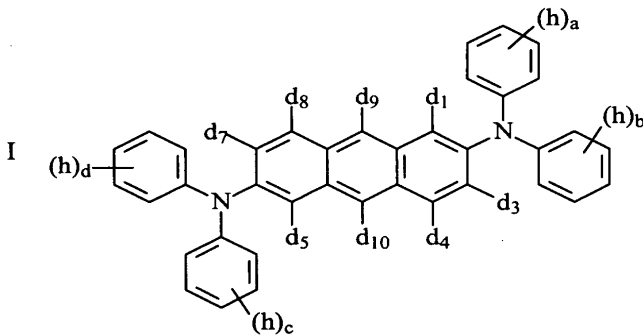
[0064] 치환기 R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 독립적으로 알킬, 알콕시, 아릴 또는 이형아릴이고 치환기 R<sub>3</sub> 내지 R<sub>12</sub>는 독립적으로 수소, 알킬, 알콕시, 할로젠, 아릴 또는 이형아릴이고, 치환기들이 510nm 내지 540nm의 발광 최대값을 제공하도록 선택되는 경우, 인접한 치환기 R<sub>3</sub> 내지 R<sub>10</sub>은 접합 방향족 및 접합 이형방향족 고리를 포함하는 하나 이상의 고리 시스템을 형성하기 위해 선택적으로 연결될 수 있다. 알킬, 알콕시, 아릴, 이형아릴, 접합 방향족 고리 및 접합 이형방향족 고리 치환기들은 추가로 치환될 수 있다. 효과적인 퀴나크리돈의 일부 예들은 미국특허 제 5,593,778호 및 미국특허출원 2004/0001969A1에 개시된 것을 포함한다.

[0065] 효과적인 퀴나크리돈 녹색 도펀트들의 예는 다음을 포함한다:



[0066]

[0067] 일중항 녹색 발광 도펀트는 아래 구조식으로 나타낸 2,6-다이아미노안트라센 발광 도펀트를 포함할 수 있다:



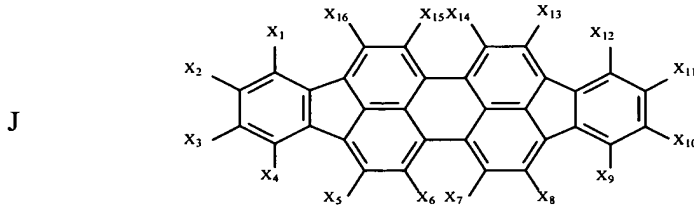
[0068]

[0069] 여기서 d<sub>1</sub>, d<sub>3</sub>-d<sub>5</sub> 및 d<sub>7</sub>-d<sub>10</sub>은 동일하거나 다를 수 있고 각각은 수소 또는 독립적으로 선택된 치환기를 나타내고 두 치환기가 결합하여 고리를 형성하고 a-d가 독립적으로 0-5인 경우, 각각의 h는 동일하거나 다를 수 있고 각각

은 하나 이상의 독립적으로 선택된 치환기를 나타낸다.

[0070] 녹색 발광층(52g)은 선택적으로 안정제로서 청색 발광 화합물의 소량을 포함할 수 있다. 높은 에너지 도펀트인 청색 발광 화합물이 존재하면 2,6-다이아미노안트라센 도펀트의 녹색 발광에 더 큰 발광 안정성을 제공하는 반면, 녹색 발광 도펀트들의 우수한 효과를 유지한다. 청색 발광 화합물들은 청색 발광층(50b 및 51b)을 위해 아래 기술된 것들일 수 있다.

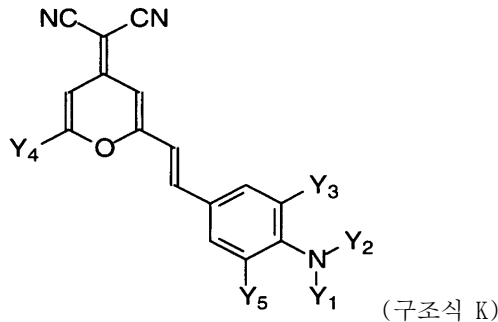
[0071] 일중항 적색 발광 화합물은 황색 발광층(52y)에 사용될 수 있고 다음 구조식 J의 다이인덴노페릴렌 화합물을 포함할 수 있다:



[0072] 여기서, X<sub>1</sub>-X<sub>16</sub>은 치환기들이 560nm 내지 640nm의 발광 최대값을 제공하도록 선택되는 경우, 수소 또는 1개 내지 24개 탄소 원자의 알킬기; 5개 내지 20개 탄소 원자의 아릴 또는 치환 아릴기; 하나 이상의 접합 방향족 고리 또는 고리 시스템을 완성하는 4개 내지 24개 탄소 원자를 함유하는 탄화수소기를 포함하는 치환기; 또는 할로젠으로 독립적으로 선택된다.

[0074] 이런 부류의 효과적인 적색 도펀트들의 예시적인 예는 참조로 본 발명에 포함된 공동으로 양도된 미국특허 제 7,247,394호에 햇위 등에 의해 도시된다.

