



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0111512
(43) 공개일자 2008년12월23일

(51) Int. Cl.

H05B 33/14 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7026449

(22) 출원일자 2008년10월29일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2008년10월29일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/007452

국제출원일자 2007년03월19일

(87) 국제공개번호 WO 2007/126752

국제공개일자 2007년11월08일

(30) 우선권주장

11/393,767 2006년03월30일 미국(US)

(71) 출원인

이스트맨 코닥 캄파니

미합중국 뉴욕 로체스터 스테이트 스트리트 343

(72) 발명자

하트워 투카람 키산

미국 뉴욕주 14526 펜필드 피얼부쉬 드라이브 10

스파인들러 제프리 폴

미국 뉴욕주 14617 로체스터 세네카 파크 애비뉴 389

(74) 대리인

김창세, 김원준

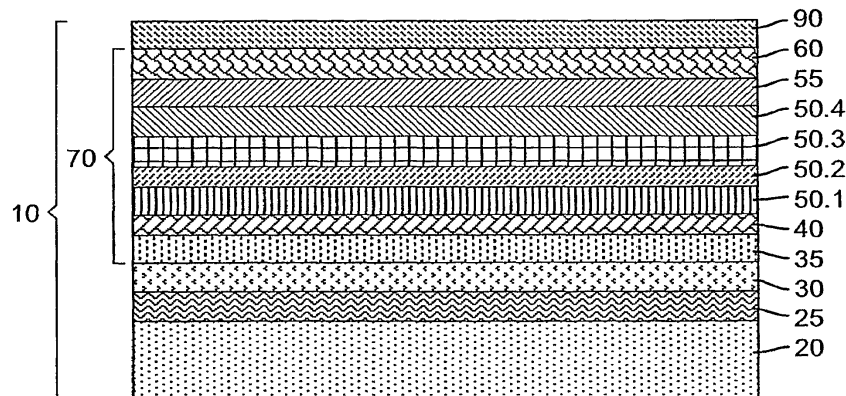
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 백색광 발광 OLED 디바이스, 백색광 발광 OLED 디스플레이 및 직렬 백색광 발광 OLED 디바이스

(57) 요약

본 발명은 백색광 발광 OLED 디바이스로서, 어노드 및 캐소드와, 어노드와 캐소드 사이에 제공된 적어도 네 개의 발광층 - 어노드와 캐소드 사이에 전류가 통과할 때 각각이 서로 다른 방출 스펙트럼들을 생성하고 스펙트럼들이 결합하여 백색광을 형성함 - 을 포함하되, 상기 네 개의 발광층은 적색 발광층, 황색 발광층, 청색 발광층 및 녹색 발광층을 포함하고, 발광층 각각이 적어도 하나의 다른 발광층과 접촉하고, 청색 발광층이 상기 녹색 발광층과 접촉하며, 적색 발광층이 오직 하나의 다른 발광층과만 접촉되도록 구성되는 백색광 발광 OLED 디바이스를 제공한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

백색광 발광(white light-emitting) OLED 디바이스로서,

- a) 어노드 및 캐소드와,
- b) 상기 어노드와 상기 캐소드 사이에 제공된 적어도 네 개의 발광층으로서, 상기 어노드와 상기 캐소드 사이에 전류가 통과할 때 각각이 서로 다른 방출 스펙트럼들을 생성하고 상기 스펙트럼들이 결합하여 백색광을 형성하는 적어도 네 개의 발광층을 포함하되,
- c) 상기 네 개의 발광층은 적색 발광층, 황색 발광층, 청색 발광층 및 녹색 발광층을 포함하고,
 - i) 상기 발광층 각각이 적어도 하나의 다른 발광층과 접촉하고,
 - ii) 상기 청색 발광층이 상기 녹색 발광층과 접촉하며,
 - iii) 상기 적색 발광층이 오직 하나의 다른 발광층과만 접촉되도록 구성되는

백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 적색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 황색 발광층은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 상기 적색 발광층과 접촉하며, 상기 청색 발광층은 상기 황색 발광층과 접촉하고, 상기 녹색 발광층은 상기 청색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 적색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 황색 발광층은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 상기 적색 발광층과 접촉하며, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 황색 발광층과 접촉하며, 상기 청색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 적색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 청색 발광층은 상기 적색 발광층과 접촉하며, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 청색 발광층과 접촉하며, 상기 황색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 적색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 적색 발광층과 접촉하며, 상기 청색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하고, 상기 황색 발광층은 상기 청색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 황색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 청색 발광층은 상기 황색 발광층과 접촉하며, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 청색 발광층과 접촉하며, 상기 적색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 황색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 황색 발광층과 접촉하며, 상기 청색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하며, 상기 적색 발광층은 상기 청색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 녹색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 청색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하며, 상기 황색 발광층은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 상기 청색 발광층과 접촉하며, 상기 적색 발광층은 상기 황색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 청색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 청색 발광층과 접촉하며, 상기 황색 발광층은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 상기 녹색 발광층과 접촉하며, 상기 적색 발광층은 상기 황색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 10

백색광 발광 OLED 디스플레이로서,

a) 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 발광 픽셀의 어레이를 포함하되, 각 픽셀이 어노드, 캐소드 및 상기 어노드와 상기 캐소드 사이에 제공된 적어도 네 개의 발광층을 구비하고, 상기 적어도 네 개의 발광층 각각은 상기 어노드와 상기 캐소드 사이에 전류가 통과할 때 서로 다른 방출 스펙트럼을 생성하며,

b) 상기 네 개의 발광층은 적색 발광층, 황색 발광층, 청색 발광층 및 녹색 발광층을 포함하되,

i) 상기 발광층 각각이 적어도 하나의 다른 발광층과 접촉하고,

ii) 상기 청색 발광층이 상기 녹색 발광층과 접촉하며,

iii) 상기 적색 발광층이 오직 하나의 다른 발광층과만 접촉되도록 구성되며,

c) 상기 제 1, 제 2 및 제 3 발광 픽셀과 동작시에 연관되는 적어도 세 개의 서로 다른 컬러 필터의 어레이를 포함하되, 상기 필터는 서로 다른 색상의 광을 생성하기 위해 백색광을 수신하도록 선택되는

백색광 발광 OLED 디스플레이.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 적색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 황색 발광층은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 상기 적색 발광층과 접촉하며, 상기 청색 발광층은 상기 황색 발광층과 접촉하고, 상기 녹색 발광층은 상기 청색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디스플레이.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 적색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 황색 발광층은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 상기 적색 발광층과 접촉하며, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 황색 발광층과 접촉하며, 상기 청색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디스플레이.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 적색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 청색 발광층은 상기 적색 발광층과 접촉하며, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 청색 발광층과 접촉하며, 상기 황색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디스플레이.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 적색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 적색 발광층과 접촉하며, 상기 청색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하고, 상기 황색 발광층은 상기 청색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디스플레이.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 황색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 청색 발광층은 상기 황색 발광층과 접촉하며, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 청색 발광층과 접촉하며, 상기 적색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디스플레이.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 황색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 황색 발광층과 접촉하며, 상기 청색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하며, 상기 적색 발광층은 상기 청색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디스플레이.

청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 녹색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 청색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하며, 상기 황색 발광층은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 상기 청색 발광층과 접촉하며, 상기 적색 발광층은 상기 황색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디스플레이.

청구항 18

제 10 항에 있어서,

상기 청색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 청색 발광층과 접촉하며, 상기 황색 발광층은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 상기 녹색 발광층과 접촉하며, 상기 적색 발광층은 상기 황색 발광층과 접촉하는

백색광 발광 OLED 디스플레이.

청구항 19

제 10 항에 있어서,

상기 어레이의 상기 모든 픽셀들은 공통 캐소드를 공유하는

백색광 발광 OLED 디스플레이.

청구항 20

직렬(tandem) 백색광 발광 OLED 디바이스로서,

a) 이격된 어노드 및 캐소드와,

b) 상기 전극들 사이에 배치되어 백색광에 상응하는 방출 스펙트럼들을 생성하는 적어도 두 개의 백색광 발광 유닛으로서, 각각이 적색 발광층, 황색 발광층, 청색 발광층 및 녹색 발광층을 포함하는 네 개의 발광층을 구비 하되,

i) 백색광 발광 유닛의 상기 발광층 각각이 그 유닛의 적어도 하나의 다른 발광층과 접촉하고,

ii) 백색광 발광 유닛의 상기 청색 발광층이 그 유닛의 상기 녹색 발광층과 접촉하며,

iii) 백색광 발광 유닛의 상기 적색 발광층이 그 유닛의 오직 하나의 다른 발광층하고만 접촉되도록 구성되는 적어도 두 개의 백색광 발광 유닛과,

c) 상기 백색광 발광 유닛들 사이에 배치된 중간 접속자를 포함하는

직렬 백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 백색광 발광 유닛 중 적어도 하나는,

상기 적색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 황색 발광층은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 상기 적색 발광층과 접촉하며, 상기 청색 발광층은 상기 황색 발광층과 접촉하고, 상기 녹색 발광층은 상기 청색 발광층과 접촉하는 구조를 갖는

직렬 백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 22

제 20 항에 있어서,

상기 백색광 발광 유닛 중 적어도 하나는,

상기 적색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 황색 발광층은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 상기 적색 발광층과 접촉하며, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 황색 발광층과 접촉하며, 상기 청색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하는 구조를 갖는

직렬 백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 23

제 20 항에 있어서,

상기 백색광 발광 유닛 중 적어도 하나는,

상기 적색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 청색 발광층은 상기 적색 발광층과 접촉하며, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 청색 발광층과 접촉하며, 상기 황색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하는 구조를 갖는

직렬 백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 24

제 20 항에 있어서,

상기 백색광 발광 유닛 중 적어도 하나는,

상기 적색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 적색 발광층과 접촉하며, 상기 청색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하고, 상기 황색 발광층은 상기 청색 발광층과 접촉하는 구조를 갖는

직렬 백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 25

제 20 항에 있어서,

상기 백색광 발광 유닛 중 적어도 하나는,

상기 황색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 청색 발광층은 상기 황색 발광층과 접촉하며, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 청색 발광층과 접촉하며, 상기 적색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하는 구조를 갖는

직렬 백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 26

제 20 항에 있어서,

상기 백색광 발광 유닛 중 적어도 하나는,

상기 황색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 황색 발광층과 접촉하며, 상기 청색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하며, 상기 적색 발광층은 상기 청색 발광층과 접촉하는 구조를 갖는

직렬 백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 27

제 20 항에 있어서,

상기 백색광 발광 유닛 중 적어도 하나는,

상기 녹색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 청색 발광층은 상기 녹색 발광층과 접촉하며, 상기 황색 발광층은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 상기 청색 발광층과 접촉하며, 상기 적색 발광층은 상기 황색 발광층과 접촉하는 구조를 갖는

직렬 백색광 발광 OLED 디바이스.

청구항 28

제 20 항에 있어서,

상기 백색광 발광 유닛 중 적어도 하나는,

상기 청색 발광층은 상기 어노드에 가장 근접하게 형성되고, 상기 녹색 발광층은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 상기 청색 발광층과 접촉하며, 상기 황색 발광층은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 상기 녹색 발광층과 접촉하며, 상기 적색 발광층은 상기 황색 발광층과 접촉하는 구조를 갖는

직렬 백색광 발광 OLED 디바이스.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 컬러 필터를 구비한 광대역 광-생성 OLED 디스플레이에 관한 것이다.

배경기술

<2> OLED로도 지칭되는 유기 발광 다이오드 디바이스는 공통적으로 어노드, 캐소드 및 어노드와 캐소드 사이에 샌드위치된 유기 EL(electroluminescent) 유닛을 포함한다. 유기 EL 유닛은 적어도 홀-수송 층(HTL), 발광층(LEL) 및 전자-수송 층(ETL)을 포함한다. OLED는 자신의 낮은 구동 전압, 높은 휘도, 넓은 시야각 및 풀 컬러 디스플레이 및 그외의 애플리케이션에 대한 성능으로 인해 바람직하다. Tang 외 다수는 이러한 복층 OLED를 미국 특허 4,769,292 및 4,885,211에서 기술하였다.

