



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0022555
 (43) 공개일자 2008년03월11일

- | | |
|--|--|
| (51) Int. Cl.
H05B 33/26 (2006.01) H05B 33/22 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7030566
(22) 출원일자 2007년12월27일
심사청구일자 없음
번역문제출일자 2007년12월27일
(86) 국제출원번호 PCT/US2006/024386
국제출원일자 2006년06월21일
(87) 국제공개번호 WO 2007/005325
국제공개일자 2007년01월11일
(30) 우선권주장
11/170,696 2005년06월29일 미국(US) | (71) 출원인
이스트맨 코닥 캄파니
미합중국 뉴욕 로체스터 스테이트 스트리트 343
(72) 발명자
보로스 마이클 루이스
미국 뉴욕주 14610 로체스터 그로스비너 로드 281
스펀들러 제프리 폴
미국 뉴욕주 14617 로체스터 세네카 파크 애비뉴 389
하트워 투가람 키산
미국 뉴욕주 14526 펜필드 펄부쉬 드라이브 10
(74) 대리인
김창세, 장성구 |
|--|--|

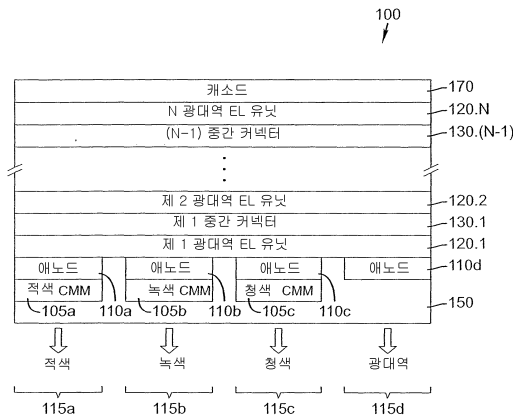
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 광대역 광 직렬식 OLED 디스플레이

(57) 요약

2개 이상의 이격된 전극들을 갖는 광대역 광을 생성하는 직렬식 OLED 디스플레이는, 전극들 사이에 배치된 2개 이상의 광대역 발광 유닛으로서, 이들 중 2개 이상은 상이한 방출 스펙트럼을 갖는 광을 생성시키고, 상기 광대역 발광 유닛의 하나 이상은 백색 광을 생성시키지 않는 유닛; 및 인접한 발광 유닛들 사이에 배치된 중간 커넥터를 포함한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

a) 전극들 사이에 배치된 2개 이상의 광대역 발광 유닛으로서, 이들 중 2개 이상은 상이한 방출 스펙트럼을 갖는 광을 생성시키고, 상기 광대역 발광 유닛의 하나 이상은 백색 광을 생성시키지 않는 유닛; 및

b) 인접한 발광 유닛들 사이에 배치된 중간 커넥터(connector)

를 포함하는 2개 이상의 이격된 전극들을 갖는 광대역 광을 생성하는 직렬식(tandem) OLED 디스플레이.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 광대역 발광 유닛들 중 하나가 백색 광을 생성시키고, 다른 것이 녹색 및 청색 광을 생성시키는 직렬식 OLED 디스플레이.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 광대역 발광 유닛들 중 하나가 백색 광을 생성시키고, 다른 것이 적색 및 청색 광을 생성시키는 직렬식 OLED 디스플레이.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 광대역 발광 유닛들 중 하나가 백색 광을 생성시키고, 다른 것이 적색 및 녹색 광을 생성시키는 직렬식 OLED 디스플레이.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 광대역 발광 유닛들이 백색 광을 개별적으로 생성시키지 않는 직렬식 OLED 디스플레이.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 광대역 발광 유닛들의 조합된 방출이 백색 광을 형성하는 직렬식 OLED 디스플레이.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 광대역 발광 유닛들이 제 1 및 제 2 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 생성시키되, 상기 제 1 방출 피크는 제 2 방출 피크보다 큰 강도를 갖는 직렬식 OLED 디스플레이.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 각각의 광대역 발광 유닛들이 제 1 및 제 2 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 생성시키되, 상기 제 1 방출 피크는 제 2 방출 피크보다 큰 강도를 갖고, 상기 광대역 발광 유닛의 제 1 방출 피크는 조합된 방출이 백색 광을 생성시키도록 선택되는 직렬식 OLED 디스플레이.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

하나 이상의 칼라 변환 모듈을 추가로 포함하는 직렬식 OLED 디스플레이.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

3개 이상의 착색된 제한역(colored gamut) 픽셀을 추가로 포함하는 직렬식 OLED 디스플레이.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

하나 이상의 제한역내(within-gamut) 픽셀을 추가로 포함하는 직렬식 OLED 디스플레이.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

하나 이상의 칼라 필터를 추가로 포함하는 직렬식 OLED 디스플레이.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

3개 이상의 착색된 제한역 픽셀을 추가로 포함하는 직렬식 OLED 디스플레이.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

하나 이상의 제한역내 픽셀을 추가로 포함하는 직렬식 OLED 디스플레이.

명세서

기술분야

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

배경기술

- <2> OLED로도 지칭되는 유기 발광 다이오드 디바이스는 통상적으로 애노드, 캐소드, 및 상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 샌드위치된 유기 전기발광(EL) 유닛을 포함한다. 유기 EL 유닛은 하나 이상의 유기 정공-수송 층(HTL), 발광 층(LEL) 및 전자-수송 층(ETL)을 포함한다. OLED는 그의 낮은 구동 전압, 고휘도, 넓은 시인각, 및 완전 칼라(full color) 디스플레이 및 다른 용도로서 그의 성능으로 인하여 관심을 끌고 있다. 탕(Tang) 등은 그의 미국 특허 제4,769,292호 및 미국 특허 제4,885,211호에서 이 다층 OLED를 기술하고 있다.
- <3> OLED는 그의 LEL의 방출 특성에 따라 여러 칼라, 예컨대 적색, 녹색, 청색 또는 백색을 방출할 수 있다. 최근, 고체-상태 조명원(lighting source), 칼라 디스플레이 및 완전 칼라 디스플레이와 같은 다양한 용도에 혼용하기 위한 광대역 OLED에 대한 요구가 증가하고 있다. 광대역 방출은, OLED가 가시 스펙트럼을 통해 광범위한 광을 충분히 방출하여서 이러한 광이 필터 또는 칼라 변환 모듈과 함께 2개 이상의 상이한 칼라 또는 완전 칼라를 갖는 디스플레이를 제공하는데 사용됨을 의미한다. 특히, 스펙트럼의 적색, 녹색 및 청색 부분에서 실질적인 방출이 존재하는 광대역 광 OLED(또는 광대역 OLED)에 대한 요구가 있으며, 여기서 광대역-방출 EL 층은 필터 또는 칼라 변환 모듈과 함께 다중칼라 디바이스를 형성하는데 사용된다.
- <4> 백색 OLED 디바이스는 방출이 일반적으로 약 (0.33, 0.33)의, 1931 CIE(국제 조명 위원회; Commission Internationale d'Eclairage) 색도 좌표, (CIEx, CIEy)를 갖는 광대역 OLED 디바이스 중 하나이다. 백색 OLED 는 종래 분야, 예컨대 기도(Kido) 등의 문헌 [*Applied Physics Letters*, **64**, 815 (1994)], 쉬이(J. Shi) 등의 미국 특허 제5,683,823호, 사토(Sato) 등의 JP 07-142169호, 데쉬판데(Deshpande) 등의 문헌 [*Applied Physics Letters*, **75**, 888 (1999)], 및 도키토(Tokito) 등의 문헌 [*Applied Physics Letters*, **83**, 2459 (2003)]에 보고 되어 있다.
- <5> OLED로부터 광대역 방출을 달성하기 위해, 하나 이상의 분자 유형이 여기되어야 하는데, 이는 각 유형의 분자가 단지 보통의 조건 하에서 비교적 협소한 스펙트럼을 갖는 광을 방출하기 때문이다. 호스트 물질 및 하나 이상