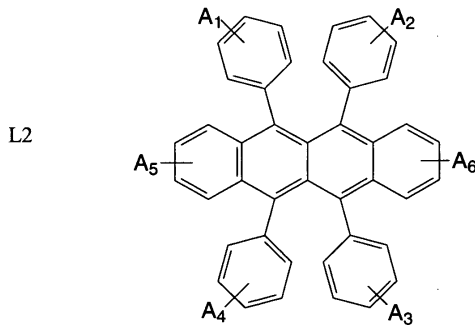
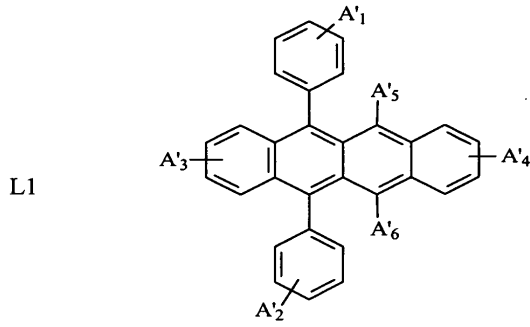
[0075] 본 발명에서 효과적인 다른 일중항 적색 도펀트들은 구조식 K로 나타낸 염료의 DCM 부류에 속한다:



[0076] 여기서 Y<sub>1</sub>-Y<sub>5</sub>는, Y<sub>3</sub> 및 Y<sub>5</sub>가 접합 고리를 형성하지 않는 경우, 수소, 알킬, 치환 알킬, 아릴 또는 치환 아릴로부터 독립적으로 선택된 하나 이상의 그룹을 나타내며; Y<sub>1</sub>-Y<sub>5</sub>는 비고리 그룹을 포함할 수 있거나 하나 이상의 접합 고리를 형성하기 위해 쌍으로 결합될 수 있다.

[0078] 적색 발광을 제공하는 효과적이고 편리한 실시예들에서, 구조식 K의 Y<sub>1</sub>-Y<sub>5</sub>는 하이드로, 알킬 및 아릴로부터 독립적으로 선택된다. DCM의 특히 효과적인 도펀트들의 구조들은 참조로 본 발명에 포함된 미국특허 제 7,252,893호에 락 등에 의해 도시된다.

[0079] 황색 발광층(52y)에 사용된 것과 같은 일중항 발광 황색 화합물은 다음 구조들의 화합물을 포함할 수 있다:



[0081]

[0082] 여기서 A<sub>1</sub>-A<sub>6</sub> 및 A'<sub>1</sub>-A'<sub>6</sub>는 각 고리 상의 하나 이상의 치환기를 나타내고 각각의 치환기는 다음 중 하나로부터 개별적으로 선택된다:

[0083]

범주 1: 수소 또는 1개 내지 24개 탄소 원자의 알킬;

[0084]

범주 2: 5개 내지 20개 탄소 원자의 아릴 또는 치환된 아릴;

[0085]

범주 3: 집합 방향족 고리 또는 고리 시스템을 완성하는데 필요한 4개 내지 24개의 탄화 수소;

[0086]

범주 4: 티아졸일, 퓨릴, 티엔일, 파이리디, 퀴놀린일 또는 단일 결합을 통해 결합되거나 집합 방향족 고리 시스템을 완성하는 다른 이형고리 시스템과 같은 5개 내지 24개 탄소 원자의 이형아릴 또는 치환된 이형아릴;

[0087]

범주 5: 1개 내지 24개 탄소 원자의 알콕실아미노, 알킬아미노 또는 아릴아미노; 및

[0088]

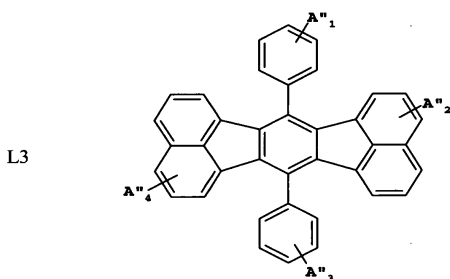
범주 6: 플루오로, 클로로, 브로모 또는 사이아노.

[0089]

특히 효과적인 황색 도펀트들의 예들은 릭 등에 의해 도시된다.

[0090]

효과적인 일중항 황색 도펀트들의 다른 부류는 미국특허 제 6,818,327에 개시되고 구조식 L3에 따른다:



[0091]

[0092] 여기서 A''<sub>1</sub>-A''<sub>4</sub>는 각 고리 상에 하나 이상의 치환기들을 나타내고 각 치환기는 다음 중 하나로부터 개별적으로 선택된다:

[0093]

범주 1: 수소 또는 1개 내지 24개 탄소 원자의 알킬;

[0094]

범주 2: 5개 내지 20개 탄소 원자의 아릴 또는 치환된 아릴;

[0095]

범주 3: 집합 방향족 고리 또는 고리 시스템을 완성하는데 필요한 4개 내지 24개의 탄화 수소;

[0096]

범주 4: 티아졸일, 퓨릴, 티엔일, 파이리디, 퀴놀린일 또는 단일 결합을 통해 결합되거나 집합 방향족 고리 시

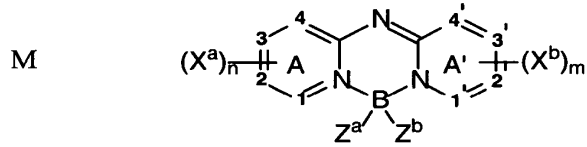
시스템을 완성하는 다른 이형고리 시스템과 같은 5개 내지 24개 탄소 원자의 이형아릴 또는 치환된 이형아릴;

[0097] 범주 5: 1개 내지 24개 탄소 원자의 알콕실아미노, 알킬아미노 또는 아릴아미노; 및

[0098] 범주 6: 플루오로, 클로로, 브로모 또는 사이아노.

[0099] 특히 유용한 예들은 A<sup>1</sup>과 A<sup>3</sup>이 수소이고 A<sup>2</sup>와 A<sup>4</sup>가 부류 5로부터 선택되는 것이다.