<3> OLED는 자신의 LEL의 발광 특성에 따라 적색, 녹색, 청색 또는 백색과 같은 서로 다른 컬러들을 방출할 수 있다. 최근에, 고체 상태 광 소스, 컬러 디스플레이 또는 풀 컬러 디스플레이와 같은 다양한 애플리케이션에 결합될 광대역 OLED에 대한 요구가 증가하고 있다. 광대역 방출에 의해, OLED는 가시 스펙트럼에 걸쳐 충분히 넓은 광을 방출하여, 이러한 광이 적어도 두 개의 서로 다른 색상을 갖는 디스플레이 또는 풀 컬러 디스플레이를 생산하기 위해 필터 또는 색상 변화 모듈과 관련하여 사용되도록 한다. 특히, 스펙트럼의 적색, 녹색 및 청색에서의 실질적인 방출이 존재하는 광대역 발광 OLED (또는 광대역 OLED), 즉 백색광 방출 OLED(백색 OLED)에 대한 필요성이 존재한다. 컬러 필터를 구비한 백색 OLED의 사용은 개별적으로 패터닝된 적색, 녹색 및 청색 방출기를 구비하는 OLED보다 간단한 제조 프로세스를 제공한다. 이것은 보다 높은 스루풋과 증가된 산출량을 나타낼 수 있고, 비용을 절감할 수 있다. 백색 OLED는 Kido 외 다수에 의한 Applied Physics Letters, 64, 815 (1994), J. Shi 외 다수에 의한 미국 특허 5,683,823, Sato 외 다수에 의한 JP 07-142169, Deshpande 외 다수에 의한 Applied Physics Letters, 75, 888 (1999) 및 Tokito 외 다수에 의한 Applied Physics Letters, 83, 2459 (2003)에 기록된 바와 같이 종래 기술에서 기록되어왔다.

<4> OLED로부터 광대역 방출을 획득하기 위해, 하나 이상의 유형의 분자가 여기되어야만 하며, 이는 각각의 분자 유형이 정상 상태 하에서 비교적 좁은 스펙트럼을 갖고 광을 방출하기 때문이다. 호스트 재료 및 하나 이상의 발광 도펀트(들)를 갖는 발광층은, 만약 호스트 재료로부터 도펀트(들)로의 에너지 전이가 불완전하다면 가시 스펙트럼 내에서의 광대역 방출을 나타내도록 호스트 및 도펀트(들) 모두로부터의 발광을 획득할 수 있다. 단일 발광층을 구비하는 백색 OLED를 획득하기 위해, 발광 도펀트의 농도가 신중하게 제어되어야 한다. 이것은 제조상의 어려움을 발생시킨다. 두 개 이상의 발광층을 구비하는 백색 OLED는 한 개의 발광층을 갖는 디바이스보다 우수한 발광 효과뿐 아니라 우수한 색상을 가질 수 있으며, 도펀트 농도에 대한 변화 오차가 더욱 높다. 또한 두 개의 발광층을 구비하는 백색 OLED는 전형적으로 단일 발광층을 구비하는 OLED보다 더욱 안정적이다. 그러나, 스펙트럼의 적색, 녹색 및 청색 부분에서 강한 세기를 갖는 광 방출을 획득하는 것은 어렵다. 두 개의 발광층을 구비하는 백색 OLED는 전형적으로 두 개의 집중적인 방출 피크를 갖는다. 세번째 집중적인 방출 피크를 제공하기 위해 제 3 발광층을 사용하는 것이 알려져 있지만, 이러한 3층 구조는 감소된 효과를 나타낸다.

<5> 최근에, 직렬 OLED 구조(때때로 적층 OLED 또는 캐스캐이드(cascaded) OLED로 지칭됨)가 Jones 외 다수의 미국 특허 6,337,492, Tanaka 외 다수의 미국 특허 6,107,734, Kido 외 다수의 일본 특허 공개번호 2003/045676A 및 미국 특허 공개번호 2003/0189401 A1, 및 Liao 외 다수의 미국 특허 6,717,358 및 미국 특허출원 공개번호 2003/0170491 A1에 의해 개시되었다. 이러한 직렬 OLED는 개별적인 몇몇 OLED 유닛들을 수직으로 적층시키고 단일 전력 소스를 사용하여 적층을 구동시킴으로써 제조된다. 장점은 발광 효율, 수명 또는 이 둘 모두가 증가된다는 것이다. 그러나, 직렬 구조는 함께 적층된 OLED 유닛들의 개수에 대략 비례하여 구동 전압이 증가한다.

<6> Matsumoto 및 Kido 외 다수는 SID 03 Digest, 979 (2003)에서 직렬 백색 OLED는 디바이스 내에 청록색 EL 유닛 및 주황색 EL 유닛을 접속시킴으로써 구성되고, 백색 광 방출은 단일 전력 소스를 구비하는 이러한 디바이스를

구동시킴으로써 획득된다고 기록하였다. 발광 효율이 증가됨에도 불구하고, 이러한 직렬 백색 OLED디바이스는 스펙트럼 내에 보다 약한 녹색 및 적색 성분을 갖는다. 미국 특허출원 공개번호 2003/0170491 A1에서, Liao 외 다수는 디바이스 내에 적색 EL 유닛, 녹색 EL 유닛 및 청색 EL 유닛을 직렬로 접속시킴으로써 직렬 백색 OLED 구조를 기술한다. 직렬 백색 OLED가 단일 전력 소스에 의해 구동될 때, 백색광 방출은 적색, 녹색 및 청색 EL 유닛으로부터의 분광 조합에 의해 형성된다. 색 방출 및 발광 효율이 향상됨에도 불구하고, 이러한 직렬 백색 OLED는 세 개의 OLED 유닛보다 적은 EL 유닛으로 제조될 수 없고, 종래의 OLED보다 적어도 3배 높은 구동 전압을 요구함을 의미한다.

<7> 제조하기에는 간단하지만, 효율적인 색상 범위(gamut) 및 고효율을 갖는 디스플레이에 대한 필요성이 존재한다.

발명의 상세한 설명

<8> 따라서 본 발명의 목적은 제조하기 쉽고 우수한 색상 범위 및 향상된 효율성을 갖는 OLED 디스플레이를 생산하는 것이다.

<9> 이러한 목적은,

<10> a) 어노드 및 캐소드와,

<11> b) 어노드와 캐소드 사이에 제공된 적어도 네 개의 발광층으로서, 어노드와 캐소드 사이에 전류가 통과할 때 각각이 서로 다른 방출 스펙트럼들을 생성하고 스펙트럼들이 결합하여 백색광을 형성하는 적어도 네 개의 발광층을 포함하되,

<12> c) 네 개의 발광층은 적색 발광층, 황색 발광층, 청색 발광층 및 녹색 발광층을 포함하고,

<13> i) 발광층 각각이 적어도 하나의 다른 발광층과 접촉하고,

<14> ii) 청색 발광층이 녹색 발광층과 접촉하며,

<15> iii) 적색 발광층이 오직 하나의 다른 발광층하고만 접촉되도록 구성되는 백색광 발광 OLED에 의해 획득된다.

<16> 본 발명의 장점은 본 발명이 향상된 색상 범위 및 향상된 전력 효율성과 함께 보다 낮은 전압 필요치, 높은 안정성 및 보다 우수한 각 의존도를 갖는 디바이스를 제공한다는 것이다.

실시예

<49> 층 두께와 같은 디바이스 특성 치수가 종종 μm 의 하위 범위에 존재하기 때문에, 도면은 치수적으로 정확하게 도시되기 보다는 시각화가 용이하도록 스케일링되었다.

<50> "OLED 디바이스"라는 용어는 픽셀과 같은 유기 발광 다이오드를 포함하는 디스플레이 디바이스의 분야에서 인식되는 의미로 사용된다. 이것은 단일 픽셀을 갖는 디바이스를 의미할 수 있다. 본 명세서에서 사용된 "OLED 디바이스"라는 용어는 서로 다른 색상일 수 있는 복수의 픽셀들을 포함하는 OLED 디바이스를 의미한다. 컬러 OLED 디바이스는 적어도 하나의 색상의 광을 방출한다. "다색상(multicolor)"이라는 용어는 서로 다른 영역 내의 서로 다른 색조의 광을 방출할 수 있는 디스플레이 패널을 기술하는 데에 사용된다. 특히, 이것은 서로 다른 색상의 이미지를 디스플레이할 수 있는 디스플레이 패널을 기술하는 데에 사용된다. 이러한 영역은 반드시 인접할 필요는 없다. "풀 컬러(full color)"라는 용어는 가시광선 스펙트럼의 적색, 녹색 및 청색 영역 내에서 방출할 수 있고 임의의 색조들의 조합에서의 이미지를 디스플레이할 수 있는 다색상 디스플레이 패널을 기술하는 데에 사용된다. 적색, 녹색 및 청색은 다른 모든 색상들이 이들의 적절한 혼합을 통해 생성될 수 있는 삼원색을 구성한다. "색조(hue)"라는 용어는 가시 스펙트럼 내의 광 방출의 세기 프로파일을 지칭하며, 서로 다른 색조들은 색상에 있어서 시각적으로 식별할 수 있는 차이를 나타낸다. "픽셀"이라는 용어는 다른 영역과는 독립적으로 광을 방출하도록 자극되는 디스플레이 패널의 영역을 지정하기 위해 당업계에서 인식되는 용도로 사용된다. 풀 컬러 시스템에서, 서로 다른 색상의 몇몇 픽셀들은 폭넓은 범위의 색상들을 생성하도록 함께 사용될 것이며, 사용자는 이러한 그룹을 단일 픽셀로서 지칭할 수 있다.

<51> 이러한 개시물에 따르면, 광대역 방출은 예로서 청색 및 녹색과 같은 가시 스펙트럼의 복수의 부분들 내의 뚜렷한 성분을 갖는 광이다. 광대역 방출은 백색광을 생성하기 위해 광이 스펙트럼의 적색, 녹색 및 청색 부분 내에서 방출되는 조건 또한 포함할 수 있다. 백색광은 백색을 갖는 것으로 사용자에게 의해 인식되는 광이거나, 또는 실질적으로 풀 컬러 디스플레이를 생산하기 위해 컬러 필터와 조합하여 사용되기에 충분한 방출 스펙트럼을

갖는 광이다. 낮은 전력 소비를 위해, 흔히 백색광 발광 OLED의 색도(chromaticity)가 CIE D₆₅, 즉 CIE_x=0.31 및 CIE_y=0.33에 가까운 것이 바람직하다. 이것은 특히 적색, 녹색, 청색 및 백색 픽셀을 구비하는 소위 RGBW 디스플레이의 경우에서 그러하다. 약 0.31, 0.33의 CIE_x 및 CIE_y 좌표가 일부 환경에서 이상적이지만, 실질적인 좌표는 현저하게 다를 수 있고 여전히 매우 유용할 수 있다. 본 명세서에서 사용된 "백색광 방출"이라는 용어는 이러한 광의 일부분이 보여지기 이전에 컬러 필터들에 의해 제거될 수 있음에도 불구하고, 백색광을 내부적으로 생성하는 디바이스를 지칭한다.