의 발광 도판트(들)를 포함하는 LEL은 호스트 및 도판트(들)로부터의 발광을 달성할 수 있으며, 이로 인해 호스트 물리로부터 도판트(들)까지의 에너지 전달이 불완전한 경우 가시 스펙트럼 내의 광대역 방출이 생성된다. 그러나, 단지 하나의 LEL을 갖는 광대역 OLED는 전체 가시 스펙트럼을 포함하는 충분히 넓은 방출을 갖지 않을 것이며, 또한 높은 휘도 효율을 갖지 않을 것이다. 2개의 LEL을 갖는 광대역 OLED는 하나의 LEL을 갖는 디바이스보다 높은 휘도 효율뿐만 아니라 더욱 우수한 칼라를 가질 수 있다. 그러나, 2개 이상의 칼라로부터의 균형된 강도를 갖는 광범위한 방출을 달성하기 곤란한데, 이는 2개의 LEL을 갖는 광대역 OLED가 전형적으로 단지 2개의 강한 방출 피크를 갖기 때문이다. 예를 들면, 2개의 LEL을 갖는 통상 사용되는 광대역 OLED에서, LEL의 칼라가 황색 및 초록빛 청색이면, 적색, 녹색 또는 청색 칼라 방출은 디바이스에서 약할 것이고; 2개의 LEL의 칼라가 적색 및 초록빛 청색이면, 녹색, 황색 또는 청색 칼라 방출은 디바이스에서 약할 것이고; LEL의 칼라가 녹색 및 적색이면, 청색, 청색-녹색 또는 황색 칼라는 약할 것이다. 상이한 칼라의 3개의 LEL을 갖는 광대역 OLED가 또한 제안되었지만, 여전히 디바이스로부터의 광범위한 방출을 달성하는데 곤란한데, 이는 대부분의 강한 광은 전형적으로 가장 협소한 광학 대역 갭을 갖는 도판트를 사용하는 LEL로부터 유래되고 방출 스펙트럼은 상이한 구동 조건 하에서 이동하기 때문이다.

<6> 픽셀로서 광대역 OLED를 사용하는 완전 칼라 디스플레이에서, 인간의 눈에 감지된 적색, 녹색 또는 청색 칼라는 각각 픽셀의 상부 상의 적색, 녹색 또는 청색 칼라 필터를 갖는 픽셀로부터 유래된다. 디스플레이 내의 광대역 OLED 픽셀 각각이 균형된 적색, 녹색 및 청색 주요 칼라 구성요소를 포함하는 방출을 갖는다면, 칼라 필터를 통과하는 광 강도는 광대역 방출 강도의 약 1/3이다. 그러나, 광대역 OLED 픽셀이 균형된 적색, 녹색 및 청색 방출을 갖지 않으면, 주요 칼라 구성요소들 중 하나는 칼라 필터를 통과한 후 광대역 방출 강도의 1/3보다 낮은 강도를 가질 것이다. 결과적으로, 특정의 주요 칼라의 상당한 방출 강도를 달성하기 위해, 상응하는 광대역 OLED 픽셀은 더욱 높은 동력 소모 및 더욱 짧은 수명을 초래하는 더욱 높은 전류 밀도로 유도되어야 한다. 따라서, 균형된 적색, 녹색 및 청색 방출을 달성하기 위한 통상의 광대역 OLED를 위해서는 칼라 보상이 요구된다.

<7> 적색, 녹색 및 청색 칼라 필터를 사용하거나 사용하지 않고서 적색 및 녹색 칼라 변환 모듈과 함께 픽셀로서 광대역 OLED를 사용하는 완전 칼라 디스플레이에서 유사한 이슈가 발생한다. 디스플레이 내의 광대역 OLED 픽셀이 칼라 변환 모듈 또는 칼라 필터 후에 균형된 적색, 녹색 및 청색 주요 칼라 구성요소를 초래하는 방출을 가지면, 각 착색된 픽셀에 대한 광 강도는 총 광 강도의 약 1/3이다. 그러나, 광대역 OLED 픽셀이 칼라 변환 모듈 또는 칼라 필터 후에 균형된 적색, 녹색 및 청색 방출을 갖지 않으면, 특정 주요 칼라의 상당한 방출 강도를 달성하기 위해서는, 상응하는 광대역 OLED 픽셀은 더욱 높은 동력 소모 및 더욱 짧은 수명을 초래하는 더욱 높은 전류 밀도로 유도되어야 한다. 따라서, 균형된 적색, 녹색 및 청색 방출을 달성하기 위한 칼라 필터를 사용하거나 사용하지 않고서, 칼라 변환 모듈과 함께 사용되는 통상의 광대역 OLED에 대해 칼라 보상이 또한 요구된다.

<8> OLED의 완전 칼라 방출을 개선시키기 위해, 포레스트(Forrest) 등의 미국 특허 제5,703,436호에 개시된 바와 같이 적층된 OLED가 제작되어 왔다. 이들 적층된 OLED는, 각기 상이한 칼라의 광을 방출하는 다수의 개별 어드레스 가능한 OLED 유닛을 수직으로 적층시킴으로써 제조되며, 여기서 내부 전극들은 OLED 디바이스 내의 각각의 개별 OLED 유닛으로부터의 방출을 독립적으로 제어함으로써 각각의 수직으로 적층된 OLED 유닛들 사이에 제공된다. 결과적으로, 완전 칼라 방출 및 균형된 백색 칼라 방출은 용이하게 달성된다. 이것이 통상의 완전 칼라 OLED에 비해 개선된 칼라 방출과 더욱 큰 방출 면적을 허용할지라도, OLED의 전체 구조는 복잡하며, 이로 인해 투명 전극들, 전력을 공급하기 위한 추가의 버스 라인(bus line), 및 각각의 적층된 OLED 유닛을 위한 별도의 전원이 요구된다.

<9> 최근에, EL 개선을 위해 사용된 다른 신규 유형의 적층된 OLED(또는 직렬식(tandem) OLED, 또는 단계식(cascaded) OLED)가, 본원에 참고로 인용하는, 존스(Jones) 등의 미국 특허 제6,337,492호, 다나카(Tanaka) 등의 미국 특허 제6,107,734호, 기도 등의 일본 특허출원 공개공보 제2003/045676A호 및 미국 특허출원 공개공보 제2003/0189401 A1호, 및 리아오(Liao) 등의 미국 특허 제6,717,358호 및 미국 특허출원 공개공보 제2003/0170491 A1호에서 제작되었다. 이 적층된 OLED는 수개의 개별 OLED를 수직으로 적층시킴으로써 제조되고, 단일 전원에 의해 구동된다. 마츠모토(Matsumoto) 및 기도 등은 문헌 [SID 03 Digest, 979 (2003)]에서 직렬식 백색 OLED가 초록빛 청색 EL 유닛 및 주황색 EL 유닛을 디바이스에서 연결시킴으로써 구성되고, 백색 발광은 상기 디바이스를 단일 전원으로 구동시킴으로써 달성됨을 보고하고 있다. 휘도 효율이 증가될지라도, 이 직렬식 백색 OLED 디바이스는 스펙트럼에서 더욱 약한 녹색 및 적색 칼라 구성요소를 갖는다. 리아오 등의 미국 특허출원 공개공보 제2003/0170491 A1호에서, 적색 EL 유닛, 녹색 EL 유닛 및 청색 EL 유닛을 일렬로 디바이스에서 연결한 직렬식 백색 OLED 구조를 기재하고 있다. 직렬식 백색 OLED가 단일 전원으로 구동되는 경우, 백색