[0100] 청색 발광층(50b 및 51b)에 사용될 수 있는 청색 발광 도펀트는 구조식 M의 비스(아진일)아젠 붕소 착물 화합물을 포함한다:



[0101]

[0102] 여기서 A 및 A'는 적어도 하나의 질소를 포함하는 6-원 방향족 고리 시스템에 해당하는 독립된 아진 고리 시스템을 나타낸다;

[0103] (X<sup>a</sup>)<sub>n</sub> 및 (X<sup>b</sup>)<sub>m</sub>은 하나의 독립적으로 선택된 치환기들을 나타내고 비고리 치환기들을 포함하거나 A 또는 A'와 접합된 고리를 형성하기 위해 결합된다;

[0104] m 및 n은 독립적으로 0 내지 4이다;

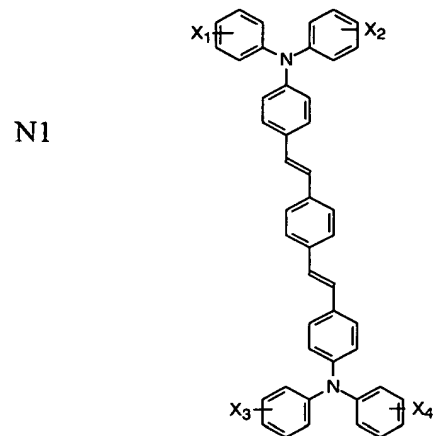
[0105] X<sup>a</sup>, X<sup>b</sup>, Z<sup>a</sup> 및 Z<sup>b</sup>, 1, 2, 3, 4, 1', 2', 3' 및 4'가 청색 발광을 제공하도록 선택되는 경우, Z<sup>a</sup> 및 Z<sup>b</sup>는 독립적으로 선택된 치환기들이고;

[0106] 1, 2, 3, 4, 1', 2', 3' 및 4'는 탄소 또는 질소 원자로 독립적으로 선택된다.

[0107] 도펀트들의 상기 부류의 일부 예들은 릭 등에 의해 개시된다.

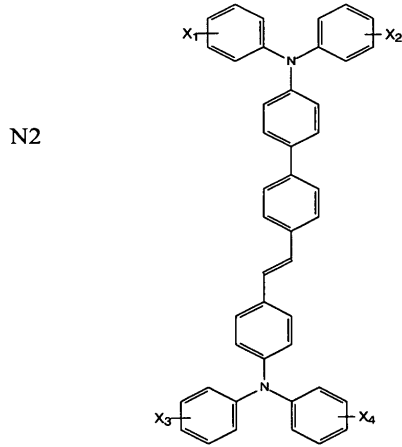
[0108] 청색 도펀트들의 다른 부류는 퍼릴렌 부류이다. 퍼릴렌 부류의 특히 효과적인 청색 도펀트들은 퍼릴렌 및 테트라-t-뷰틸퍼릴렌(TBP)을 포함한다.

[0109] 본 발명에서 일중항 청색 도펀트들의 다른 특히 효과적인 부류는 헬버 등에 의한 미국특허 제 5,121,029호 및 미국특허출원 제 2006/0093856호에 개시된 화합물들을 포함하는 다이스티릴벤젠, 스티릴바이페닐 및 다이스티릴바이페닐과 같은 스티릴아렌 및 다이스티릴아렌의 청색 유도체들을 포함한다. 청색 발광을 제공하는 이런 유도체들 중에서, 특히 효과적인 것은 다이아릴아미노기들로 치환된 것들이다. 예들은 아래 도시된 일반적인 구조 N1의 비스[2-[4-[N,N-다이아릴아미노]페닐]바이닐]-벤젠:



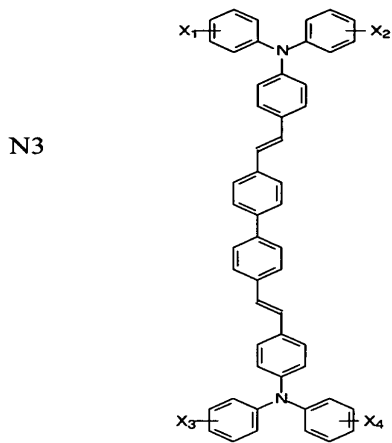
[0110]

[0111] 아래 도시된 일반적인 구조 N2의 [N,N-다이아릴아미노][2-[4-[N,N-다이아릴아미노]페닐]바이닐]바이페닐:



[0112]

[0113] 및 아래 도시된 일반적인 구조 N3의 비스[2-[4-N,N-다이아릴아미노]페닐]바이닐]바이페닐:



[0114]

[0115] 을 포함한다.

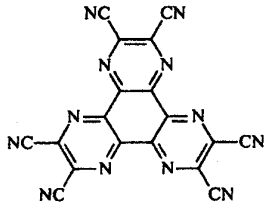
[0116] 구조식 N1 내지 N3에서, X<sub>1</sub>-X<sub>4</sub>는 같거나 다를 수 있고 알킬, 아릴, 접합 아릴, 할로 또는 사이아노와 같은 하나 이상의 치환기들을 나타낸다. 한 바람직한 실시예에서, X<sub>1</sub>-X<sub>4</sub>는 개별적으로 알킬기이고, 각각은 1개 내지 약 10개 탄소 원자를 포함한다. 이 부류의 특히 바람직한 청색 도펀트는 공동으로 양도된 미국특허 제 7,252,893호에서 턴 등에 의해 개시된다.