<52> 도 1을 참조하면, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 백색광 발광 OLED 디바이스(10)의 픽셀의 단면도가 도시되었다. 이러한 OLED 디바이스는 예로서 디스플레이 또는 영역 조명 시스템 내에 결합될 수 있다. OLED 디바이스(10)는 최소한 기판(20), 어노드(30), 어노드(30)로부터 이격된 캐소드(90) 및 어노드(30)와 캐소드(90) 사이에 제공된 적어도 네 개의 발광층(50.1, 50.2, 50.3, 50.4)를 포함한다. 유기 EL 소자(70)의 네 개의 발광층은 적색 발광층, 황색 발광층, 청색 발광층 및 녹색 발광층을 포함한다. 이들 층의 정확한 순서는 아래에서 기술될 것이다. 이러한 발광층(50.1, 50.2, 50.3, 50.4)의 각각은 어노드(30)와 캐소드(90) 사이에서 전류가 통과할 때 서로 다른 방출 스펙트럼을 생성한다. 이러한 방출 스펙트럼은 도 5의 스펙트럼(130)에 의해 도시된 바와 같은 백색광을 형성하기 위해 결합된다. 비교를 위해, 스펙트럼(110)이 두 개의 발광층, 즉 청색 발광층 및 황색 발광층을 구비하는 백색광 발광 OLED 디바이스의 방출 스펙트럼을 도시한다. 스펙트럼(120)은 세 개의 발광층, 즉 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층을 구비하는 백색광 OLED 디바이스의 방출 스펙트럼을 도시한다. 스펙트럼(110)은 가시 스펙트럼의 녹색 부분에서 상대적으로 약하며, 그에 따라 녹색-필터링된 픽셀이 보다 큰 휘도로 구동되어야 할 것이다. 스펙트럼(120)은 황색 영역에서 약한 방출을 갖고, 따라서 특히 백색 픽셀에서 사용될 때 (칸텔라/증폭에서) 낮은 효율을 가질 것이다. 반대로, 스펙트럼(130)은 이러한 약한 부분을 디스플레이하지 않으며 대부분의 가시 스펙트럼 전반에 걸쳐 우수한 방출을 갖는다.

<53> OLED 디바이스(10)는 다른 층, 예로서 홀 수송층(40, 45), 전자 수송층(55, 65), 홀 주입층(35), 전자 주입층(60) 및 컬러 필터(25)를 더 포함할 수 있다. 이들을 아래에서 추가로 기술될 것이다.

<54> 청색 발광층 내에서의 홀-전자 재결합에 의해 형성된 여기자(exciton)는 녹색, 황색 또는 적색 발광층으로 이동할 수 있다. 녹색 발광층 내의 여기자가 황색 또는 적색 발광층으로 이동할 수 있으며, 황색 발광층 내의 여기자가 적색 발광층으로 이동할 수 있다. 따라서, 본 발명의 이러한 기능을 위해서 발광층들이 에너지적으로 바람직한 순서로 배치되는 것이 중요하다. 이러한 순서는 1) 각각의 발광층이 적어도 하나의 다른 발광층과 접촉하고, 2) 청색 발광층이 녹색 발광층과 접촉하며, 3) 적색 발광층이 오직 하나의 다른 발광층과 접촉하도록 발광층들이 배치될 때 획득될 수 있다. 이어지는 도면들은 이러한 기준을 만족시키는 구성을 도시한다. 도 2a를 참조하면, 이러한 조건을 충족시키는 OLED 디바이스(10) 내의 발광층의 배치의 일 실시예의 단면도가 도시되었다. 이러한 구성 및 기술될 후속하는 구성은 본 명세서에 기술된 임의의 OLED 디바이스 및 OLED 디스플레이에 사용될 수 있다. 도 2a의 구성에서, 적색 발광층(50r)은 어노드(30)에 가장 근접하게 형성되고, 황색 발광층(50y)은 적색 발광층(50r)과 접촉하고, 청색 발광층(50b)은 황색 발광층(50y)과 접촉하며, 녹색 발광층(50g)은 청색 발광층(50b)과 접촉한다. 이것은 에너지적으로 바람직한 순서이다. 청색 발광층(50b) 내의 여기자는 녹색 발광층(50g) 또는 황색 발광층(50y)으로 이동할 수 있다. 황색 발광층(50y) 내의 여기자는 적색 발광층(50r)으로 이동할 수 있다. 물론, 임의의 층 내의 여기자는 그 층으로부터의 광 방출을 발생시킬 수 있으며, 서로 다른 층들의 두께를 변화시킴으로써 당업자는 원하는 방출을 위해 디바이스를 튜닝할 수 있다. 이러한 특정 실시예에서 황색 발광층(50y)이 발광층 및 적색 발광층(50r)으로의 여기자 수송 층으로서의 두 역할을 수행하기 때문에, 이것은 일반적으로 당업계에서 OLED 디바이스에 사용되는 발광층보다 얇아야 한다. 바람직하게는, 황색 발광층(50y)은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖는다. 만약 황색 발광층(50y)이 0.5nm보다 작다면, 이러한 층으로부터의 방출은 최소이며 따라서 디바이스는 유익한 효율의 증가를 나타내지 않을 것이다. 만약 황색 발광층(50y)이 5nm보다 크다면, 매우 적은 여기자가 적색 발광층(50r)에 도달할 것이고, 따라서 스펙트럼의 적색 영역에서의 방출은 적절 수준보다 낮을 것이다.

<55> 도 2b를 참조하면, 본 발명에 따른 OLED 디바이스(10)의 발광층의 배치의 다른 실시예의 단면도가 도시되었다. 이러한 배치에서, 적색 발광층(50r)이 어노드(30)에 가장 근접하게 형성되고, 황색 발광층(50y)은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 적색 발광층(50r)에 접촉하며, 녹색 발광층(50g)은 황색 발광층(50y)에 접촉하고, 청색 발광층(50b)은 녹색 발광층(50g)에 접촉한다. 이러한 시퀀스에서, 녹색 발광층(50g)은 여기자 수송 및 광 방출을 위한 중간층으로서의 역할을 모두 수행한다. 따라서, 이것의 두께는 도 2a에서 황색 발광층(50y)에 대해 기술된 바와 같이 두 개의 기능의 균형을 갖도록 선택되어야 한다. 중간층으로서의 녹색 발광층(50g)에 있어서 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖는 것이 바람직하다.

- <56> 도 2c를 참조하면, 본 발명에 따른 OLED 디바이스(10)의 발광층의 배치의 다른 실시예의 단면도가 도시되었다. 이러한 배치에서, 적색 발광층(50r)은 어노드(30)에 가장 근접하게 형성되고, 청색 발광층(50b)은 적색 발광층(50r)에 접촉하고, 녹색 발광층(50g)은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 청색 발광층(50b)과 접촉하며, 황색 발광층(50y)은 녹색 발광층(50g)과 접촉한다.
- <57> 도 2d를 참조하면, 본 발명에 따른 OLED 디바이스(10)의 발광층의 배치의 다른 실시예의 단면도가 도시되었다. 이러한 배치에서, 적색 발광층(50r)은 어노드(30)에 가장 근접하게 형성되고, 녹색 발광층(50g)은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 적색 발광층(50r)에 접촉하며, 청색 발광층(50b)은 녹색 발광층(50g)과 접촉하고, 황색 발광층(50y)은 청색 발광층(50b)과 접촉한다.
- <58> 도 2e를 참조하면, 본 발명에 따른 OLED 디바이스(10)의 발광층의 배치의 다른 실시예의 단면도가 도시되었다. 이러한 배치에서, 황색 발광층(50y)은 어노드(30)에 가장 근접하게 형성되고, 청색 발광층(50b)은 황색 발광층(50y)에 접촉하며, 녹색 발광층(50g)은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 청색 발광층(50b)과 접촉하고, 적색 발광층(50r)은 녹색 발광층(50g)과 접촉한다.
- <59> 도 2f를 참조하면, 본 발명에 따른 OLED 디바이스(10)의 발광층의 배치의 다른 실시예의 단면도가 도시되었다. 이러한 배치에서, 황색 발광층(50y)은 어노드(30)에 가장 근접하게 형성되고, 녹색 발광층(50g)은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 황색 발광층(50y)에 접촉하며, 청색 발광층(50b)은 녹색 발광층(50g)과 접촉하고, 적색 발광층(50r)은 청색 발광층(50b)과 접촉한다.
- <60> 도 2g를 참조하면, 본 발명에 따른 OLED 디바이스(10)의 발광층의 배치의 다른 실시예의 단면도가 도시되었다. 이러한 배치에서, 녹색 발광층(50g)이 어노드(30)에 가장 근접하게 형성되고, 청색 발광층(50b)은 녹색 발광층(50g)에 접촉하며, 황색 발광층(50y)은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 청색 발광층(50b)과 접촉하고, 청색 발광층(50b)은 적색 발광층(50r)과 접촉한다.
- <61> 도 2h를 참조하면, 본 발명에 따른 OLED 디바이스(10)의 발광층의 배치의 다른 실시예의 단면도가 도시되었다. 이러한 배치에서, 청색 발광층(50b)은 어노드(30)에 가장 근접하게 형성되고, 녹색 발광층(50g)은 0.5nm보다 크고 20nm보다 작은 두께를 갖고 청색 발광층(50b)에 접촉하며, 황색 발광층(50y)은 0.5nm보다 크고 5nm보다 작은 두께를 갖고 녹색 발광층(50g)과 접촉하며, 적색 발광층(50r)은 황색 발광층(50y)과 접촉한다.
- <62> 도 3을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 OLED 디스플레이(15)의 단면도가 도시되었다. 이 실시예는 앞선 실시예와 유사하지만, 이것은 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 발광 픽셀(5r, 5g, 5b, 5w)의 어레이를 각각 포함한다. 픽셀(5r)은 적색 발광 픽셀이고, 픽셀(5g)은 녹색 발광 픽셀이고, 픽셀(5b)은 청색 발광 픽셀이며, 픽셀(5w)은 백색 발광 픽셀이다. 각 픽셀은 어노드(예컨대, 어노드(30r, 30g, 30b 및 30w)), 캐소드(예컨대, 이 실시예에서 어레이의 모든 픽셀들에 의해 공유되는 공통 캐소드인 캐소드(90)) 및 어노드와 캐소드 사이에 제공된 적어도 네 개의 발광층(50.1, 50.2, 50.3, 50.4)을 구비하며, 이들은 적색 발광층, 황색 발광층, 청색 발광층 및 녹색 발광층이다. 각각의 발광층(50.1, 50.2, 50.3, 50.4)은 어노드와 캐소드 사이에서 전류가 통과할 때 서로 다른 방출 스펙트럼을 생성한다. 이러한 방출 스펙트럼은 백색광을 형성하도록 결합한다. 발광층의 순서는 OLED 디바이스(10)에 대해 앞서 기술된 기준에 따른 순서인 도 2a 내지 2h 중 임의의 발광층의 순서일 수 있다.
- <63> OLED 디스플레이(15)는 제 1, 제 2 및 제 3 발광 픽셀(5r, 5g, 5b)와 각각 동작상으로 관련된 적어도 세 개의 서로 다른 컬러 필터, 예컨대 컬러 필터(25r, 25g, 25b)의 어레이를 더 포함한다. 이러한 필터는 서로 다른 색상의 광을 생성하기 위해 백색광을 수신하도록 선택된다. 이 실시예에서 OLED 디스플레이(15)는 바닥-방출(bottom-emitting)이다. 적색 컬러 필터(25r)는 제 1 발광 픽셀(5r)과 동작적으로 관련되어 발광층(50.1 내지 50.4)으로부터 백색광(97)을 수신하여 적색광(97r)을 생성한다. 녹색 필터(25g)는 제 2 발광 픽셀(5g)과 동작적으로 관련되어 발광층으로부터 백색광(97)을 수신하여 녹색광(97g)을 생성한다. 청색 필터(25b)는 제 3 발광 픽셀(5b)과 동작적으로 관련되어 발광층으로부터 백색광(97)을 수신하여 청색광(97b)을 생성한다. 발광 픽셀(5w)은 컬러 필터를 구비하지 않으며, 따라서 사용자에게 대해 백색광(97w)을 생성한다.
- <64> 본 발명에서 사용될 수 있는 OLED 디바이스 층들은 당업계에서 잘 기술되어 있으며, 본 명세서에서 기술된 OLED 디바이스(10), OLED 디스플레이(15) 및 그 외의 유사한 디바이스들은 이러한 디바이스에서 흔히 사용되는 층들을 포함할 수 있다. 바닥 전극은 OLED 기관(20) 위에 형성되며 가장 흔하게는 어노드(30)로서 구성되지만, 본 발명의 실시가 이러한 구성으로 제한되는 것은 아니다. 이러한 애플리케이션에 있어서 예시적인 컨택터는 금, 이리듐, 폴리브덴, 팔라듐, 백금, 알루미늄 또는 은을 포함하지만 이것으로 한정되는 것은 아니다. 바람직한

어노드 재료는 기상 증착, 스퍼터링, 화학적 증착 또는 전자화학적 수단과 같은 임의의 적절한 수단에 의해 증착될 수 있다. 어노드 재료는 잘 알려진 포토리소그래픽 프로세스를 사용하여 패터닝될 수 있다.