발광은 적색, 녹색 및 청색 EL 유닛으로부터의 스펙트럼 조합에 의해 형성된다. 칼라 방출 및 휘도 효율이 개선될지라도, 이 직렬식 백색 OLED는 3개 미만의 EL 유닛으로 제조될 수 없으며, 이는 통상의 OLED의 것보다 3배 이상만큼 큰 구동 전압이 요구된다는 의미이다. 적색 EL 유닛, 녹색 EL 유닛 및 청색 EL 유닛을 일렬로 디바이스에서 연결함으로써 구성된 백색 OLED의 다른 문제점은, 개별 EL 유닛이 상이한 속도로 노화된다는 것이며, 이는 작동 시간에 따라 백색 OLED의 칼라에서의 이동을 초래한다. 협대역 OLED 디바이스, 특히 청색 및 녹색 디바이스가 전형적으로 작동 안정성에서 광대역 OLED 디바이스보다 낮음은 잘 알려져 있다. 따라서, 적층된 광대역 OLED 디바이스의 안정성을 개선시키려는 요구가 있다.

<10> 다중칼라 디바이스를 형성하기 위해서는 광대역-방출 전기발광(EL) 층이 사용된다. 각각의 픽셀은 칼라 필터 어레이(array)(CFA) 또는 칼라 변환 모듈 어레이의 일부로서 칼라 필터 요소 또는 칼라 변환 모듈 요소와 커플링되어 픽셀화된 다중칼라 디스플레이를 달성한다. 유기 EL 층은 모든 픽셀에 대해 통상적인 것이며, 검토자(viewer)에 의해 감지되는 최종 칼라는 픽셀의 상응하는 칼라 필터 요소 또는 칼라 변환 모듈 요소에 의해 지적된다. 따라서, 다중칼라 또는 RGB 디바이스는 어떠한 유기 EL 층의 패턴화를 필요로 하지 않고서 제조된다. 백색 CFA 상부-방출 디바이스의 예는 미국 특허 제6,392,340호에 제시된다. 백색-발광 OLED 디바이스의 다른 예는 미국 특허 제5,683,823호, JP 07-142169호 및 미국 특허 제5,405,709호에 개시되어 있다.

<11> 칼라 필터 또는 칼라 변환 모듈과 함께 사용되는 경우 광대역 OLED 디바이스의 적용시의 하나의 문제점은, 방출 스펙트럼의 착색된 구성요소들 중 하나 이상의 강도가 종종 목적하는 것보다 낮다는 것이다. 따라서, OLED로부터 칼라 필터를 통해 광대역 광을 통과시키면, 목적하는 것보다 낮은 효율을 갖는 하나 이상의 착색된 광(들)이 제공된다. 결론적으로, 적색, 녹색 및 청색 광을 혼합시킴으로써 디스플레이에서 백색 칼라를 제조하는데 요구되는 동력이 또한 목적하는 것보다 높을 수 있다. 따라서, 광대역 광-생성 OLED 디바이스를 사용하는 다중칼라 OLED 디스플레이에서의 개선에 대한 요구가 계속되고 있다.

<12> 또한, EL 유닛 내에 단지 하나의 LEL을 포함하는 하나 이상의 EL 유닛을 사용하는 광대역 OLED 디스플레이에서 문제점이 존재한다. 목적하는 것보다 낮은 강도를 갖는 하나 이상의 칼라 구성요소를 생성시키는 광대역 OLED 디바이스의 칼라 보상은, 목적하는 것보다 낮은 강도를 갖는 칼라 구성요소의 파장 범위에서 방출하는 EL 유닛의 부가에 의해 달성된다. 이 칼라 보상의 목적은 광대역 OLED 디스플레이의 효율과 칼라 순도를 개선시키는 것이다. 그러나, 단지 하나의 LEL을 갖는 협대역 EL 유닛은 하나 이상의 LEL을 갖는 광대역 EL 유닛만큼 안정적이지 않은 것으로 관찰되었다. 따라서, 칼라, 효율 및 안정성에 대해 광대역 OLED 디바이스를 개선시키려는 요구가 있다.

<13> 다층 OLED 구조 내의 광학 간섭 효과들로 인해 직렬식 광대역 OLED 디바이스에 다른 문제점들이 존재한다. 당해 분야에서는, 반사기 층, 전형적으로 전극들 중 하나에 대비되는 LEL의 위치, 및 비매칭된 광학 상수의 다른 계면들은 디바이스로부터 추출된 광의 양을 결정하는 것으로 알려져 있다. 특정 LEL의 바람직한 위치는 파장의 의존적이다. 직렬식 OLED 디바이스에서, 그들의 바람직하게는 위치 가까이 LEL 모듈을 위치시키기가 곤란하다. 따라서, 추출된 광의 양을 증가시키기 위해 직렬식 광대역 OLED 디바이스를 개선시키려는 요구가 있다.

<14> 또한, 다중칼라 또는 완전 칼라 디스플레이를 제조하는데 사용되는 경우, 목적하는 파장 범위 이외에서 파장을 포함하는 광대역 OLED 디바이스와 관련된 문제점이 존재한다. 이들 파장 범위의 일부가 목적하는 칼라 픽셀을 제조하는데 사용된 칼라 필터에 의해 전형적으로 흡수되기 때문에, 동력이 허비된다. 또한, 흡수되지 않는 이들 목적하는 파장 범위 이외의 범위는 칼라 픽셀의 칼라 순도에서의 감소를 초래한다. 일례는 완전 칼라 디스플레이를 제조하는데 사용되는 경우 청록색(cyan), 황색 또는 자홍색(magenta) 파장 범위에서의 방출을 포함하는 광대역 OLED 디바이스이다. 이들 파장 범위의 일부가 적색, 녹색 및 청색 픽셀을 제조하는데 사용된 칼라 필터에 의해 전형적으로 흡수되기 때문에, 동력이 허비된다. 흡수되지 않는 청록색, 황색 또는 자홍색 파장 범위는 적색, 녹색 및 청색 픽셀의 칼라 순도에서의 감소를 초래한다. 따라서, 다중칼라 또는 완전 칼라 디스플레이의 목적하는 파장 범위 이외의 범위에서의 더욱 낮은 수준의 방출을 포함하는 광대역 OLED 디바이스를 개선시키려는 요구가 있다.

발명의 상세한 설명

<15> **발명의 요약**

<16> 따라서, 본 발명의 목적은 더욱 효과적인 광대역 광-생성 OLED 디스플레이를 제조하는 것이다.

<17> 이 목적은, a) 전극들 사이에 배치된 2개 이상의 광대역 발광 유닛으로서, 이들 중 2개 이상은 상이한 방출 스펙트럼을 갖는 광을 생성시키고, 상기 광대역 발광 유닛의 하나 이상은 백색 광을 생성시키지 않는 유닛; 및 b)

인접한 발광 유닛들 사이에 배치된 중간 커넥터(connector)를 포함하는 2개 이상의 이격된 전극들을 갖는 광대역 광을 생성하는 직렬식 OLED 디스플레이에 의해 달성된다.