[0117] 일중항 발광 도펀트들 이외에, 삼중항 발광 도펀트들은 본 발명에서, 특히, 녹색 발광층(52g) 및 황색 발광층(52y)에 효과적일 수 있다. 본 발명에서 효과적인 삼중항 발광 도펀트들은 US 미국특허출원 11/749,883 및 US 미국특허출원 11/749,899에 디아톤 등에 의해 개시되었고, 이의 내용은 참조로 본 발명에 포함된다.

[0118] 본 발명에 사용될 수 있는 다른 OLED 디바이스 층들은 당업계에 주지되어 있고, 본 명세서에 개시된 OLED 디바이스들(10 및 15) 및 본 명세서에 기술된 다른 이런 디바이스들은 이런 디바이스들에 대해 통상적으로 사용된 층들을 포함할 수 있다. OLED 디바이스들은 기판, 예를 들어, OLED 기판(20) 상에 통상적으로 형성된다. 이런 기판들은 당업계에 주지되어 있다. 바닥 전극은 OLED 기판(20) 위에 형성되고 양극(30)으로 가장 일반적으로 형성되고, 본 발명의 실시는 이런 구조에 제한되지 않는다. EL 발광은 양극을 통해 보이고, 양극은 관심 발광에 대해 투명해야 하거나 실질적으로 투명해야 한다. 본 발명에서 사용된 일반적인 투명 양극 재료들은 인듐-주석 산화물(ITO), 인듐-아연 산화물(IZO) 및 주석 산화물이나, 알루미늄- 또는 인듐-도핑 아연 산화물, 마그네슘-인듐 산화물, 및 니켈-텅스텐 산화물을 포함하나 이에 제한되지 않는 다른 금속 산화물들도 유효하게 작용할 수 있다. 이런 산화물들 이외에, 갈륨 질화물과 같은 금속 질화물 및 아연 셀렌화물과 같은 금속 셀렌화물 및 아연 황화물과 같은 금속 황화물이 양극으로 사용될 수 있다. EL 발광이 음극 전극을 통해서만 보이는 응용분야의 경우, 양극의 투과 특성들은 중요하지 않고 투명한지, 불투명한지 또는 반사적인지에 상관없이 여러 도전성 재료가 사용될 수 있다. 본 발명에 대한 예시적 도체들은 금, 이리듐, 몰리부덴, 팔라듐 및 백금을 포함하나 이에

제한되지 않는다. 투과성이든 아니든 전형적인 양극 재료들은 4.0eV의 일 함수를 가진다. 바람직한 양극 재료들은 증착, 스퍼터링, 화학적기상증착 또는 전기화학적 공정과 같은 임의의 적절한 방식으로 퇴적될 수 있다. 양극 재료들은 주지된 포토리소그래피 공정을 사용하여 패턴화될 수 있다.

- [0119] 정공 수송층(40)이 형성되어 양극 위에 배치될 수 있다. 다른 정공 수송층들(예를 들어, 41 및 45)이 상기한 대로 다른 발광 유닛들과 사용될 수 있다. 바람직한 정공-수송 재료들은 증착, 스퍼터링, 화학적기상증착, 전기화학공정, 도너 재료로부터의 열 전달 또는 레이저 열 전달과 같은 임의의 적절한 수단에 의해 퇴적될 수 있다. 정공-수송층들에 효과적인 정공-수송 재료들은 발광 호스트들로서 상기한 정공-수송 화합물들을 포함한다.
- [0120] 전자 수송층들(예를 들어, 55, 65 및 66)은 옥신 자체의 킬레이트를 포함하며, 일반적으로 8-퀴놀리놀 또는 8-하이드록시퀴놀린으로 불리는 하나 이상의 금속 킬레이트 옥시노이드 화합물을 포함할 수 있다. 다른 전자 수송 재료들은 미국특허 제 4,356,429에 개시된 다양한 부타디엔 유도체 및 미국특허 제 4,539,507호에 개시된 다양한 이형고리 광학 발광체를 포함한다. 벤자졸, 옥사디아졸, 트리아아졸, 파이리딘티아디아졸, 트리아아진, 페난트롤린 유도체들 및 일부 실로엘 유도체들은 효과적인 전자 수송 재료들이다.
- [0121] 음극(90)으로서 가장 일반적으로 형성되는 상부 전극은 전자 수송층 위에 형성된다. 디바이스가 상부 발광(top-emitting)이면, 전극은 투명하거나 거의 투명해야 한다. 이런 용도의 경우, 금속들은 얇아야 하며(바람직하게는 25nm 미만) 또는 투명한 도전성 산화물(예를 들어, 인듐-주석 산화물, 인듐-아연 산화물) 또는 이런 재료들의 조합을 사용해야 한다. 광학적으로 투명한 음극들은 미국특허 제 5,776,623호에 더욱 상세하게 개시되었다. 음극 재료들은 증착, 스퍼터링 또는 화학적기상증착에 의해 증착될 수 있다. 필요한 경우, 패턴닝은 미국특허 제 5,276,380호 및 유럽특허 제 0 732 868호에 개시된 스루-마스킹 증착(through-mask deposition), 집적 새도우마스킹(integral shadow masking), 레이저 제거 및 선택적 화학적기상증착을 포함하나 이에 제한되지 않는 여러 주지된 방법을 통해 이루어질 수 있다.
- [0122] 본 명세서에서 개시한 것들과 같은 OLED 디바이스들에서, 이격된 전극들의 하나는 가시광선에 대해 필수적으로 투과성이어야 한다. 다른 전극은 반사성일 수 있다. 예를 들어, 도 2에서, 양극들은 투과성인 반면, 음극은 반사성일 수 있다. 이런 구조에서, 제 1 발광 유닛(85)은 제 2 및 제 3 발광 유닛(80 및 75)보다 반사 전극에 더 가깝게 배치된다. 미국특허공개공보 2007/0001588에 보르손 등에 의해 개시된 대로, 반사 전극으로부터 60-90nm의 범위에 적색 대 녹색 발광 유닛(예를 들어, 제 1 발광 유닛(85)을 위치시키고 반사 전극으로부터 150-200nm의 범위에 청색 발광 유닛(예를 들어, 제 2 발광 유닛(80)을 위치시키는 것이 특히 효과적일 수 있다.
- [0123] OLED 디바이스들(10 및 15)은 다른 층들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 미국특허 제 4,720,432호, 미국특허 제 6,208,075호, 유럽특허 제 0 891 121 A1호 및 유럽 특허 EP 1 029 909A1에 개시된 대로, 정공 주입층(35)이 양극 위에 형성될 수 있다. 알칼리 또는 알칼리 토금속, 알칼리 할로겐화물 염 또는 알칼리 또는 알칼리 토금속 도핑 유기층들과 같은 전자-주입층이 음극과 전자-수송층 사이에 존재할 수 있다.
- [0124] 본 발명 및 이의 장점은 다음 비교예들에 의해 더욱 잘 이해할 수 있다. 실시예 2 내지 4는 본 발명의 대표적 예들이고, 실시예 1은 비교 목적을 위한 본 발명이 아닌 탠덤 OLED 디바이스 예이다. 진공 증착된 것으로 기술된 층들은 대략  $10^{-6}$  Torr의 진공하에서 가열된 그릇으로부터 증착에 의해 퇴적되었다. OLED 층들의 퇴적 후, 각 디바이스는 봉지를 위해 드라이 박스(dry box)로 운반되었다. OLED는  $10\text{mm}^2$ 의 발광 면적을 가진다. 디바이스들은 전극들을 가로질러  $20\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 전류를 가하여 검사하였다. 실시예 1 내지 4의 결과들은 표 1에 제공된다.
- [0125] 실시예 1(비교예)
- [0126] 1. 깨끗한 유리 기판의 상부에, 인듐 주석 산화물(ITO)을 스퍼터링으로 퇴적하여 60nm 두께의 투명 전극을 형성하였다.
- [0127] 2. 상기 제조된 ITO 표면을 플라즈마 산소 식각으로 처리하였다.
- [0128] 3. 상기 제조된 기판에 정공 주입층(HIL)으로서 헥사사아아노헥사아자트라이페닐렌(CHATP)의 10nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.