<65> 항상 필요한 것은 아니지만, 홀 수송층(40)이 형성되어 어노드 위에 배치되는 것이 종종 유용하다. 바람직한 홀 수송 재료는 기상 증착, 스퍼터링, 화학적 증착, 전자화학적 수단, 열 전달 또는 도너 재료로부터의 레이저 열 전달과 같은 임의의 적절한 수단에 의해 증착될 수 있다. 홀 수송 층에서 유용한 홀 수송 재료는 방향족 3차 아민과 같은 화합물을 포함하는 것으로 잘 알려져 있으며, 후자는 적어도 하나가 방향족 고리의 멤버인, 오직 탄소 원자에만 결합된 적어도 하나의 3가 질소 원자를 포함하는 화합물로서 이해된다. 일 형태에서 방향족 3차 아민은 모노아릴라민, 디아릴라민, 배치리아릴라민 또는 중합 아릴라민과 같은 아릴라민일 수 있다. 예시적인 단량체의 배치리아릴라민은 Klupfel 외 다수에 의해 미국 특허 3,180,730에 의해 기술되었다. 하나 이상의 비닐기(vinyl radicals)로 치환되고/되거나 적어도 하나의 활성수소-함유기(active hydrogen-containing group)를 포함하는 그외의 적절한 배치리아릴라민은 Brantley 외 다수에 의해 미국 특허 3,567,450 및 3,658,520에 의해 기술되었다.

<66> 3차 방향족 아민의 보다 바람직한 클래스는 미국 특허 4,720,432 및 5,061,569에 기술된 바와 같이 적어도 두 개의 방향족 3차 아민기를 포함하는 것이다. 이러한 화합물은 구조식 A에 의해 표현된 구조를 갖는다.



<68> 이때, Q1 및 Q2는 독립적으로 선택된 방향족 3차 아민기이며,

<69> G는 아릴린, 사이클로알킬렌, 또는 탄소 대 탄소 결합의 알킬렌기와 같은 결합기(linking group)이다.

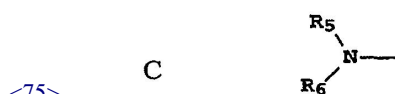
<70> 일 실시예에서, Q1 또는 Q2 중 적어도 하나는 예컨대 나프탈렌과 같은 다환식 접합 고리 구조를 포함한다. G가 아릴기일 때, 이것은 통상적으로 페닐렌기, 바이페닐렌기 또는 나프탈렌기이다.

<71> 구조식 A를 만족시키고 두 개의 트리아릴라민기를 포함하는 트리아릴라민의 유용한 클래스는 구조식 B에 의해 표현된다.



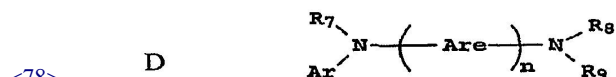
<73> 이때, R1 및 R2는 각각 독립적으로 수소 원자, 아릴기 또는 알킬기를 나타내거나 R1 및 R2는 함께 사이클로알킬기를 완성하는 원자를 나타내며,

<74> R3 및 R4는 각각 독립적으로 아릴기를 나타내고, 이것은 구조식 C에 의해 표시되는 바와 같이 디아릴 치환된 아미노기로 치환된다.



<76> 이때 R5 및 R6는 독립적으로 선택된 아릴기이다. 일 실시예에서, 적어도 R5 및 R6 중 하나는 예컨대 나프탈렌과 같은 다환식 접합 고리 구조를 포함한다.

<77> 방향족 3차 아민의 다른 클래스는 테트라아릴디아민(tetraaryldiamine)이다. 바람직한 테트라아릴디아민은 식 C에 의해 표시된 바와 같이 아릴린기를 통해 결합되는 두 개의 디아릴아미노기를 포함한다. 유용한 테트라아릴디아민은 구조식 D에 의해 표현되는 바와 같은 구조를 포함한다.

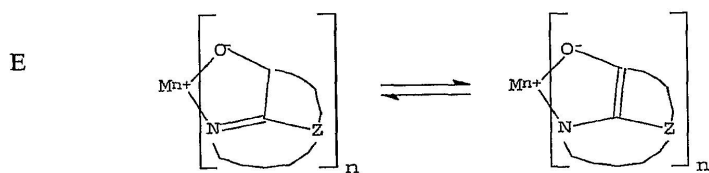


<79> 이때 각각의 Are은 페닐린 또는 안트라센기와 같이 독립적으로 선택된 아릴린기이고,

<80> n은 1 내지 4의 정수이며,

<81> Ar, R7, R8 및 R9는 독립적으로 선택된 아릴기이다.

- <82> 전형적인 실시예에서, Ar, R₇, R₈ 및 R₉ 중 적어도 하나는 예컨대 나프탈렌과 같은 다환식 접합 고리 구조이다.
- <83> 전술된 구조식 A, B, C 및 D의 다양한 알킬, 알킬렌, 아릴 및 아릴린기는 각각 치환될 수 있다. 전형적인 치환기는 알킬기, 알콕시기, 아릴기, 아릴록시기 및 플루오르화물, 염화물 및 브롬화물과 같은 할로겐을 포함한다. 다양한 알킬 및 알킬린기는 전형적으로 1 내지 약 6개의 탄소 원자를 포함한다. 사이클로알킬기는 3 내지 약 10 탄소 원자를 포함할 수 있지만, 전형적으로 5, 6, 또는 7개의 탄소 원자-예컨대 사이클로펜틸, 사이클로헥실 및 사이클로헵틸 고리 구조를 포함한다. 아릴기 및 아릴린기는 일반적으로 페닐 및 페닐린기이다.
- <84> OLED 디바이스 내의 홀 수송층은 방향족 3차 화합물의 단일체 또는 혼합체로 형성될 수 있다. 특히, 구조식 B를 만족시키는 트리아릴라민과 같은 트리아릴라민을, 구조식 D에 의해 표시된 바와 같은 테트라아릴디아민과 결합하여 사용할 수 있다. 트리아릴라민이 테트라아릴디아민과 결합하여 사용될 때, 후자는 트리아릴라민과 전자 주입층 및 전자 수송층 사이에 삽입된 층으로서 배치된다.
- <85> 유용한 홀 수송 재료의 다른 클래스는 EP 1 009 041에 기술된 바와 같은 다환성 방향족 화합물을 포함한다. 또한, 폴리(N-비닐카바졸)(PVK), 폴리티오펜, 폴리피롤, 폴리아닐린 및 소위 PEDOT/PSS로 지칭되는 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(4-스틸렌술포네이트)와 같은 코폴리머와 같은 중합체 홀 수송 재료가 사용될 수 있다.
- <86> 발광층은 홀-전자 재결합에 응답하여 광을 생성한다. 발광층은 일반적으로 홀 수송층 위에 배치된다. 바람직한 유기 발광 재료는 기상 증착, 스퍼터링, 화학적 증착, 전자화학적 수단 또는 도너 재료로부터의 복사열 전달과 같은 임의의 적절한 수단에 의해 증착될 수 있다. 유용한 유기 발광 재료는 잘 알려져 있다. 미국 특허 4,769,292 및 5,935,721에 보다 완전하게 기술된 바와 같이, OLED 소자의 발광층은 발광 또는 형광 재료를 포함하되, 전기루미네선스(electroluminescence) 이러한 영역에서의 전자-홀 쌍 재결합의 결과로서 생성된다. 발광층은 단일 재료로 구성될 수 있지만, 보다 일반적으로는 게스트 화합물 또는 도펀트로 도핑된 호스트 재료를 포함하며 광 방출은 주로 도펀트로부터 발생한다. 도펀트는 특정 스펙트럼을 갖는 유색광을 생성하도록 선택된다. 발광층 내의 호스트 재료는 아래에 정의되는 바와 같은 전자 수송 재료, 전술된 바와 같은 홀 수송 재료, 또는 홀-전자 재결합을 지원하는 다른 재료일 수 있다. 도펀트는 일반적으로 강한 형광성의 다이로부터 선택되지만, 예컨대 WO 98/55561, WO 00/18851, WO 00/57676 및 WO 00/70655에 기술된 바와 같은 전이 금속 복합체와 같은 인광성 화합물 역시 유용하다. 도펀트는 전형적으로 무게의 0.01 내지 10%만큼 호스트 재료 내부로 코팅된다. 사용되는 것으로 알려진 호스트 및 방출 분자는 미국 특허 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 6,020,078에서 개시된 재료를 포함하지만, 이것으로 한정되는 것은 아니다.
- <87> 8-하이드록시퀴놀린의 금속 복합체 및 유사한 파생물(식 E)은 전자루미네선스를 지원할 수 있는 유용한 호스트 재료의 하나의 클래스를 구성하며, 예로서 녹색, 황색, 주황색 및 적색과 같은 500nm보다 긴 파장의 광 방출에 특히 적합하다.

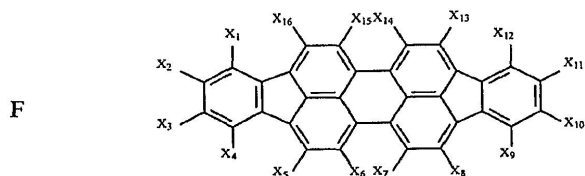


- <88>
- <89> 이때 M은 금속을 나타내고,
- <90> n은 1 내지 3의 정수이며,
- <91> Z는 각각의 존재가 독립적으로, 적어도 두 개의 접합 방향족 고리를 갖는 핵을 완성하는 원자를 나타낸다.
- <92> 전술된 설명으로부터 금속은 1가, 2가 또는 3가 금속일 수 있음이 명백하다. 예컨대 금속은 리튬, 나트륨 또는 칼륨과 같은 알칼리 금속, 마그네슘 또는 칼슘과 같은 알칼린 토금속, 또는 붕소 또는 알루미늄과 같은 토금속일 수 있다. 일반적으로 유용한 킬레이트 화합물의 금속으로 알려진 임의의 1가, 2가 또는 3가 금속이 사용될 수 있다.
- <93> Z는 적어도 두 개의 접합 방향족 고리를 포함하는 이중 고리식 핵을 완성하며, 적어도 두 개의 접합 방향족 고리 중 적어도 하나는 아졸 또는 아진 고리이다. 지방성 고리 및 방향족 고리를 모두 포함하는 추가의 고리들은 만약 필요하다면 두 개의 요구되는 고리와 접합될 수 있다. 기능의 향상 없이 분자 벌크를 추가하는 것을 방지하기 위해 고리 원수의 개수는 일반적으로 18 이하로 유지된다.

<94> 발광층 내의 호스트 재료는 탄화수소 또는 위치 9 및 10에서 치환된 탄화수소 치환물을 갖는 안트라센 파생물일 수 있다. 예를 들어, 9,10-디-(2-나프틸)안트라센의 파생물은 전자루미네선스를 지원할 수 있는 유용한 호스트 재료의 하나의 클래스를 구성하고, 예로서 청색, 녹색, 황색, 주홍색 또는 적색과 같이 400nm보다 긴 파장의 광 방출에 특히 적합하다.

<95> 벤즈아졸 파생물은 전자루미네선스를 지원할 수 있는 유용한 호스트 재료의 다른 클래스를 구성하고, 예로서 청색, 녹색, 황색, 주홍색 또는 적색과 같은 400nm보다 긴 파장의 광 방출에 특히 적합하다. 유용한 벤즈아졸의 예시는 2, 2', 2''-(1,3,5-phenylene)tris[1-phenyl-1H-benzimidazole]이다.

<96> 적색 발광 화합물은 아래의 구조식 F의 diindenoperylene 화합물을 포함할 수 있다:

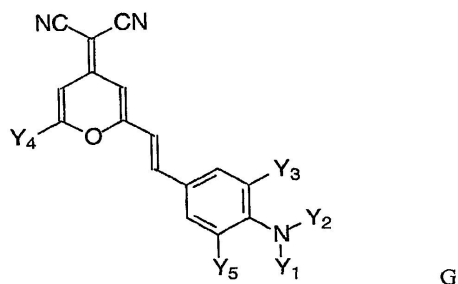


<97>

<98> 이때, X_1 - X_{16} 은 1 내지 24 탄소 원자의 알킬기, 5 내지 20 탄소 원자의 아릴 또는 치환된 아릴기, 하나 이상의 접합된 방향족 고리 또는 고리계를 완성하는 4 내지 24 탄소 원자를 포함하는 탄화수소기, 또는 할로젠을 포함하는 수소 또는 치환물로서 독립적으로 선택되며, 이것은 치환물이 560nm 내지 640nm 사이의 최대 방출을 제공하도록 선택되어 제공된다.