<18> **장점**

<19> 하나 이상이 백색이 아닌 2개 이상의 광대역 발광 유닛을 갖는 직렬식 OLED 디스플레이를 사용함으로써, 상기 광대역 발광 유닛에 의해 생성된 광이 효과적인 다중칼라, 완전 칼라 또는 광대역 광 생성 OLED 디스플레이를 제조하도록 선택되는 것을 밝혀냈다. 본 발명의 추가의 장점은 광대역 발광 유닛의 위치가 OLED 디바이스 내에서 OLED 디바이스로부터 추출된 광의 양을 증가시키도록 선택되는 것이다. 본 발명의 추가의 장점은 OLED 디스플레이의 수명이 개선된다는 것이다. 본 발명의 추가의 장점은 칼라 순도, 효율 및 수명이 개선된 디바이스를 제공한다는 것이다.

<20> **발명의 상세한 설명**

<21> 용어 "OLED 디스플레이", "OLED 디바이스" 또는 "유기 발광 디스플레이"는 픽셀로서 유기 발광 다이오드를 포함하는 디스플레이 디바이스에 대한 당해 분야의 인지된 의미로 사용된다. 칼라 OLED 디바이스는 하나 이상의 칼라의 광을 방출한다. 용어 "다중칼라"는 상이한 영역에서 상이한 색상(hue)의 광을 방출할 수 있는 디스플레이 패널을 기술하는데 사용된다. 특히, 상이한 칼라의 이미지를 표시할 수 있는 디스플레이 패널을 기술하는데 사용된다. 이러한 영역들은 반드시 인접할 필요는 없다. 용어 "완전 칼라"는 통상적으로 가시 스펙트럼의 적어도 적색, 녹색 및 청색 영역에서 방출될 수 있고 색상들의 임의 조합으로 이미지를 표시할 수 있는 다중칼라 디스플레이 패널을 설명하는데 사용된다. 적색, 녹색 및 청색 칼라는 3원색을 구성하며, 여기서 다른 모든 칼라는 상기 3원색을 적절히 혼합함으로써 생성된다. 그러나, 디바이스의 색역(color gamut)을 확장하기 위해 부가적인 칼라들을 사용할 수 있다. 용어 "색상"은 가시 스펙트럼 내의 발광 강도의 프로파일을 지칭하는 것으로, 상이한 색상은 육안으로 식별될 수 있는 칼라의 차이를 나타낸다. 용어 "픽셀"은 다른 영역과 독립적으로 광을 방출하기 위해 자극되는 디스플레이 패널의 영역을 지칭하는데 있어서 당해 분야에서 인지된 의미로 사용된다. 그러나, 인지되어 있는 바와 같이, 완전 칼라 시스템에서, 상이한 칼라의 몇몇 픽셀은 함께 사용되어 다양한 범위의 칼라를 형성하고, 검토자는 이러한 그룹을 단일 픽셀로서 지칭할 수 있다. 이 논의의 목적을 위해, 이러한 그룹은 일부 상이한 착색된 픽셀인 것으로 고려될 것이다.

<22> 본원에 따라, 광대역 광 또는 광대역 방출은 가시 스펙트럼의 여러 부분, 예컨대 청색 및 녹색에서의 유의적인 구성요소를 갖는 광이다. 광대역 방출은 또한 백색 광을 생성시키기 위해 스펙트럼의 적색, 녹색 및 청색 부분에서 광이 방출되는 위치를 포함할 수 있다. 백색 광은 백색을 갖는 것으로서 사용자에게 의해 인지되는 광, 또는 칼라 개질 매질, 예컨대 적색, 녹색 및 청색 칼라 필터 또는 칼라 변환 모듈과 함께 사용되어서 실제 완전 칼라 디스플레이를 생성시키기에 충분한 방출 스펙트럼을 갖는 광이다. 약 0.33 및 0.33의 CIE_x 및 CIE_y 좌표가 특정 상황에서 이상적일 수 있지만, 실제 좌표들은 상당히 다양할 수 있으며, 여전히 매우 유용할 수 있다.

<23> 본 발명은 대부분의 OLED 디바이스 용도에 이용될 수 있다. 이들은 단일한 애노드 및 캐소드를 포함하는 매우 단순한 구조에서부터, 픽셀을 생성하기 위한 애노드와 캐소드의 직교 어레이로 구성된 수동 매트릭스(passive matrix) 디스플레이, 및 각 픽셀이 예컨대 박막 트랜지스터(TFT)로 독립적으로 제어되는 능동 매트릭스(active matrix) 디스플레이를 비롯한 더욱 복잡한 디바이스를 포함한다. 본 발명의 OLED 디바이스는 전향 바이어스(bias) 하에 작동할 수 있으며, 따라서 DC 모드 하에서 작동할 수 있다. 때로는 역 바이어스, 예컨대 교류 모드에서 적용하는 것이 유리하다. OLED 디바이스는 전형적으로 역 바이어스 하에서 발광되지 않지만, 유의적인 안정성 보장은 미국 특허 제5,552,678호에 기재된 바와 같이 입증되었다.

<24> 이제 도 1을 보면, 본 발명에 따라 광대역 광을 생성시키기 위한 직렬식 OLED 디스플레이(100)의 단면도가 도시되어 있다. 광대역 광의 속성은 이하 추가로 설명될 것이다. 직렬식 OLED 디스플레이는, 2개 이상의 발광 유닛을 적층된 배열로 갖는 OLED 디스플레이를 의미한다. 이 직렬식 OLED 디스플레이는 2개 이상의 이격된 전극, 본원에서는 애노드의 어레이(애노드(110a, 110b, 110c 및 110d)로 나타냄) 및 캐소드(170)를 갖는다. 캐소드 또는 애노드의 어레이 중 하나 이상은 투명하다. 애노드는 직렬식 OLED 디스플레이(100)의 어레이, 예컨대 적색-방출 픽셀(115a), 녹색-방출 픽셀(115b), 청색-방출 픽셀(115c) 및 광대역-방출 픽셀(115d)에 상응한다. 애노드와 캐소드 사이에 N 유기 광대역 발광 유닛(120.x)("광대역 EL 유닛"으로서 지적됨)(여기서, N은 2 이상이다)이 배치되며, 여기서 2개 이상의 광대역 발광 유닛은 상이한 방출 스펙트럼을 갖는 광을 생성하고, 이러한 광대역 발광 유닛들 중 하나 이상은 백색 광을 생성하지 않는다. 직렬식 OLED 디스플레이(100)는 또한 각각의 인접한 광대역 발광 유닛들 사이에 배치된 N-1 중간 커넥터(도면에서 "내부 커넥터"로서 지적됨)를 포함한다. x는 1 내지 120.x에 대한 N 사이 및 1 내지 130.x에 대한 N 사이의 변동 정수이다. 적층되고 일렬로 연결된 광

대역 발광 유닛(120.x)은 120.1 내지 120.N으로 지정되며, 여기서 120.1은 제 1 광대역 발광 유닛(애노드에 인접함), 120.2는 제 2 광대역 발광 유닛이고, 120.N은 제 N 광대역 발광 유닛(캐소드에 인접함)이다. 용어 120.x는 본 발명에서 120.1 내지 120.N으로 명명되는 임의의 광대역 발광 유닛이다. 커넥터(130.x)는 각각의 광대역 발광 유닛들 사이에 배치되고, 130.1 내지 130.(N-1)로 지정되며, 여기서 130.1은 광대역 발광 유닛(120.1 및 120.2) 사이에 배치된 제 1 연결 층이고, 130.(N-1)은 광대역 발광 유닛(120.(N-1) 및 120.N) 사이에 배치된 최종 연결 층이다. 용어 130.x는 본 발명에서 130.1 내지 130.(N-1)로 명명되는 임의의 중간 커넥터이다. N 광대역 발광 유닛과 관련된 총 N-1 중간 커넥터들이 존재한다.