**CHATP**

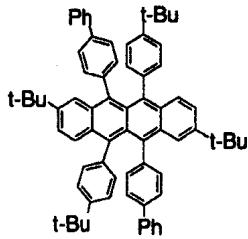
[0129]

[0130]

4. 상기 제조된 기판에 정공 수송층(HTL)으로서 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(NPB)의 130nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.

[0131]

5. 상기 제조된 기판에 48% NPB(호스트)와 보조 호스트로서 50% 9-(1-나프틸)-10-(2-나프틸)안트라센(NNA) 및 2% 황색-오렌지색 발광 도펀트인 다이페닐테트라-t-부틸루브렌(PTBR)을 포함하는 20nm 황색 발광층을 진공 증착함으로써 추가로 처리하였다.

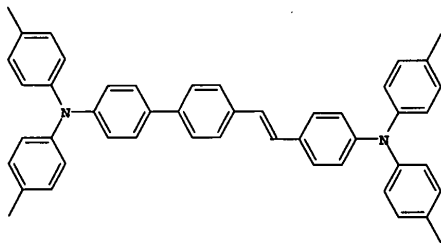


**PTBR**

[0132]

[0133]

6. 상기 제조된 기판에 85% NNA 호스트와 10% NPB 보조-호스트 및 청색 발광 도펀트로서 5% BED-1을 포함하는 20nm 청색 발광층을 진공 증착함으로써 추가로 처리하였다.

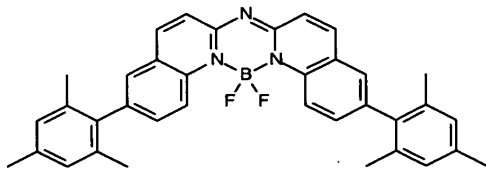


**BED-1**

[0134]

[0135]

7. 상기 제조된 기판에 99% NNA 호스트와 청색 발광 도펀트로서 1% BED-2를 포함하는 20nm 청색 발광층을 진공 증착함으로써 추가로 처리하였다.



**BED-2**

[0136]

[0137]

8. 49% 4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(바토펜 또는 Bphen으로 알려짐) 및 보조 호스트로서 49% 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(III)(ALQ)과 2% Li 금속을 포함하는 40nm 혼합 전자-수송층을 진공 증착하였다.

[0138]

9. 상기 제조된 기판에 p-형 도핑 유기층(HIL)로서 10nm 층의 CHATP를 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.

[0139]

10. 상기 제조된 기판에 HTL로서 5nm 층의 NPB를 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.

[0140]

11. 상기 제조된 기판에 74.5%의 NPB 및 보조 호스트로서 25% NNA와 적색 발광 도펀트로서 0.5% 다이벤조 {[f, f']-4,4'-7,7'-테트라페닐]다이인덴노-[1,2,3-cd:1',2',3'-lm]퍼틸렌(TPDBP)을 포함하는 16nm 적색 발광층을 진공 증착함으로써 추가로 처리하였다.

[0141]

12. 상기 제조된 기판에 23% NPB 및 보조 호스트로서 75% NNA와 2% PTBR를 포함하는 4nm 황색 발광층을 진공 증착함으로써 추가로 처리하였다.