<99> 이러한 클래스의 유용한 적색 도펀트의 예시는 Hatwar 외 다수에 의한 미국 특허 공개번호 제 2005/0249972호에 도시되었으며, 이것의 내용은 본 명세서에서 참조로서 인용된다.

<100> 본 발명에서 유용한 다른 적색 도펀트는 식 G에 의해 표현된 다이의 DCM 클래스에 속한다:

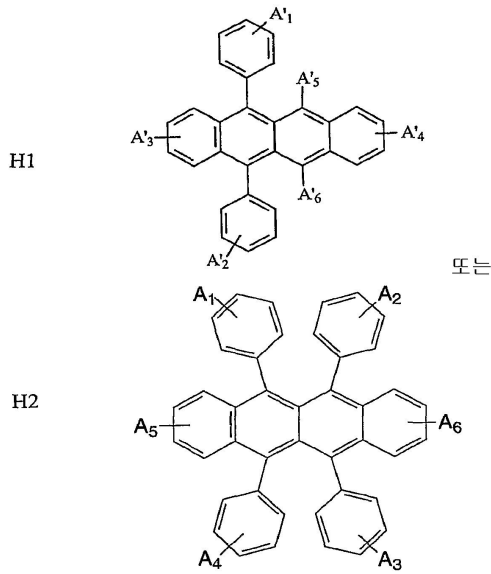


<101>

<102> 이때 Y_1 - Y_5 는 하이드로, 알킬, 치환된 알킬, 아릴, 또는 치환된 아릴로부터 독립적으로 선택된 하나 이상의 기(groups)를 나타내고, Y_1 - Y_5 는 독립적으로 비환식기(acyclic groups)를 포함하거나 또는 하나 이상의 접합 고리를 형성하기 위해 페어와이즈(pairwise) 결합될 수 있으며, Y_3 및 Y_5 가 함께 접합 고리를 형성하지 않도록 제공된다.

<103> 적색 발광을 제공하는 유용한 그리고 종래의 실시예에서, Y_1 - Y_5 는 하이드로, 알킬 및 아릴로부터 독립적으로 선택된다. DCM 클래스의 특히 유용한 도펀트의 구조는 Ricks 외 다수에 의한 미국 특허 공개번호 제 2005/1081232호에 도시되었으며, 그 내용은 본 명세서에서 참조로서 인용된다.

<104> 발광 황색 도펀트는 아래와 같은 구조의 화합물을 포함할 수 있다:



<105>

<106> A₁-A₆ 및 A'₁'-A'₆'은 각 고리 상의 하나 이상의 치환물을 나타내고 이때 각 치환물은 개별적으로 아래 중 하나로 부터 선택된다:

<107> 카테고리 1: 1 내지 24 탄소 원자의 수소, 또는 알킬,

<108> 카테고리 2: 5 내지 20 탄소 원자의 아릴 또는 치환된 아릴,

<109> 카테고리 3: 접합된 방향족 고리 또는 고리 시스템을 완성하는 4 내지 24 탄소 원자를 포함하는 탄화 수소,

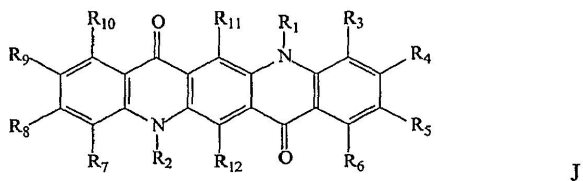
<110> 카테고리 4: 단일 결합을 통해 결합되거나 또는 접합된 헤테로방향족 고리 시스템을 완성하는 thiazolyl, furyl, thienyl, pyridyl, quinolinyll 또는 그외의 이중고리식 시스템과 같은 5 내지 24 탄소 원자의 헤테로아릴 또는 치환된 헤테로 아릴,

<111> 카테고리 5: 1 내지 24 탄소 원자의 알콕실아미노, 알킬아미노, 또는 아릴아미노, 또는

<112> 카테고리 6: fluoro-, chloro-, bromo- 또는 cyano-.

<113> 특히 유용한 황색 도펀트의 예는 Ricks 외 다수에 의한 특허에 도시되었다.

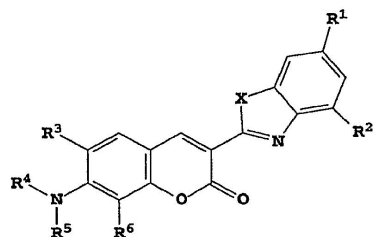
<114> 녹색 발광 화합물은 아래와 같은 구조의 퀴나크리돈(quinacridone)을 포함할 수 있다:



<115>

<116> 이때 치환기 R₁ 및 R₂는 독립적으로 알킬, 알콕실, 아릴 또는 헤테로아릴이고, 치환기 R₃ 내지 R₁₂는 독립적으로 수소, 알킬, 알콕실, 할로젠, 아릴 또는 헤테로 아릴이며, 인접하는 치환기 R₃ 내지 R₁₀은 선택적으로 접합 방향족 고리 및 접합 헤테로방향족 고리들을 포함하는 하나 이상의 고리 시스템을 형성하도록 접속될 수 있고, 이것은 치환물들이 510nm와 540nm 사이의 최대 방출 및 40nm 이하의 1/2 최대값에서의 전체 폭을 제공하도록 선택되도록 제공된다. 알킬, 알콕실, 아릴, 헤테로 아릴, 접합 방향족 고리 및 접합 헤테로방향족 고리 치환기는 추가로 치환될 수 있다. 통상적으로, R₁ 및 R₂는 아릴이고, R₂ 내지 R₁₂는 수소이거나 또는 메틸보다 많은 전자를 뺀 치환기이다. 유용한 퀴나크리돈의 일부 예시는 미국 특허 5,593,788 및 미국 특허 2004/0001969A1에 개시된 것을 포함한다.

<117> 녹색 발광 화합물은 아래와 같은 구조의 쿠머린 화합물을 포함할 수 있다:

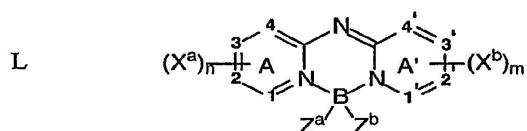


K

<118> 이때 X는 O 또는 S이고, R¹, R², R³ 및 R⁶은 개별적으로 수소, 알킬, 또는 아릴일 수 있으며, R⁴ 및 R⁵는 개별적으로 알킬 또는 아릴일 수 있고, 또는 R³ 및 R⁴, 또는 R⁵ 및 R⁶, 또는 둘 모두가 함께 시클로알킬기를 완성하는 원자를 나타내며, 이것은 치환물들이 510nm와 540nm 사이의 최대 방출 및 40nm 이하의 1/2 최대값에서의 전체 폭을 제공하도록 선택되도록 제공된다.

<120> 유용한 녹색 도펀트의 예시는 Hatwar 외 다수에 의한 미국 특허 공개번호 제 2005/0181232호에 개시되었다.

<121> 청색 발광 도펀트는 페릴린 또는 그의 파생물, 또는 구조식 L의 bis(azinyl)azene 붕소 복합체 화합물을 포함할 수 있다:



<122>

<123> 이때, A 및 A'는 적어도 하나의 질소를 포함하는 6-요소 방향족 고리 시스템에 상응하는 독립적인 아진 고리 시스템을 나타내고,

<124> (X^a)_n 및 (X^b)_m은 하나 이상의 독립적으로 선택된 치환물을 나타내며 비환식 치환물을 포함하거나 또는 A 또는 A'에 접합된 고리를 형성하도록 결합되며,

<125> m 및 n은 독립적으로 0 내지 4이고,

<126> Z^a 및 Z^b는 독립적으로 선택된 치환물이고,

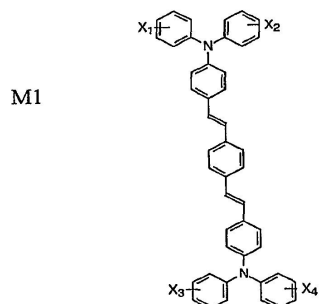
<127> 1, 2, 3, 4, 1', 2', 3' 및 4'는 탄소 또는 질소 원자로서 독립적으로 선택되며,

<128> X^a, X^b, Z^a 및 Z^b, 1, 2, 3, 4, 1', 2', 3' 및 4'는 청색 발광을 제공하도록 선택되어 제공된다.

<129> 전술된 도펀트의 클래스의 일부 예는 Ricks 외 다수에 의한 특허에서 개시되었다.

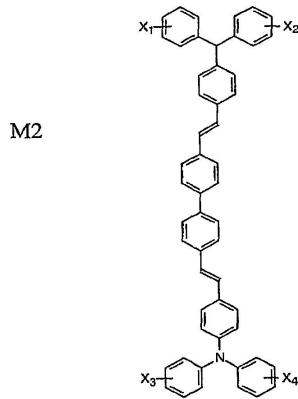
<130> 페릴린 클래스의 특히 유용한 청색 도펀트는 페릴린 및 tetra-t-butylperylene(TBP)을 포함한다.

<131> 본 발명에서 특히 유용한 다른 청색 도펀트의 클래스는 미국 특허 5,121,029에 기술된 화합물을 포함하는 distyrylbenzene 및 distyrylbiphenyl과 같은 distyrylarenes의 청색 방출 파생물을 포함한다. 청색 발광을 제공하는 distyrylarenes의 파생물 중, 특히 유용한 것은 distyrylamines로서도 알려진 디아릴아미노기로 치환된 것이다. 예시는 아래에 도시된 일반적인 구조 M1의 bis[2-[4-[N,N-diarylamino]phenyl]vinyl]-benzene:



<132>

<133> 그리고 아래에 도시된 일반적인 구조 M2의 bis[2-[4-[N,N-diarylamino]phenyl]vinyl]biphenyl:



<134>

<135> 를 포함한다.

<136> 식 M1 및 M2에서, X_1 - X_4 는 동일하거나 또는 서로 다를 수 있고, 개별적으로 알킬, 아릴, 접합 아릴, 할로, 또는 시아노와 같은 하나 이상의 치환물을 나타낸다. 바람직한 실시예에서, X_1 - X_4 는 개별적으로 각각이 1 내지 약 10 탄소 원자를 포함하는 알킬 그룹이다. 이러한 클래스의 특히 바람직한 청색 도펀트는 Ricks 외 다수에 의한 특허에서 개시되었다.

<137> 항상 필요한 것은 아니지만, 발광층 위에 배치된 전자 수송 층(55)을 포함하는 것이 종종 유용하다. 바람직한 전자 수송 재료는 기상 증착, 스퍼터링, 화학적 증착, 전자화학적 수단, 열 전달, 또는 도너 재료로부터의 레이저 열 전달과 같은 임의의 적절한 수단에 의해 증착될 수 있다. 전자 수송층에서 사용되기 위한 바람직한 전자 수송 재료는 옥신 자신의 킬레이트 화합물을 포함하는 금속 킬레이트 옥시노이드 화합물이다(일반적으로 8-퀴놀리놀 또는 8-하이드록시퀴놀린으로 지칭됨). 이러한 화합물은 전자의 주입 및 수송을 돕고 높은 레벨의 성능을 나타내며 박막의 형태로 쉽게 제조된다. 계획된 옥시노이드 화합물의 예시는 앞서 기술된 구조식 E를 만족시킨다.

<138> 다른 전자 수송 재료는 미국 특허 4,356,429에 개시된 바와 같은 다양한 부타티엔 파생물과 미국 특허 4,539,507에 기술된 바와 같은 다양한 복소고리의 광학적 브라이트너를 포함한다. 일부 벤즈아졸 또한 유용한 전자 수송 재료이다. 다른 전자 수송 재료는 예로서 polyphenylenevinylene 파생물, poly-para-phenylene 파생물, 폴리플루오린 파생물, 폴리티오펜, 폴리아세틸렌 및 그외의 당업계에 알려진 전도성 중합체 유기 재료와 같은 중합물일 수 있다.