<25> 직렬식 OLED 디스플레이(100)는 전기 전도체(제시되지 않음)를 통해 전압/전류 공급원에 외부적으로 연결되어 있고, 한 쌍의 접촉 전극, 즉 애노드(110a) 및 캐소드(170) 사이의 전압/전류 공급원에 의해 생성된 전기 전위를 인가함으로써 작동된다. 전향 바이어스 하에서, 이 외부적으로 인가된 전기 전위는 2N 광대역 발광 유닛과 2N-1 중간 커넥터 사이에서 이들 유닛과 층들 각각의 전기 저항성에 비례하여 분포된다. 직렬식 백색 OLED를 가로지르는 전기 전위는, 정공(양으로 하전된 캐리어)이 애노드(110a)로부터 제 1 광대역 발광 유닛(120.1) 내로 주입되고, 전자(음으로 하전된 캐리어)가 캐소드(170)로부터 제 N 광대역 발광 유닛(120.N) 내로 주입되도록 만든다. 동시에, 전자 및 정공은 각각의 중간 커넥터(130.1-130.(N-1)) 내에서 생성되고 이들로부터 분리된다. 예를 들면, 연결 층(130.1) 내에 생성된 전자는 애노드를 향해서 인접한 광대역 발광 유닛(120.1) 내로 주입된다. 유사하게, 연결 층(130.1) 내에 생성된 정공은 캐소드를 향해서 인접한 광대역 발광 유닛(120.2) 내로 주입된다. 후속적으로, 이들 전자 및 정공은 이들의 상응하는 발광 유닛에서 재조합되어 광을 생성한다.

<26> 직렬식 OLED 디스플레이(100)에서 각각의 광대역 발광 유닛은 정공-수송, 전자-수송, 및 전자-정공 재조합을 지지하여 광을 생성할 수 있다. 각각의 광대역 발광 유닛은 복수개의 층을 포함할 수 있다. 본 발명의 광대역 EL 유닛으로서 사용될 수 있는 많은 유기 발광 다층 구조물이 당해 분야에 공지되어 있다. 이들은 정공-수송 층(HTL)/하나 이상의 발광 층(LEL 또는 LEL들)/전자-수송 층(ETL), 정공-주입 층(HIL)/HTL/(LEL 또는 LEL들)/ETL, HIL/HTL/(LEL 또는 LEL들)/ETL/전자-주입 층(EIL), HIL/HTL/전자-차단 층 또는 정공-차단 층/(LEL 또는 LEL들)/ETL/EIL, HIL/HTL/(LEL 또는 LEL들)/정공-차단 층/ETL/EIL을 포함한다. 직렬식 OLED 디스플레이에서 각각의 광대역 발광 유닛은, 조합된 방출이 광대역 방출을 개선시키는 한, 다른 발광 유닛과 동일하거나 상이한 층 구조를 가질 수 있다. 일부 경우, ETL과 인접한 LEL의 두께가 20nm보다 두꺼운 경우, ETL은 EIL로 간단히 대체될 수 있으며, 이어서 EIL은 전자-주입 및 전자-수송 둘 다를 지지하는 기능을 한다.

<27> 직렬식 OLED 디스플레이(100)에서 특이적 광대역 발광 유닛 내의 LEL의 수를 고려하면, LEL의 수는 전형적으로 1 내지 3이다. 따라서, 한 실시양태에서, 광대역 발광 유닛은 하나 이상의 HTL 및 3개의 LEL를 포함할 수 있고, 여기서 각각의 LEL은 상이한 칼라 방출을 갖는다. 광대역 발광 유닛은 또한 하나 이상의 HTL 및 2개의 LEL을 포함할 수 있고, 여기서 각각의 LEL은 상이한 칼라 방출을 갖는다. 광대역 발광 유닛은 또한 하나 이상의 HTL, 및 광대역을 방출하는 1개의 LEL을 포함할 수 있다. 발광 층은 각각의 광대역 발광 유닛이 가시 스펙트럼의 하나 이상의 영역에서 2개 이상의 이격된 피크 스펙트럼 구성요소를 갖는 광, 예컨대 청색과 녹색, 청색과 적색, 녹색과 적색, 또는 청록색과 황색을 생성시키도록 선택된다. 각각의 광대역 발광 유닛 내의 LEL은 동일하거나 상이한 칼라 방출을 가질 수 있지만, 광대역 발광 유닛들 중 2개 이상은 상이한 칼라 방출을 가져야 하고, 광대역 발광 유닛들 중 하나 이상은 청색 및 적색 피크를 포함하는 2개의 자홍색 유닛, 녹색 및 적색 피크를 포함하는 하나의 주황색 유닛, 또는 청색, 녹색 및 적색 피크를 포함하는 하나의 백색 유닛, 청색 및 녹색 피크를 포함하는 하나의 청록색 유닛, 및 녹색 및 적색 피크를 포함하는 하나의 주황색 유닛과 같이 백색이 아니어야 한다. 일부 실시양태에서, 광대역 발광 유닛 중 어느 것도 개별적으로 백색 광을 생성시키지 않는다. 이들 중 일부 실시양태에서, 광대역 발광 유닛의 조합된 방출은 백색 광, 예컨대 청록색 유닛 및 주황색 유닛을 형성할 것이다. 이들 중 다른 실시양태에서, 조합된 방출은 더욱 큰 청색 피크 및 더욱 적은 녹색 피크를 포함하는 하나의 청록색 유닛, 및 더욱 큰 녹색 피크 및 더욱 적은 청색 피크를 포함하는 하나의 청록색 유닛과 같은 백색 광을 형성하지 않을 것이다.

<28> 광대역 발광 유닛 내의 유기 층들은 당해 분야에 공지된 작은 분자 OLED 물질 또는 중합체 LED 물질, 또는 이들의 조합으로부터 형성된다. 다른 상응하는 유기 층의 것과 동일한 물질 또는 다른 물질을 사용하여, 직렬식 OLED 디스플레이에서 각각의 발광 유닛 내의 상응하는 유기 층이 형성된다. 일부 발광 유닛은 중합체이며, 다른 유닛은 형광 물질 및 인광 물질을 비롯한 작은 분자(또는 비중합체)이다.

<29> 광대역 발광 유닛을 구성하는데 사용된 물질은 통상의 백색 OLED를 구성하는데 사용된 것과 동일한 물질이다. 백색-방출 디바이스는 예컨대 EP 1 187 235호, EP 1 182 244호, 미국 특허 제5,683,823호, 미국 특허 제 5,503,910호, 미국 특허 제5,405,709호, 미국 특허 제5,283,182호, 미국 특허 제6,627,333호, 미국 특허 제

6,696,177호, 미국 특허 제6,720,092호, 미국 특허출원 공개공보 제2002/0186214 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2002/0025419 A1호, 및 미국 특허출원 공개공보 제2004/0009367 A1호에 기재되어 있으며, 이들의 개시내용은 본원에 참고로 인용되고 있다. 바람직한 실시양태에서, 광대역 광은 다수의 LEL에 의해 생성된다.