[0142]

13. 상기 제조된 기판에 호스트로서 94% 2-페닐-9,10-비스(2-나프틸)안트라센(PBNA)와 녹색 발광 도펀트로서 5%



2,6-비스(다이페닐아미노)-9,10-다이페닐안트라센 및 청색 발광 도펀트로서 1% BED-2를 포함하는 40nm 녹색 발광층을 진공 증착함으로써 추가로 처리하였다.

- [0143] 14. 49% Bphen, 보조 호스트로서 49% ALQ와 2% Li 금속을 포함하는 40nm 혼합 전자-수송층을 진공 증착하였다.
- [0144] 15. 알루미늄의 100nm 층을 기판상에 증착으로 퇴적하여 음극층을 형성하였다.
- [0145] 실시예 2(본 발명)
- [0146] 1. 깨끗한 유리 기판의 상부에, 인듐 주석 산화물(ITO)을 스퍼터링으로 퇴적하여 60nm 두께의 투명 전극을 형성하였다.
- [0147] 2. 상기 제조된 ITO 표면을 플라즈마 산소 식각으로 처리하였다.
- [0148] 3. 상기 제조된 기판에 정공-주입층(HIL)으로서 CHATP의 10nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.
- [0149] 4. 상기 제조된 기판에 HTL로서 NPB의 163nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.
- [0150] 5. 상기 제조된 기판에 95% NNA 호스트 및 청색 발광 도펀트로서 5% BED-1을 포함하는 30nm 청색 발광층을 진공 증착함으로써 추가로 처리하였다.
- [0151] 6. 49% Bphen 및 보조 호스트로서 49% (8-퀴놀리놀라토)리튬(LiQ)과 2% Li 금속을 포함하는 40nm 혼합 전자-수송층을 진공 증착하였다.
- [0152] 7. 상기 제조된 기판에 p-형 도핑 유기층(HIL)로서 10nm 층의 CHATP를 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.
- [0153] 8. 상기 제조된 기판에 HTL로서 60nm 층의 NPB를 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.
- [0154] 9. 상기 제조된 기판에 95% NNA 호스트와 청색 발광 도펀트로서 5% BED-1을 포함하는 30nm 청색 발광층을 진공 증착함으로써 추가로 처리하였다.
- [0155] 10. 49% Bphen 및 보조 호스트로서 49% LiQ와 2% Li 금속을 포함하는 40nm 혼합 전자-수송층을 진공 증착하였다.
- [0156] 11. 상기 제조된 기판에 p-형 도핑 유기층(HIL)으로 10nm 층의 CHATP를 진공 증착하여 추가로 처리하였다.
- [0157] 12. 상기 제조된 기판에 HTL로 11nm 층의 NPB를 진공 증착하여 추가로 처리하였다.
- [0158] 13. 상기 제조된 기판에 호스트로서 97% NPB와 3% PTBR을 포함하는 20nm 황색 발광층을 진공 증착하여 추가로 처리하였다.
- [0159] 14. 상기 제조된 기판에 호스트로서 95% PBNA와 녹색 발광 도펀트로서 5% 2,6-비스(다이페닐아미노)-9,10-다이페닐안트라센을 포함하는 40nm 녹색 발광층을 진공 증착함으로써 추가로 처리하였다.
- [0160] 15. 49% Bphen, 보조 호스트로서 49% LiQ와 2% Li 금속을 포함하는 34nm 혼합 전자-수송층을 진공 증착하였다.
- [0161] 16. 알루미늄의 100nm 층을 기판상에 증착으로 퇴적하여 음극층을 형성하였다.
- [0162] 실시예 3(본 발명)
- [0163] 정공 수송층 두께가 다음과 같이 변한 것을 제외하고 상기 실시예 2에 대해 기술한 대로 OLED 디바이스를 제조하였다:
- [0164] 4. 상기 제조된 기판에 HTL로서 NPB의 200nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.
- [0165] 8. 상기 제조된 기판에 HTL로서 NPB의 10nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.
- [0166] 12. 상기 제조된 기판에 HTL로 NPB의 20nm 층을 진공 증착하여 추가로 처리하였다.
- [0167] 실시예 4(본 발명)
- [0168] 정공 수송층 두께가 다음과 같이 변한 것을 제외하고 상기 실시예 2에 대해 기술한 대로 OLED 디바이스를 제조하였다:
- [0169] 4. 상기 제조된 기판에 HTL로서 NPB의 10nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.
- [0170] 8. 상기 제조된 기판에 HTL로서 NPB의 38nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.

- [0171] 12. 상기 제조된 기판에 HTL로 NPB의 25nm 층을 진공 증착하여 추가로 처리하였다.
- [0172] 이런 실시예들의 결과는 아래 표 1에 도시된다.

표 1

[0173] 20mA/cm<sup>2</sup>에 측정된 디바이스 데이터

디바이스#	전압	발광 효율 (cd/A)	CIEx	CIEy	QE%	상관색온도
실시예1 (비교예)	9.1	22.5	0.321	0.351	9.7	6,000K
실시예2 (본 발명)	11.2	37.6	0.241	0.279	18.5	15,000K
실시예3 (본 발명)	11.1	34.0	0.254	0.279	16.1	15,000K
실시예4 (본 발명)	10.2	36.3	0.257	0.290	17.3	10,000K

[0174] 표 1은 더 높은 색 온도는 본 발명에 따른 디스플레이로 얻을 수 있다는 것을 나타낸다. 본 발명의 실시예들은 9,000K 내지 13,000K의 바람직한 범위에서 색 온도를 나타낸다. 본 발명의 실시예들은 개선된 효율을 나타내며, 구동 전압이 약간(1 내지 2 볼트) 증가한다.