<139> 가장 흔하게는 캐소드(90)로서 구성되는 상단 전극은 전자 수송층 또는 만약 전자 수송층이 사용되지 않았다면 발광층 위에 형성된다. 만약 디바이스가 상부-방출이면, 전극은 반드시 투과성이거나(transparent) 또는 거의 투과성이어야 한다. 이러한 애플리케이션을 위해, 금속은 반드시 얇아야 하며(바람직하게는 25nm 미만) 투과성의 전도성 산화물(예로서, 인듐-주석 산화물, 인듐-아연 산화물), 또는 이러한 재료들의 결합물을 사용해야 한다. 광학적으로 투과성이 캐소드 재료는 기상 증착, 스퍼터링 또는 화학적 증착에 의해 증착될 수 있다. 필요하다면, 패터닝이 잘 알려진 다양한 방법을 통해 획득될 수 있으며, 이러한 방법은 스루-마스크 증착, 미국 특허 5,276,380 및 유럽 특허 0 732 868에서 기술된 집적 새도우 마스크, 레이저 절제 및 선택적인 화학적 증착을 포함하지만 이것으로 제한되지는 않는다.

<140> OLED 디바이스(10)는 다른 층들도 포함할 수 있다. 예를 들어, 미국 특허 4,720,432, 미국 특허 6,208,075, 유럽 특허 0 891 121 A1 및 유럽 특허 1 029 909 A1에서 기술된 바와 같이 홀 주입층(35)이 어노드 위에 형성될 수 있다. 알칼린 또는 알칼린 토금속, 알칼리 할라이드 염, 또는 유기층 도핑된 알칼린 또는 알칼린 토금속과 같은 전자 주입층(60)이 캐소드와 전자 수송층 사이에 존재할 수 있다.

<141> 도 4를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 직렬 백색광 발광 OLED 디바이스(80)의 픽셀의 단면도가 도시되었다. 직렬 OLED 디바이스는 앞서 Jones 외 다수에 의한 미국 특허 6,337,492, Tanaka 외 다수에 의한 미국 특허 6,107,734, Kido 외 다수에 의한 일본 특허 공개번호 2003/045676A와 미국 특허 공개번호 2003/0189401 A1 및 Liao 외 다수에 의한 미국 특허 6,717,358과 미국 특허출원 공개번호 2003/0170491 A1에 의해 개시되었다. OLED 디바이스(80)는 기관(20), 이격된 어노드와 캐소드(90) 및 전극들 사이에 배치된 적어도 두 개의 백색광 발광 유닛(75, 85)을 포함한다. 백색광 발광 유닛(75, 85)은 백색광에 상응하는 방출 스펙트럼을

생성한다. 각각의 백색광 발광 유닛은 네 개의 발광층을 구비하며, 백색광 발광 유닛(75)은 발광층(50.1, 50.2, 50.3, 50.4)를, 백색광 발광 유닛(85)은 발광층(51.1, 51.2, 51.3, 51.4)을 구비한다. 각각의 발광 유닛은 적색 발광층, 황색 발광층, 청색 발광층 및 녹색 발광층을 포함한다. 주어진 백색광 발광 유닛의 각각의 발광층들은 어노드(30)와 캐소드(90) 사이에서 전류가 통과할 때 서로 다른 방출 스펙트럼을 생성한다. 이러한 방출 스펙트럼은 백색광을 형성하도록 결합한다. 백색광 발광 유닛(75, 85)은 OLED 디바이스(10)에 대해 전술된 기준에 따라, 도 2a 내지 도 2h에서 기술된 임의의 구조를 가질 수 있다. 백색광 발광 유닛(75, 85)은 동일한 순서의 발광층을 가질 수 있고, 또는 서로 다른 순서를 가질 수도 있다. 예로서, 직렬 OLED 디바이스(80)의 일 실시예는 두 개의 백색광 발광 유닛(75, 85)이 예로서 도 2b의 순서와 같은 동일한 층 순서를 갖는 구조를 가질 수 있다. 직렬 OLED 디바이스(80)의 다른 실시예는 백색광 발광 유닛(75)이 예로서 2a의 순서와 같은 층 순서를 갖고 백색광 발광 유닛(85)은 예로서 도 2e의 순서와 같은 다른 층 순서를 갖는 구조를 가질 수도 있다. 또한, 사용된 발광층은 동일하거나 또는 서로 다를 수 있다(예로서 백색광 발광 유닛(75, 85)은 동일하거나 또는 서로 다른 조합의 적색 발광층 등을 가질 수 있다).

<142> 직렬 OLED 디바이스(80)는 백색광 발광 유닛(75, 85) 사이에 배치된 중간 접속자(95)를 더 포함한다. 중간 접속자는 인접하는 EL 유닛으로의 효율적인 캐리어 주입을 제공한다. 금속, 금속 화합물 또는 그외의 무기 화합물은 캐리어 주입에 효과적이다. 그러나, 이러한 재료는 종종 픽셀 혼선(crosstalk)을 발생시킬 수 있는 낮은 저항성을 갖는다. 또한, 중간 접속자를 구성하는 층들의 광학적 투명성은 EL 유닛 내에서 생성된 복사가 디바이스를 탈출하는 것을 허용하도록 가능한 한 높아야 한다. 따라서, 중간 접속자 내의 유기 재료를 주로 사용하는 것이 종종 바람직하다. 중간 접속자(95) 및 이러한 구성에서 사용되는 재료는 Hatwar 외 다수에 의한 미국 특허출원 11/170,681에서 기술되었다. 제한을 두는 것이 아닌 중간 접속자의 일부 다른 예시가 미국 특허 6,717,358 및 6,872,472와 미국 특허출원 공개번호 2004/0227460 A1에 기술되었다.

<143> 도 6을 참조하면, 도 4에 도시된 바와 같은 직렬 OLED 디바이스의 방출 스펙트럼(150)이 도시되었다. 비교를 위해, 스펙트럼(140)은 본 명세서에 기술된 바와 같은 4개의 발광층을 구비하는 단일 적층 OLED 디바이스를 도시한다. 둘 모두가 가시 스펙트럼의 대부분에 걸친 우수한 방출을 갖지만 직렬 OLED 디바이스는 보다 큰 복사율을 나타낸다.

<144> 본 발명과 그의 장점은 아래의 비교를 위한 예시에 의해 보다 잘 이해될 수 있다. 진공-증착된 것으로서 기술된 층은 대략 10^{-6} Torr의 진공 하에서 가열된 보트(boat)로부터 기상 증착에 의해 증착되었다. OLED 층의 증착 후에는 각 디바이스가 인캡슐레이션을 위해 건조 박스로 이동된다. OLED는 10mm²의 방출 영역을 갖는다. 디바이스는 전극 양단에 20mA/cm²의 전류를 인가함으로써 테스트된다. 디바이스의 성능은 표 1에 주어졌다. 각 디바이스에 대한 색상 범위는 CIE_{x,y} 공간에서 측정된 목표 NTSC 적색, 녹색 및 청색 좌표와 관련하여 계산되었다.

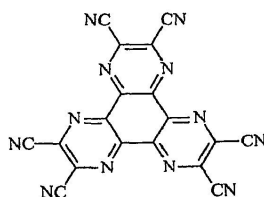
<145> 예시 1 (비교용 2층)

<146> 비교용 컬러 OLED 디스플레이는 아래와 같은 방식으로 구성된다:

<147> 1. 깨끗한 유리 기판이 인듐 주석 산화물(ITO)을 사용하는 스퍼터링에 의해 증착되어 85nm 두께의 투과성 전극을 형성한다.

<148> 2. 위에서 준비된 ITO 표면은 플라즈마 산소 에칭으로 처리된다.

<149> 3. 위에서 준비된 기판은 hexacyanohexaazatriphenylene(CHATP)의 10nm 층을 홀 주입층(HIL)으로서 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

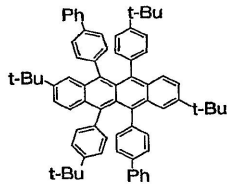


CHATP

<151> 4. 위에서 준비된 기판은 홀 수송층(HTL)으로서의 4,4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl(NPB)의 10nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

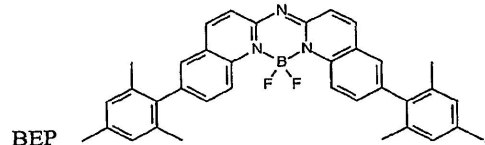
<152> 5. 위에서 준비된 기판은 (호스트로서의) 14nm NPB와 안정제로서의 6nm 9,10-bis(2-naphthyl)anthracene(ADN)

및 2% 황색-주홍색 방출 도펀트 diphenyltetra-t-butylrubrene(PTBR)을 포함하는 20nm 황색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.



PTBR

6. 위에서 준비된 기판은 18.4nm 9-(2-naphthyl)-10-(4-biphenyl)anthracene(BNA) 호스트와 1.4nm NPB 공동 호스트 및 청색 방출 도펀트로서의 1% BEP를 포함하는 20nm 청색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.



BEP

7. 200nm 4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (bathophen 또는 Bphen으로도 알려져 있음), 2% Li 금속을 갖는 공동 호스트로서의 200nm tris(8-quinolinolato)알루미늄(III)(ALQ)을 포함하는 40nm 혼합 전자 수송층이 진공-증착된다.

8. 기판 상에 100nm의 알루미늄 층이 기상 증착되어 캐소드 층을 형성한다.

예시 2 (비교용 3층)

비교용 컬러 OLED 디스플레이는 아래와 같은 방식으로 구성된다:

1. 깨끗한 유리 기판이 ITO를 사용하는 스퍼터링에 의해 증착되어 60nm 두께의 투과성 전극을 형성한다.

2. 위에서 준비된 ITO 표면은 플라즈마 산소 에칭으로 처리된다.

3. 위에서 준비된 기판은 CHATP의 10nm 층을 홀 주입층(HIL)으로서 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

4. 위에서 준비된 기판은 홀 수송층(HTL)으로서의 NPB의 10nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

5. 위에서 준비된 기판은 적색 발광 도펀트로서의 0.5% dibenzo{[f,f']-4,4',7,7'-tetraphenyl}diindeno-[1,2,3-cd:1',2',3'-lm]perylene(TPDBP)으로 도핑된 14nm의 NPB 및 안정제로서의 6nm의 BNA를 포함하는 20nm 적색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

6. 위에서 준비된 기판은 14nm BNA 호스트와 1nm NPB 공동 호스트 및 청색 발광 도펀트로서의 1% BEP를 포함하는 15nm 청색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

7. 위에서 준비된 기판은 14nm BNA, 1nm NPB 및 녹색 방출 도펀트로서의 0.5% diphenylquinacridone(DPQ)을 포함하는 15nm 녹색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

8. 200nm Bphen, 공동 호스트로서의 200nm tris(8-quinolinolato)알루미늄(III)(ALQ) 및 2% Li 금속을 포함하는 40nm 혼합 전자 수송층이 진공-증착된다.

9. 기판 상에 100nm의 알루미늄 층이 기상 증착되어 캐소드 층을 형성한다.

예시 3 (본 발명)

본 발명의 컬러 OLED 디스플레이는 아래와 같은 방식으로 구성된다:

1. 깨끗한 유리 기판이 ITO를 사용하는 스퍼터링에 의해 증착되어 60nm 두께의 투과성 전극을 형성한다.

2. 위에서 준비된 ITO 표면은 플라즈마 산소 에칭으로 처리된다.