- <30> 각각의 광대역 발광 유닛은 성능을 개선시키거나 목적하는 속성, 예를 들면 OLED 다층 구조물을 통한 광 투과, 구동 전압, 발광 효율, 제작성 및 디바이스 안정성을 달성하기 위해 선택될 수 있다. 직렬식 OLED 디스플레이에서 발광 유닛의 수는 원칙적으로 2개 이상이다. 바람직하게는, 직렬식 OLED 디스플레이에서 발광 유닛의 수는 cd/A의 단위의 발광 효율이 개선되거나 최대화되도록 정해진다.
- <31> 직렬식 OLED 디스플레이를 위한 구동 전압을 감소시키기 위해, 전기발광 효율을 상쇄시키지 않으면서 각각의 발광 유닛을 가능한 얇게 만드는 것이 바람직하다. 각각의 광대역 발광 유닛은 500nm 미만의 두께인 것이 바람직하고, 2 내지 250nm 두께인 것이 더욱 바람직하다. 또한, 광대역 발광 유닛에서의 각각의 층은 200nm 미만의 두께인 것이 바람직하고, 0.1 내지 100nm의 두께인 것이 더욱 바람직하다. 또한, 광대역 발광 유닛에서 각각의 LEL의 두께는 5 내지 50nm의 범위인 것이 바람직하다.
- <32> 칼라 개질 매질의 어레이는 직렬식 OLED 디스플레이(100)와 관련된다. 칼라 개질 매질의 어레이는 광대역 발광 유닛으로부터 광을 수용한다. 칼라 개질 매질로는, 광의 통로를 가지 스펙트럼의 단지 일부로 한정하는 칼라 필터, 스펙트럼의 한 영역에서 광을 흡수하고 상기 스펙트럼의 다른 부분에서 광을 재방출하는 칼라 변경 모듈, 또는 칼라 필터와 칼라 변경 모듈의 조합이 있다. 칼라 개질 매질의 어레이가 다양한 조합을 가질 수 있을지라도, 유용한 조합은, 대역통과(bandpass)가 적색 광을 통과시키거나 방출되도록 선택되는 적색 칼라 개질 매질(105a), 대역통과가 녹색 광을 통과시키거나 방출되도록 선택되는 녹색 칼라 개질 매질(105b), 및 대역통과가 청색 광을 통과시키거나 방출되도록 선택되는 청색 칼라 개질 매질(105c)인 3개의 주요 칼라들의 매질을 포함하여서, 칼라 개질 매질의 어레이가 백색 광을 비롯한 넓은 색역을 생성시킬 수 있다. 예를 들면, 전류가 애노드(110a)와 캐소드(170) 사이를 통과하면, 적색 칼라 개질 매질(105a)에 의해 개질되는 광대역 광이 생성될 것이며, 이로 인해 검토자에게 적색 광을 생성시킨다. 몇몇 유형의 칼라 개질 매질이 당해 분야에 공지되어 있다. 한 유형의 칼라 개질 매질이 제 2 투명 기판 상에 형성된 후, 제 1 기판(150)의 픽셀과 정렬된다. 다른 유형의 칼라 개질 매질은 도 1에서와 같이 픽셀의 요소 상에 직접 형성된다. 다수의 픽셀을 포함하는 디스플레이에서, 개별 칼라 개질 매질 요소들 사이의 공간은 또한 픽셀 크로스 토크(cross talk)를 감소시키고 디스플레이의 콘트라스트를 개선시키도록 블랙 매트릭스로 충전될 수 있다.
- <33> 상이한 착색된 픽셀은 상이한 칼라 개질 매질을 포함할 수 있다. 즉, 녹색 칼라 개질 매질(105b) 및 청색 칼라 개질 매질(105c)은 칼라 필터이지만, 적색 칼라 개질 매질(105a)은 칼라 변경 모듈 또는 칼라 변경 모듈과 칼라 필터의 조합이다. 직렬식 OLED 디스플레이(100)는 칼라 개질 매질이 없는 하나 이상의 픽셀, 예컨대 광대역 광을 방출하는 광대역-방출 픽셀(115d)을 포함할 수 있다. 이는 이 유형의 광범위한 실시양태들을 초래할 수 있다. 예를 들면, 한 실시양태에서, 직렬식 OLED 디스플레이(100)의 광대역 발광 유닛들의 조합된 방출은 백색 광을 형성할 수 있다. 칼라 개질 매질(105a, 105b 및 105c)은 광 방출을 적색, 녹색 및 청색으로 각각 한정하는 칼라 필터이다. 각각의 픽셀은 디스플레이의 색역을 결정한다. 광대역-방출 픽셀(115d)은 조합된 백색을 방출하며, 이로 인해 제한역내(within-gamut) 픽셀이 된다. 색역은 도 2a에서 개략적으로 도시되며, 이는 3개의 색역-제한 픽셀 및 하나의 제한역내 픽셀을 갖는 발광 디바이스의 1931 CIE(국제 조명 위원회) x,y-색도 다이어그램이다. 3개 이상의 픽셀은 상이한 칼라, 예컨대 적색 이미터(12), 녹색 이미터(13) 및 청색 이미터(14)를 방출하며, 이들은 CIE 칼라 공간(10)에서 디스플레이의 색역(16)을 한정한다. 색역-제한 픽셀들 중 2개 이상을 다양한 강도로 조명함으로써, 다른 칼라가 생성된다. 이들 신규 칼라는 제한역내 픽셀이다. 이러한 디스플레이 디바이스는 또한 제한역내 칼라 광을 방출하는 하나 이상의 추가 픽셀, 예컨대 백색 이미터(18)를 갖는다. 백색이라는 용어는 본 발명에서 검토자에게 거의 백색으로 감지되는 임의의 광 방출을 지적하는데 사용된다. 그러나 제한역내 픽셀은 색역-제한 픽셀의 제한역 내의 임의의 칼라이며, 용어 RGBW는 본원에서 3개 이상의 색역-제한 픽셀 및 하나 이상의 제한역내 픽셀을 갖는 임의의 디스플레이를 기재하는데 사용된다. 이 유형의 디스플레이는 통상의 OLED 디스플레이보다 효율적인데, 이는 제한역내 픽셀이 하나 이상의 색역-제한 픽셀보다 높은 효율을 가지려 하기 때문이다. 전형적으로, 제한역내 픽셀은 모든 색역-제한 픽셀보다 효율적이다.
- <34> 이 배치구조에서, 부가된 이미터는 백색 이미터(18) 및 다른 3개의 이미터 중 2개를 포함하는 일련의 하위 제한역(sub-gamut)(도 2a에서 대시선으로 나타냄)을 생성시킨다. 하위 제한역은 함께 색역(16)을 형성한다. 따라서, 하나가 적색 이미터(12), 녹색 이미터(13) 및 청색 이미터(14)의 적절한 조합으로부터 목적하는 칼라(15)를 생성할 수 있지만, 적색 이미터(12), 청색 이미터(14) 및 백색 이미터(18)의 적절한 조합에 의해 더욱 효과적으

로 생성시킨다.