[0175] 상기 실시예들에 대한 분광복사휘도(spectral radiance) 대 파장을 나타내는 도 3은 이를 더 도시한다. 곡선 (110)은 비교예 1에 대한 분광복사휘도를 나타낸다. 비교를 위해, 본 발명의 실시예 2, 3 및 4(각각, 곡선 120, 130 및 140)는 전체적으로 개선된 휘도를 나타내며, 특히 스펙트럼의 청색 영역에서 가장 개선된 휘도를 나타낸다. 실시예 2 내지 4의 색 온도는 실시예 1의 색 온도보다 훨씬 더 높다.

[0176] 실시예 5 및 6은 이런 형태의 구조의 일부 추가 예들이다. 실시예 5 및 6에 대한 결과는 표 2에 제공된다.

[0177] 실시예 5(비교예)

[0178] 1. 깨끗한 유리 기판의 상부에, 인듐 주석 산화물(ITO)을 스퍼터링으로 퇴적하여 60nm 두께의 투명 전극을 형성하였다.

[0179] 2. 상기 제조된 ITO 표면을 플라즈마 산소 식각으로 처리하였다.

[0180] 3. 상기 제조된 기판에 정공-주입층(HIL)으로서 CHATP의 10nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.

[0181] 4. 상기 제조된 기판에 HTL로서 NPB의 163nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.

[0182] 5. 상기 제조된 기판에 99% NNA 호스트 및 청색 발광 도펀트로서 1% BED-2를 포함하는 20nm 청색 발광층을 진공 증착함으로써 추가로 처리하였다.

[0183] 6. 49% Bphen 및 보조 호스트로서 49% (8-퀴놀리놀라토)리튬(LiQ)과 2% Li 금속을 포함하는 50nm 혼합 전자-수송층을 진공 증착하였다.

[0184] 7. 상기 제조된 기판에 p-형 도핑 유기층(HIL)로서 10nm 층의 CHATP를 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.

[0185] 8. 상기 제조된 기판에 HTL로서 60nm 층의 NPB를 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.

[0186] 9. 상기 제조된 기판에 99% NNA 호스트와 청색 발광 도펀트로서 1% BED-2를 포함하는 20nm 청색 발광층을 진공 증착함으로써 추가로 처리하였다.

[0187] 10. 49% Bphen 및 보조 호스트로서 49% LiQ와 2% Li 금속을 포함하는 50nm 혼합 전자-수송층을 진공 증착하였다.

[0188] 11. 상기 제조된 기판에 p-형 도핑 유기층(HIL)으로 10nm 층의 CHATP를 진공 증착하여 추가로 처리하였다.

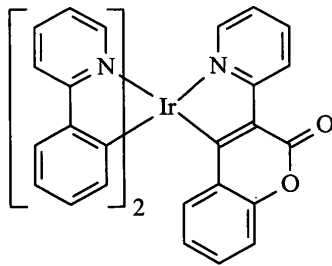
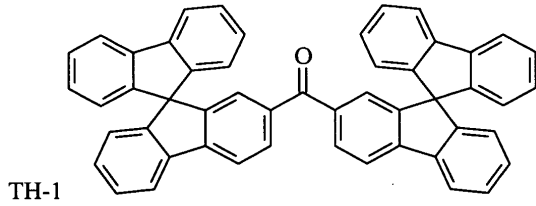
[0189] 12. 상기 제조된 기판에 HTL로 11nm 층의 NPB를 진공 증착하여 추가로 처리하였다.

[0190] 13. 4,4' 4"-트리스-(N-카바졸일)트라이페닐아민(TCTA)의 10nm 전자-차단층(EBL)을 탄탈륨 보트(tantalum

boat)로부터 증발에 의해 정공 수송층 상에 퇴적하였다.

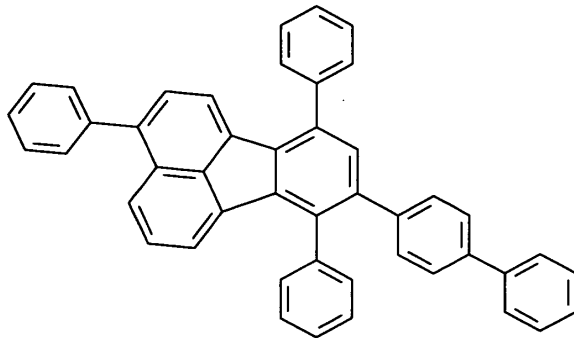
[0191] 14. 다이카바졸바이페닐(CBP)의 10nm 전자 차단층을 디바이스 상에 진공 증착하였다.

[0192] 15. 상기 제조된 기판에 76% 삼중항 호스트 1(TH-1) 및 15% CBP와 삼중항 황색 발광 화합물로서 13% Ir(cou)ppy<sub>2</sub>를 포함하는 35nm 황색 발광층을 진공 증착하여 추가로 처리하였다.



[0193] 16. 상기 제조된 기판에 TH-1의 10nm 층을 진공 증착하여 추가로 처리하였다.

[0195] 17. 50% Bphen 및 50% 전자 수송 재료 1(ETM-1)을 포함하는 30nm 혼합 전자 수송층을 진공 증착하였다.



[0196] 18. LiF의 0.5nm 전자 주입층을 상기 처리 기판상에 진공 증착하였다.

[0198] 19. 알루미늄의 100nm 층을 기판상에 증착으로 퇴적하여 음극층을 형성하였다.