3. 위에서 준비된 기판은 CHATP의 10nm 층을 홀 주입층(HIL)으로서 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

4. 위에서 준비된 기판은 홀 수송층(HTL)으로서의 NPB의 10nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

5. 위에서 준비된 기판은 적색 발광 도펀트로서의 0.5% TPDBP로 도핑된 12.6nm의 NPB 및 안정제로서의 5.4nm의

BNA를 포함하는 18nm 적색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<176> 6. 위에서 준비된 기판은 (호스트로서의) 1.4nm NPB와 안정제로서의 0.6nm ADN 및 3% 황색-주홍색 방출 도펀트 PTBR을 포함하는 2nm 황색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<177> 7. 위에서 준비된 기판은 14nm BNA 호스트와 1nm NPB 공동 호스트 및 청색 방출 도펀트로서의 1% BEP를 포함하는 15nm 청색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<178> 8. 위에서 준비된 기판은 14nm BNA, 1nm NPB 및 녹색 방출 도펀트로서의 0.5% DPQ를 포함하는 15nm 녹색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<179> 9. 200nm Bphen, 공동 호스트로서의 200nm ALQ 및 2% Li 금속을 포함하는 40nm 혼합 전자 수송층이 진공-증착된다.

<180> 10. 기판 상에 100nm의 알루미늄 층이 기상 증착되어 캐소드 층을 형성한다.

<181> 예시 4 (본 발명)

<182> 본 발명의 컬러 OLED 디스플레이는 아래와 같은 방식으로 구성된다:

<183> 1. 깨끗한 유리 기판이 ITO를 사용하는 스퍼터링에 의해 증착되어 60nm 두께의 투과성 전극을 형성한다.

<184> 2. 위에서 준비된 ITO 표면은 플라즈마 산소 에칭으로 처리된다.

<185> 3. 위에서 준비된 기판은 CHATP의 10nm 층을 홀 주입층(HIL)으로서 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<186> 4. 위에서 준비된 기판은 홀 수송층(HTL)으로서의 NPB의 10nm 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<187> 5. 위에서 준비된 기판은 적색 발광 도펀트로서의 0.5% TPDBP로 도핑된 11.2nm의 NPB 및 안정제로서의 4.8nm의 BNA를 포함하는 16nm 적색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<188> 6. 위에서 준비된 기판은 (호스트로서의) 2.8nm NPB와 안정제로서의 1.2nm ADN 및 3% 황색-주홍색 방출 도펀트 PTBR을 포함하는 4nm 황색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<189> 7. 위에서 준비된 기판은 14nm BNA 호스트와 1nm NPB 공동 호스트 및 청색 방출 도펀트로서의 1% BEP를 포함하는 15nm 청색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<190> 8. 위에서 준비된 기판은 14nm BNA, 1nm NPB 및 녹색 방출 도펀트로서의 0.5% DPQ를 포함하는 15nm 녹색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<191> 9. 200nm Bphen, 공동 호스트로서의 200nm ALQ 및 2% Li 금속을 포함하는 40nm 혼합 전자 수송층이 진공-증착된다.

<192> 10. 기판 상에 100nm의 알루미늄 층이 기상 증착되어 캐소드 층을 형성한다.

<193> 예시 5 (본 발명)

<194> 본 발명의 컬러 OLED 디스플레이는 아래와 같은 방식으로 구성된다:

<195> 1. 깨끗한 유리 기판이 ITO를 사용하는 스퍼터링에 의해 증착되어 60nm 두께의 투과성 전극을 형성한다.

<196> 2. 위에서 준비된 ITO 표면은 플라즈마 산소 에칭으로 처리된다.

<197> 3. 위에서 준비된 기판은 CHATP의 10nm 층을 홀 주입층(HIL)으로서 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<198> 4. 위에서 준비된 기판은 적색 발광 도펀트로서의 0.5% TPDBP로 도핑된 14nm의 NPB 및 안정제로서의 6nm의 BNA를 포함하는 21nm 적색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<199> 5. 위에서 준비된 기판은 (호스트로서의) 2nm NPB와 안정제로서의 1nm ADN 및 2% 황색-주홍색 방출 도펀트 PTBR을 포함하는 3nm 황색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<200> 6. 위에서 준비된 기판은 14.5nm BNA 호스트와 0.5nm NPB 공동 호스트 및 청색 방출 도펀트로서의 1% BEP를 포함하는 15nm 청색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

<201> 7. 위에서 준비된 기판은 14.5nm BNA, 0.5nm NPB 및 녹색 방출 도펀트로서의 0.5% DPQ를 포함하는 15nm 녹색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.

- <202> 8. 200nm Bphen, 공동 호스트로서의 200nm ALQ 및 2% Li 금속을 포함하는 40nm 혼합 전자 수송층이 진공-증착된다.
- <203> 9. 기관 상에 100nm의 알루미늄 층이 기상 증착되어 캐소드 층을 형성한다.
- <204> 예시 6 (본 발명)
- <205> 본 발명의 컬러 OLED 디스플레이는 아래와 같은 방식으로 구성된다:
- <206> 1. 깨끗한 유리 기관이 ITO를 사용하는 스퍼터링에 의해 증착되어 60nm 두께의 투과성 전극을 형성한다.
- <207> 2. 위에서 준비된 ITO 표면은 플라즈마 산소 에칭으로 처리된다.
- <208> 3. 위에서 준비된 기관은 CHATP의 10nm 층을 홀 주입층(HIL)으로서 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.
- <209> 4. 위에서 준비된 기관은 적색 발광 도펀트로서의 0.5% TPDBP로 도핑된 14nm의 NPB 및 안정제로서의 6nm의 BNA를 포함하는 21nm 적색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.
- <210> 5. 위에서 준비된 기관은 (호스트로서의) 2nm NPB와 안정제로서의 1nm ADN 및 2% 황색-주홍색 방출 도펀트 PTBR을 포함하는 3nm 황색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.
- <211> 6. 위에서 준비된 기관은 14.5nm BNA 호스트와 0.5nm NPB 공동 호스트 및 청색 방출 도펀트로서의 1% BEP를 포함하는 15nm 청색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.
- <212> 7. 위에서 준비된 기관은 14.5nm BNA, 0.5nm NPB 및 녹색 방출 도펀트로서의 0.5% DPQ를 포함하는 15nm 녹색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.
- <213> 8. 200nm Bphen, 공동 호스트로서의 200nm ALQ 및 2% Li 금속을 포함하는 40nm n-형 도핑된 유기층이 진공-증착된다.
- <214> 9. 위에서 준비된 기관은 p-형 도핑된 유기층(HIL)으로서의 10nm CHATP를 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.
- <215> 10. 위에서 준비된 기관은 홀-수송층(HTL)으로서의 30nm NPB 층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.
- <216> 11. 위에서 준비된 기관은 적색 발광 도펀트로서의 0.5% TPDBP로 도핑된 14nm의 NPB 및 안정제로서의 6nm의 BNA를 포함하는 21nm 적색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.
- <217> 12. 위에서 준비된 기관은 (호스트로서의) 2nm NPB와 안정제로서의 1nm ADN 및 2% 황색-주홍색 방출 도펀트 PTBR을 포함하는 3nm 황색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.
- <218> 13. 위에서 준비된 기관은 14.5nm BNA 호스트와 0.5nm NPB 공동 호스트 및 청색 방출 도펀트로서의 1% BEP를 포함하는 15nm 청색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.
- <219> 14. 위에서 준비된 기관은 14.5nm BNA, 0.5nm NPB 및 녹색 방출 도펀트로서의 0.5% DPQ를 포함하는 15nm 녹색 발광층을 진공-증착함으로써 추가로 처리된다.
- <220> 15. 200nm Bphen, 공동 호스트로서의 200nm ALQ 및 2% Li 금속을 포함하는 40nm 혼합 전자 수송층이 진공-증착된다.
- <221> 16. 기관 상에 100nm의 알루미늄 층이 기상 증착되어 캐소드 층을 형성한다.
- <222> 이러한 예시들을 테스트한 결과가 아래의 표 1에 도시되었다. 비교용 예시 1 및 2는 이것이 효율성과 효과적인 색상 범위를 모두 획득하는 것이 어려움을 나타낸다. 예시 1은 우수한 효율성을 갖지만 낮은 색상 범위를 갖는다. 예시 2는 효과적인 색상 범위를 갖지만 발광 및 전력 효율이 예시 1에 비해 낮다. 또한, 예시 2는 D65 백색으로부터 거리가 있는 광대역의 예시이다.
- <223> 본 발명에서, 예시 3 내지 5에 의해 도시된 바와 같이 적색-, 황색-, 녹색- 및 청색-발광층을 포함하는 4층 발광 구조에 의해 향상된 효율성, 백색점 및 색상 범위가 획득된다. 효율성에 있어서의 추가적인 향상은 예시 6에서와 같은 직렬 디바이스에서 이러한 구조를 사용함으로써 가능하다.

표 1

표 1 - 20 mA/cm²에서 측정된 디바이스 데이터

디바이스#			전압	발광 효율 (cd/A)	전력 효율 (W/A)	CIE _x	CIE _y	lm/W	QE%	실은 페이드 안정성 @80mA/cm ² (hrs to 50%)	색상 범위: NTSC ratio (%)
예 1 (비교용)	2층 백색 OLED		3.7	11.4	0.106	0.357	0.357	9.7	4.7	1000	50
예 2 (비교용)	3층 백색 OLED		4.5	6.1	0.079	0.240	0.285	4.3	3.3	800	75
예 3 (본 발명)	4층 백색 OLED	2nm 황색층	4.5	8.5	0.086	0.317	0.358	6.0	3.8	1045	71
예 4 (본 발명)	4층 백색 OLED	4nm 황색층	4.3	9.5	0.091	0.323	0.369	6.9	4.0	896	71
예 5 (본 발명)	4층 백색 OLED	3nm 황색층	4.5	9.8	0.099	0.316	0.344	6.9	4.0	700	70
예 6 (본 발명)	4층 백색 OLED	2-적층 적층의 3nm 황색층	8.7	17.5	0.175	0.327	0.366	6.3	7.7	562	70

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 OLED 디바이스의 단면도,

도 2a 내지 2h는 본 발명에 따른 OLED 디바이스 내의 발광층의 배치의 실시예의 단면도,

도 3은 본 발명에 따른 OLED 디스플레이의 단면도,

도 4는 본 발명에 따른 다른 OLED 디스플레이의 단면도,

도 5는 본 발명에 따른 4개층 백색광 발광 OLED디바이스의 방출 스펙트럼을 2개층 및 3개층 백색광 발광 OLED디바이스의 스펙트럼과 비교한 도면,

도 6은 본 발명에 따른 4개층 백색광 발광 OLED디바이스의 방출 스펙트럼을 4개층 백색광 발광 단일-적층 OLED디바이스의 방출 스펙트럼과 비교한 도면.