- <35> 다른 실시양태에서, 직렬식 OLED 디스플레이(100)의 광대역 발광 유닛들의 조합된 방출은 청색 및 녹색 광을 포함하는 청록색 광을 형성할 수 있다. 칼라 개질 매질(105b 및 105c)은 각각 광 방출을 녹색 및 청색으로 제한하는 칼라 필터이지만, 칼라 개질 매질(105a)은 청록색 방출의 모두 또는 그 일부를 적색 광으로 전환시키는 칼라 변경 모듈이다. 광대역-방출 픽셀(115d)은 조합된 청록색을 방출하며, 제 4 제한역 픽셀을 제공한다. 각각의 픽셀은 디스플레이의 색역을 결정한다. 색역은, RGBC 디바이스로 지칭되는 색역-제한 픽셀을 부가된 디스플레이의 예인 도 2b에 개략적으로 도시된다. 적색 이미터(12), 녹색 이미터(13) 및 청색 이미터(14) 이외에, 이러한 디바이스는 다른 3개의 픽셀에 의해 제한된 색역 밖으로 방출하는 청록색 이미터(17)를 포함한다. 이러한 디바이스는 확장된 색역(19)을 제한할 수 있는 장점을 갖는다.
- <36> 이 배치구조에서, 부가된 이미터는 4개의 이미터 중 3개를 포함하는 일련의 하위 제한역(도 2b에서 대시선으로 나타냄)을 생성시킨다. 각각의 하위 제한역은 다른 것과 중첩된다. 따라서, 적색 이미터(12), 녹색 이미터(13) 및 청색 이미터(14)의 적절한 조합; 적색 이미터(12), 청록색 이미터(17) 및 청색 이미터(14)의 적절한 조합; 또는 4개 모든 이미터의 적절한 조합으로부터 목적하는 칼라(15)를 생성시킬 수 있다.
- <37> 다른 실시양태들에서 이들이 3개 이상의 상이한 착색된 제한역 픽셀을 포함하는 한 이 구조가 가능하다. 제한역 픽셀은 모두 칼라-개질되거나(예컨대, 픽셀 (115a, 115b 및 115c)), 또는 칼라-개질되고 비개질된 픽셀을 포함할 수 있다(예컨대, 픽셀 (115b, 115c 및 115d)).
- <38> 이하 도 3a 내지 3d를 참고하면, 본 발명에 유용한 광대역 발광 유닛에 대한 방출 스펙트럼의 일부 비제한적인 예를 제시한다. 도 3a는 백색 광을 생성시키는 광대역 발광 유닛의 방출 스펙트럼을 나타낸다. 2개 피크 스펙트럼 구성요소(305 및 325)를 갖는 방출 스펙트럼(300)은 청색 영역(310), 녹색 영역(315) 및 적색 영역(320)에서 유의적인 방출을 갖는다. 이러한 발광 유닛은 비여과되는 경우 백색 이미터이며, 칼라 필터와 사용되어 적색, 녹색 및 청색 픽셀을 제공한다. 도 3b는 청록색 광대역 발광 유닛의 방출 스펙트럼(330)을 나타내며, 이는 청색 및 녹색 광을 생성시킨다. 도 3c는 자홍색 광대역 발광 유닛의 방출 스펙트럼(340)을 나타내며, 이는 청색 및 적색 광을 생성시킨다. 도 3d는 황색 광대역 발광 유닛의 방출 스펙트럼(350)을 나타내며, 이는 녹색 및 적색 광을 생성시킨다.
- <39> 직렬식 OLED 디스플레이(100)의 2개 이상의 광대역 발광 유닛은 도 3a 내지 도 3d의 것과 유사한 방출 스펙트럼을 가질 수 있다. 예를 들면, 광대역 발광 유닛들 중 하나는 도 3a와 유사하게 백색 광을 생성시킬 수 있고, 제 2 광대역 발광 유닛은 도 3b와 유사하게 녹색 및 청색 광을 생성시킬 수 있다. 다른 실시양태에서, 광대역 발광 유닛들 중 하나는 도 3a와 유사하게 백색 광을 생성시킬 수 있고, 제 2 광대역 발광 유닛은 도 3c와 유사하게 적색 및 청색 광을 생성시킬 수 있다. 다른 실시양태에서, 광대역 발광 유닛들 중 하나는 도 3a와 유사하게 백색 광을 생성시킬 수 있고, 제 2 광대역 발광 유닛은 도 3d와 유사하게 적색 및 녹색 광을 생성시킬 수 있다. 어떠한 광대역 발광 유닛들도 개별적으로 백색 광을 생성시키지 않는 실시양태가 가능하다. 예를 들면, 광대역 발광 유닛들 중 하나는 도 3c와 유사하게 청색 및 적색 광을 생성시킬 수 있고, 제 2 광대역 발광 유닛은 도 3b와 유사하게 녹색 및 청색 광을 생성시킬 수 있다. 이 경우, 광대역 발광 유닛들의 조합된 방출은 백색 광을 형성할 것이다. 또한, 광대역 발광 유닛들의 조합된 방출은 백색 광을 형성하지 않을 것이다.
- <40> 이하 도 4를 참고하면, 본 발명의 한 실시양태에서 일부 광대역 발광 유닛의 방출 스펙트럼을 나타낸다. 하나 이상의 광대역 발광 유닛은 제 1 및 제 2 방출 피크를 갖는 방출 스펙트럼을 생성시키며, 여기서 제 1 방출 피크는 제 2 방출 피크보다 큰 강도를 갖는다. 예를 들면, 방출 스펙트럼(360)은 가시 스펙트럼의 청색 영역에서 더욱 큰 강도의 제 1 방출 피크(365) 및 녹색 영역에서 더욱 적은 강도의 제 2 방출 피크(370)를 갖는다. 유사하게, 방출 스펙트럼(380)은 녹색 영역에서 더욱 큰 강도의 제 1 피크 및 적색 영역에서 더욱 적은 강도의 제 2 피크를 갖고, 방출 스펙트럼(390)은 적색 영역에서 더욱 큰 강도의 제 1 피크 및 청색 영역에서 더욱 적은 강도의 제 2 피크를 갖는다. 광대역 발광 유닛의 제 1 방출 피크는 조합된 방출이 제시된 바와 같이 적색, 녹색 및 청색 영역에서의 광인 백색 광을 생성시키도록 선택된다. 또한, 광대역 발광 유닛의 조합된 방출이 백색 광을 형성하지 않을 수 있다. 예를 들면, 방출 스펙트럼(360)을 갖는 제 1 광대역 발광 유닛 및 방출 스펙트럼(380)을 갖는 제 2 광대역 발광 유닛은 청록색 방출을 갖는 직렬식 OLED 디바이스를 형성할 수 있다.
- <41> 다층 OLED 구조 내의 광학적 간섭 효과의 문제점은 이미 언급되었다. 이는, 광의 3개의 상이한 파장, 예컨대 적색(곡선(510)), 녹색(곡선(520)) 및 청색(곡선(530))에 대해 발광 층의 거리를 갖는 방출 강도의 편차를 나타내는 도 5에 개략적으로 제시된다. 특정 발광 층의 바람직한 위치는 파장 의존적이다. 제 1 및 제 2 방출 피크들이 강도에서 유사한 광대역 발광 유닛을 사용하는 통상의 직렬식 OLED 디바이스에서, 모든 방출 피크의 바

람직한 위치 근처에 광대역 발광 층들 모두를 위치시키는 것이 곤란하다. 각각의 적색, 녹색 및 청색 방출의 대부분이 직렬식 OLED 구조의 특정 실시양태에서 별도의 발광 유닛에 의해 제공되기 때문에, 각각의 발광 유닛이 OLED 스택을 갖는 이들의 최적 위치에 또는 그 근처에 위치되는 것이 유리하다.

<42> 이하 도 6을 참고하면, 본 발명에 따른 직렬식 OLED 디스플레이의 단일한 발광 픽셀(400)의 단면도가 존재한다. 발광 픽셀(400)은 바닥-방출로서 도시되고 있지만, 상부-방출 또는 바닥-방출이다. 발광 픽셀(400)은 기관(150), 애노드(110), 상기 애노드(110)로부터 이격된 캐소드(170), 제 1 광대역 발광 유닛(120.1), 중간 커넥터(130.1), (120.1)과 다른 제 2 광대역 발광 유닛(120.2), 및 칼라 개질 매질(105)을 포함한다. 각각의 광대역 발광 유닛은 하나 이상의 발광 층(예컨대, 발광 층(430, 450, 435 및 455)을 포함하며, 또한 정공-주입 층(예컨대 410), 정공-수송 층(예컨대 420 및 425), 전자-수송 층(예컨대 460 및 465) 및 전자-주입 층(예컨대 475)을 포함할 수 있다. 이들 층의 물질은 이하 기재된다.