[0199] 실시예 6(비교예)

[0200] 정공 수송층 두께가 다음과 같이 변한 것을 제외하고 상기 실시예 5에 대해 기술한 대로 OLED 디바이스를 제조하였다:

[0201] 4. 상기 제조된 기판에 HTL로서 NPB의 10nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.

[0202] 8. 상기 제조된 기판에 HTL로서 NPB의 38nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리하였다.

[0203] 12. 상기 제조된 기판에 HTL로 NPB의 25nm 층을 진공 증착하여 추가로 처리하였다.

[0204] 이런 실시예들의 결과는 아래 표 2에 도시된다.

**표 2**

[0205] 1mA/cm<sup>2</sup>에 측정된 디바이스 데이터

디바이스#	전압	발광 효율 (cd/A)	CIE <sub>x</sub>	CIE <sub>y</sub>	QE%	상관색온도
실시예5 (비교예)	9.7	72.8	0.345	0.368	27.9	5,000K
실시예6 (본 발명)	9.6	72.1	0.360	0.380	26.9	4,600K

[0206] 실시예 5 및 6은 본 명세서에 개시된 구조의 OLED 디바이스들은 7,000K 초과 색 온도를 가진 발광을 하지 않는다는 것을 도시한다. 따라서, 발광을 위한 원하는 색 온도를 갖도록 층들을 선택하는 것이 필요하다. 더 높은 효율의 청색 발광 유닛들이 본 발명의 이 실시예에 사용되는 경우, 7,000K 초과 색 온도와 높은 효율을 얻을 수 있다.

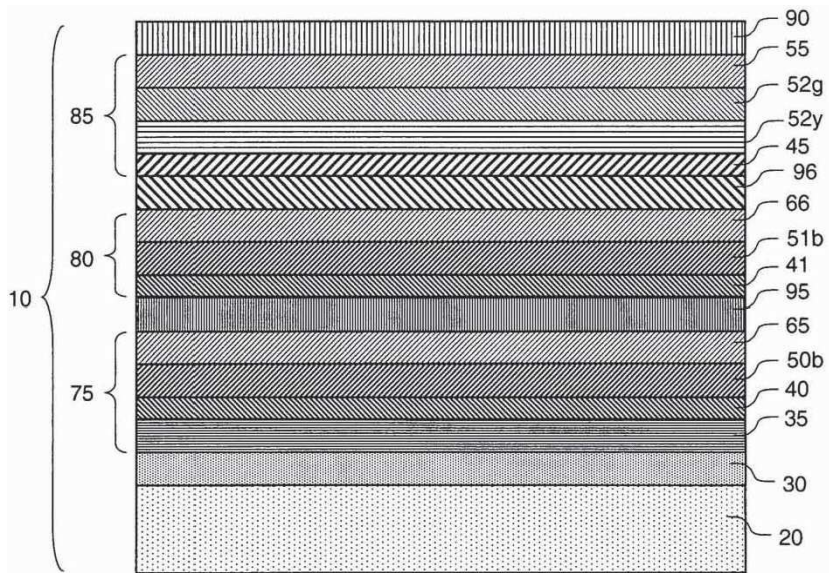
**부호의 설명**

- [0207] 10 OLED 디바이스
- 15 OLED 디바이스
- 20 기관
- 25r 적색 필터
- 25g 녹색 필터
- 25b 청색 필터
- 30 양극
- 31r 양극
- 31g 양극
- 31b 양극
- 31w 양극
- 35 정공 주입층
- 40 정공 수송층
- 41 정공 수송층
- 45 정공 수송층
- 50b 청색 발광층
- 51b 청색 발광층
- 52y 황색 발광층
- 52g 녹색 발광층
- 55 전자 수송층
- 65 전자 수송층
- 66 전자 수송층
- 75 발광 유닛
- 80 발광 유닛
- 85 발광 유닛

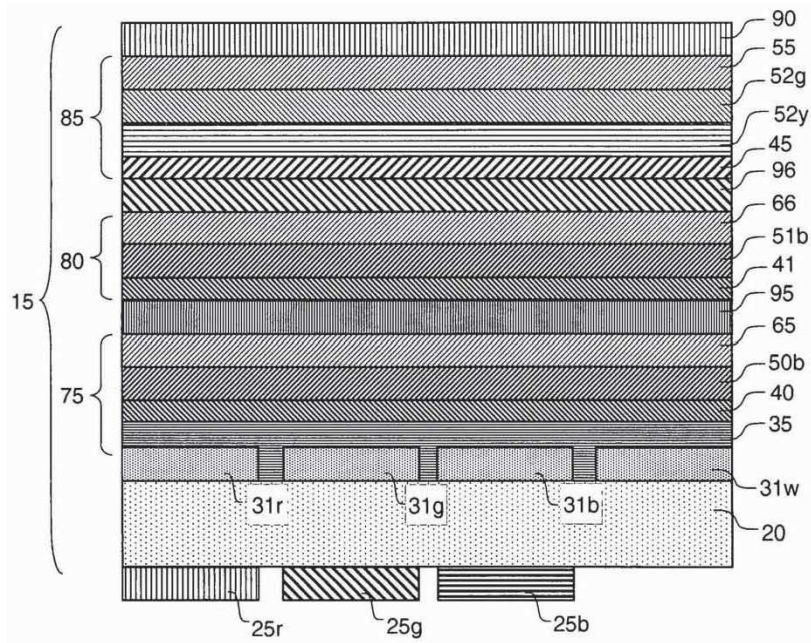
- 90 음극
- 95 중간 커넥터
- 96 중간 커넥터
- 110 곡선
- 120 곡선
- 130 곡선
- 140 곡선

도면

도면1



도면2



도면3