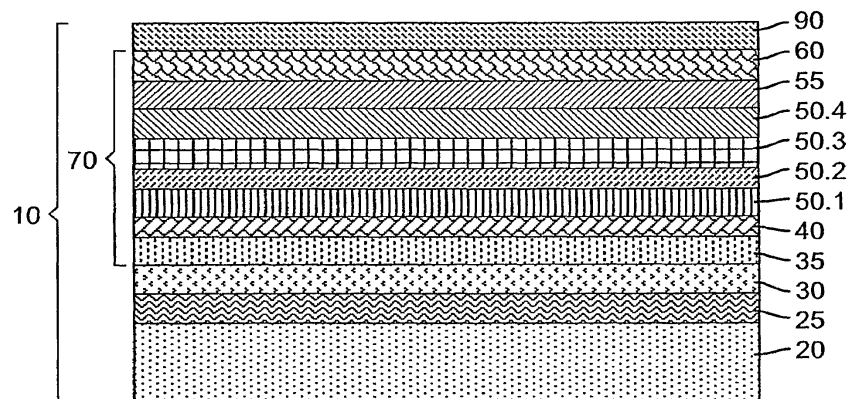
도면의 각 부분에 대한 참조번호

- | | |
|----------------|-----------------|
| 5r : 픽셀 | 5g : 픽셀 |
| 5b : 픽셀 | 5w : 픽셀 |
| 10 : OLED 디바이스 | 15 : OLED 디스플레이 |
| 20 : 기판 | 25 : 컬러 필터 |
| 25r : 적색 필터 | 25g : 녹색 필터 |
| 25b : 청색 필터 | 30 : 어노드 |
| 30r : 어노드 | 30g : 어노드 |
| 30b : 어노드 | 30w : 어노드 |
| 35 : 홀 주입층 | 40 : 홀 수송층 |
| 45 : 홀 수송층 | 50.1 : 발광층 |
| 50.2 : 발광층 | 50.3 : 발광층 |
| 50.4 : 발광층 | 50r : 적색 발광층 |
| 50y : 황색 발광층 | 50b : 청색 발광층 |
| 50g : 녹색 발광층 | 51.1 : 발광층 |
| 51.2 : 발광층 | 51.3 : 발광층 |
| 51.4 : 발광층 | 55 : 전자 수송층 |

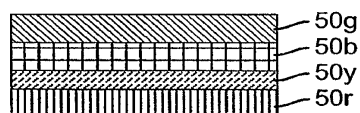
<40>	60 : 전자 주입층	65 : 전자 수송층
<41>	70 : 유기 EL 소자	75 : 백색광 발광 유닛
<42>	80 : OLED 디바이스	85 : 백색광 발광 유닛
<43>	90 : 캐소드	95 : 중간 접속자
<44>	97 : 백색광	97r : 적색광
<45>	97g : 녹색광	97b : 청색광
<46>	97w : 백색광	110 : 스펙트럼
<47>	120 : 스펙트럼	130 : 스펙트럼
<48>	140 : 스펙트럼	150 : 스펙트럼

도면

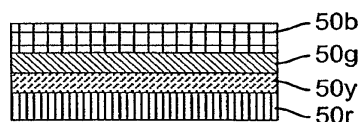
도면1



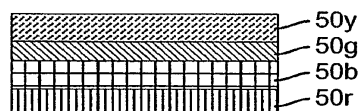
도면2a



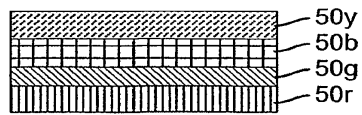
도면2b



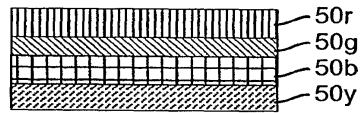
도면2c



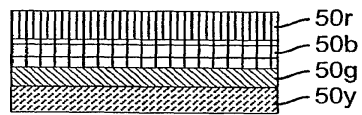
도면2d



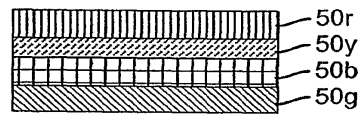
도면2e



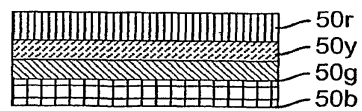
도면2f



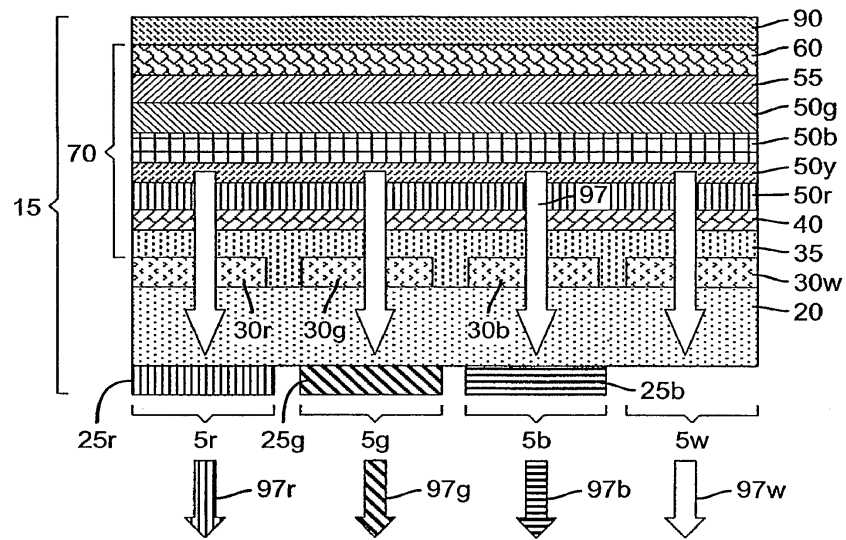
도면2g



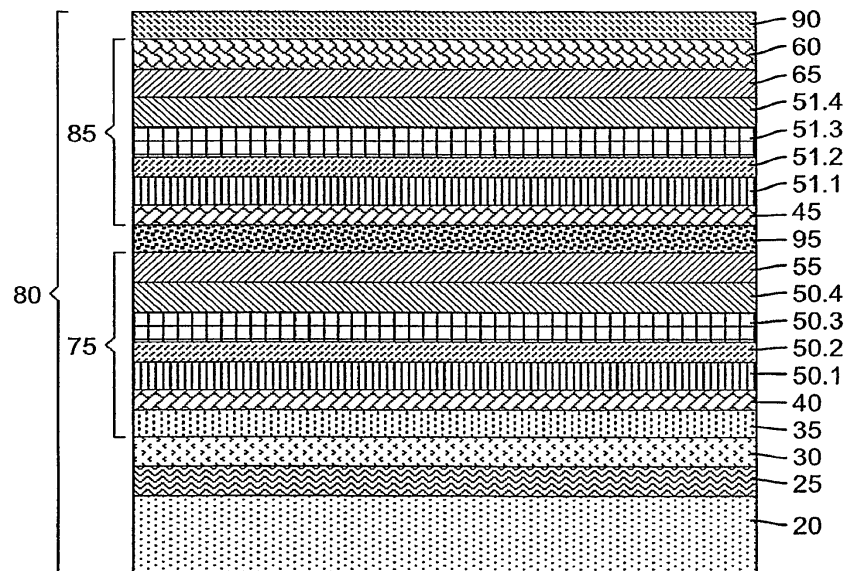
도면2h



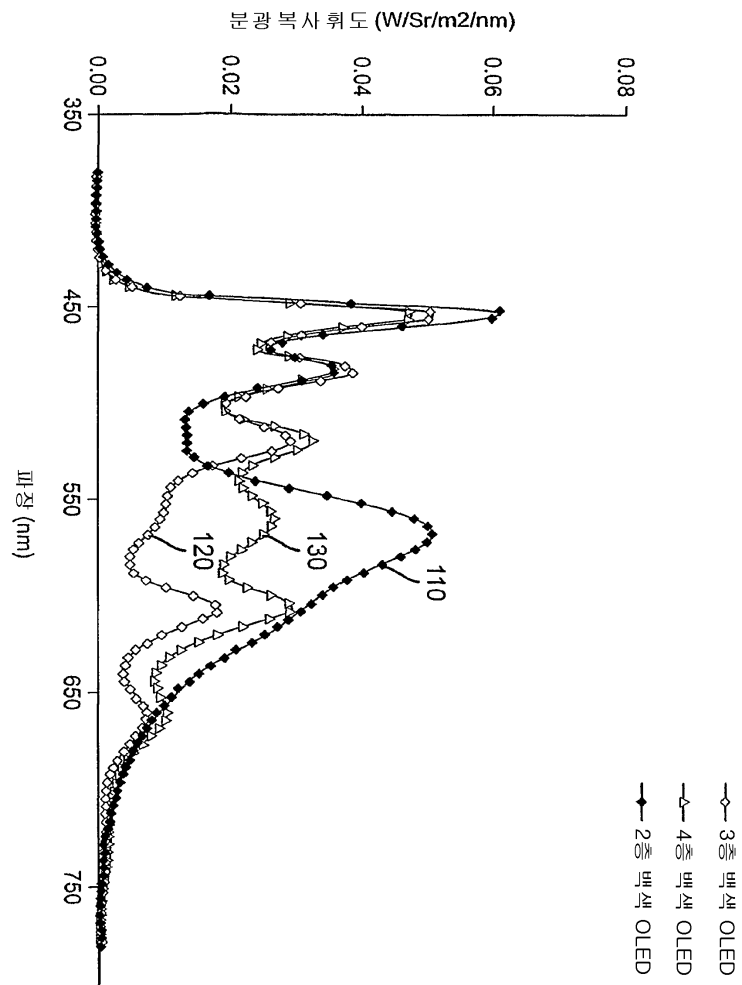
도면3



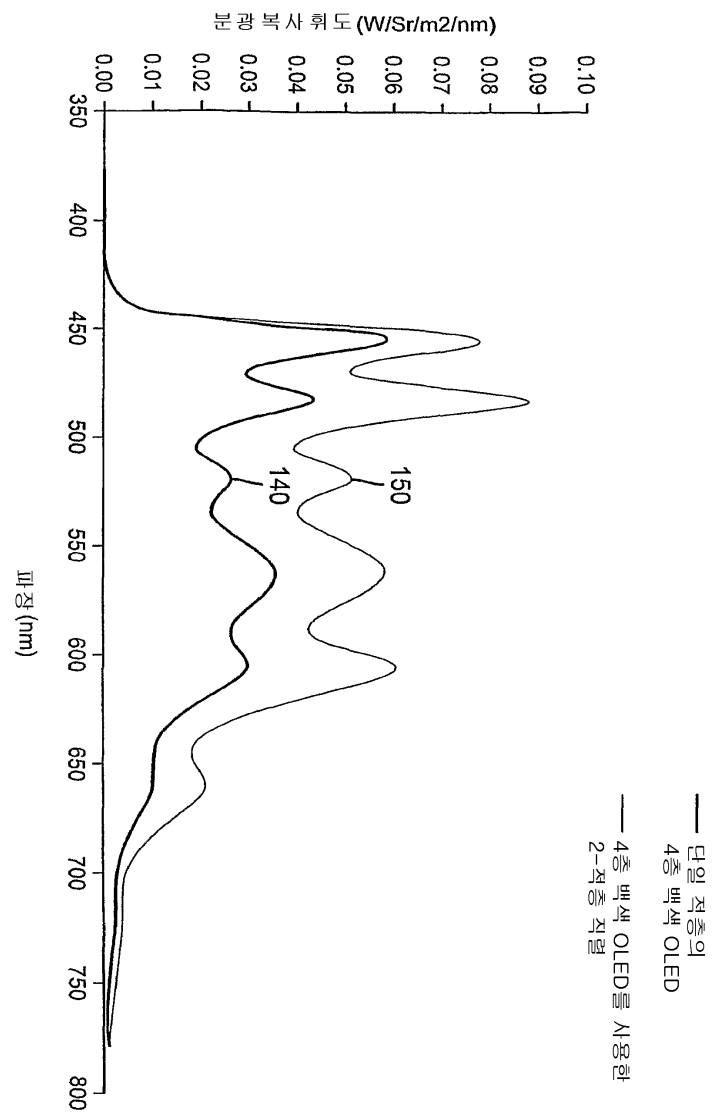
도면4



도면5



도면6



专利名称(译)	白光发光OLED器件，白光发光OLED显示器和串联白光发光OLED器件		
公开(公告)号	KR1020080111512A	公开(公告)日	2008-12-23
申请号	KR1020087026449	申请日	2007-03-19
[标]申请(专利权)人(译)	全球OLED TECH		
申请(专利权)人(译)	글로벌오엘이디테크놀로지엘엘씨		
当前申请(专利权)人(译)	글로벌오엘이디테크놀로지엘엘씨		
[标]发明人	HATWAR TUKARAM KISAN 하트워투카람키산 SPINDLER JEFFREY PAUL		
发明人	하트워투카람키산 스파인들러제프리폴		
IPC分类号	H05B33/14 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5036 H01L51/5278 H01L27/3213 H01L51/0053 H01L51/0054 H01L51/0071 H01L51/0072 H01L51/0073 H01L51/008 H01L27/3244 H01L2251/558		
代理人(译)	Gimyongin Bakyounbok		
优先权	11/393767 2006-03-30 US		
其他公开文献	KR101242630B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种白色发光OLED器件，包括：阳极和阴极；在阳极和阴极之间提供至少四个发光层，其中当电流在阳极和阴极之间通过时，四个发光层中的每一个产生不同的发射光谱，并且这种光谱组合形成白光；其中所述四个发光层包括红色发光层，黄色发光层，蓝色发光层和绿色发光层，其布置为：i) 每个发光层层与至少一个其他发光层接触，ii) 蓝色发光层与绿色发光层接触，和iii) 红色发光层仅与另一个光接触 - 发光层。