<43> 광대역 EL 유닛, 예컨대 (120.1)은 정공-전자 재조합에 반응하여 광을 생성시킨다. 목적하는 유기 발광 물질은 임의의 적합한 방식, 예컨대 증발, 스퍼터링, 화학 증착, 전기화학 침적, 또는 도너(donor) 물질로부터의 방사 열 전달에 의해 침적된다. 유용한 유기 발광 물질은 잘 공지되어 있다. 미국 특허 제4,769,292호 및 제5,935,721호에 더욱 자세하게 기재된 바와 같이, 유기 EL 요소의 발광 층은 이 영역에서의 전자-정공 쌍 재조합의 결과로서 전기발광이 형성되어서 광을 생성하는 발광 또는 형광 물질을 포함한다. OLED 발광 층이 발광 물질로부터 형성될지라도, 이들은 더욱 일반적으로는 호스트-물질 및 발광 도판트를 포함한다. 본 발명에서는 특정의 적색-, 황색-, 녹색- 및 청색-발광 화합물이 특히 유용하다. 백색 광을 방출하는 종래 기술의 디스플레이는 광범위한 방출 파장을 생성시키는 방출 층을 포함한다. 예를 들면, EP 1 187 235호에서는 스펙트럼의 가시 영역에서 실질적으로 연속적인 스펙트럼을 갖는 백색 광 방출 유기 전기발광 요소를 교시하고 있다. 다른 예는, EP 1 182 244호, 미국 특허 제5,683,823호, 미국 특허 제5,503,910호, 미국 특허 제5,405,709호, 미국 특허 제5,283,182호, 미국 특허 제6,627,333호, 미국 특허 제6,696,177호, 미국 특허 제6,720,092호, 미국 특허출원 공개공보 제2002/0186214 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2002/0025419 A1호, 및 미국 특허출원 공개공보 제2004/0009367 A1호에 기재되어 있다. 이들은 본원에서 광대역 백색 이미터 또는 광대역 이미터로서 지칭될 것이다.

<44> HTL은 방향족 3차 아민과 같은 하나 이상의 정공-수송 물질을 함유하며, 여기서 방향족 3차 아민은 오직 탄소원자(이 중 하나 이상은 방향족 고리의 구성원임)에만 결합된 하나 이상의 3가 질소원자를 함유하는 화합물인 것으로 이해된다. 한 형태에서, 방향족 3차 아민은 아릴아민, 예컨대 모노아릴아민, 다이아릴아민, 트리아릴아민, 또는 중합체 아릴아민이다. 단량체 트리아릴아민의 예는 클립펠(Klupfel) 등의 미국 특허 제3,180,730호에 예시되어 있다. 하나 이상의 바이닐 라디칼 또는 하나 이상의 활성 수소 함유 기로 치환된 다른 적합한 트리아릴아민은 브랜틀리(Brantley) 등의 미국 특허 제3,567,450호 및 미국 특허 제3,658,520호에 개시되어 있다.

<45> 방향족 3차 아민의 더욱 바람직한 부류는 반 슬리케(VanSlyke) 등에 의해 미국 특허 제4,720,432호 및 미국 특허 제5,061,569호에 기재된 바와 같은 2개 이상의 방향족 3차 아민 잔기를 포함하는 것이다. HTL은 방향족 3차 아민 화합물 단독 또는 이들의 혼합물로 형성된다. 유용한 3차 아민의 예는 다음과 같다: 1,1-비스(4-다이-p-톨릴아미노페닐)사이클로헥세인; 1,1-비스(4-다이-p-톨릴아미노페닐)-4-페닐사이클로헥세인; N,N,N',N'-테트라페닐-4,4'-다이아미노-1,1':4',1''':4'',1''''-쿼터페닐; 비스(4-다이메틸아미노-2-메틸페닐)페닐메테인; 1,4-비스[2-[4-[N,N-다이(p-톨릴)아미노]페닐]바이닐]벤젠(BDTAPVB); N,N,N',N'-테트라-p-톨릴-4,4'-다이아미노바이페닐; N,N,N',N'-테트라페닐-4,4'-다이아미노바이페닐; N,N,N',N'-테트라-1-나프틸-4,4'-다이아미노바이페닐; N,N,N',N'-테트라-2-나프틸-4,4'-다이아미노바이페닐; N-페닐카바졸; 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐(NPB); 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-(2-나프틸)아미노]바이페닐(TNB); 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]p-터페닐; 4,4'-비스[N-(2-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐; 4,4'-비스[N-(3-아세나프테닐)-N-페닐아미노]바이페닐; 1,5-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]나프탈렌; 4,4'-비스[N-(9-안트릴)-N-페닐아미노]바이페닐; 4,4'-비스[N-(1-안트릴)-N-페닐아미노]-p-터페닐; 4,4'-비스[N-(2-페난트릴)-N-페닐아미노]바이페닐; 4,4'-비스[N-(8-플루오르안테닐)-N-페닐아미노]바이페닐; 4,4'-비스[N-(2-피레닐)-N-페닐아미노]바이페닐; 4,4'-비스[N-(2-나프타세닐)-N-페닐아미노]바이페닐; 4,4'-비스[N-(2-페릴레닐)-N-페닐아미노]바이페닐; 4,4'-비스[N-(1-코로네닐)-N-페닐아미노]바이페닐; 2,6-비스(다이-p-톨릴아미노)나프탈렌; 2,6-비스[다이-(1-나프틸)아미노]나프탈렌; 2,6-비스[N-(1-나프틸)-N-(2-나프틸)아미노]나프탈렌; N,N,N',N'-테트라(2-나프틸)-4,4'-다이아미노-p-터페닐; 4,4'-비스[N-페닐-N-[4-(1-나프틸)-페닐]아미노]바이페닐; 2,6-비스[N,N-다이(2-나프틸)아미노]플루오렌; 4,4',4'-트리스[(3-메틸페닐)페닐아미노]트리아페닐아민(MTDATA); 및 4,4'-비스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아

미노]바이페닐(TPD).

- <46> 유용한 정공-수송 물질의 또 다른 부류는 EP 1 009 041호에 기재되어 있는 다환상 방향족 화합물을 포함한다. 2개 초과와 아민 기를 갖는 3급 방향족 아민(올리고머 물질 포함)을 사용할 수 있다. 또한, 폴리(N-바이닐카바졸)(PVK), 폴리싸이오펜, 폴리피롤, 폴리아닐린 및 공중합체(예: PEDOT/PSS로도 불리는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)/폴리(4-스타이렌설포네이트))와 같은 중합체 정공-수송 물질을 사용할 수 있다.
- <47> LEL은 이 영역에서의 전자-정공 쌍 재조합의 결과로서 전기 발광이 생성되는 발광 또는 형광 물질을 포함한다. 발광 층은 단일 물질로 이루어질 수 있지만, 더욱 통상적으로는 게스트 화합물 또는 화합물들로 도핑된 호스트 물질로 이루어지며, 이 경우 발광은 주로 방출 물질로부터 이루어지고 임의의 갈라일 수 있다. 이 게스트 방출 물질은 흔히 발광 도판트로서 지칭된다. 발광 층의 호스트 물질은 아래 정의된 바와 같은 전자-수송 물질, 상기 정의된 바와 같은 정공-수송 물질 또는 정공-전자 재조합을 지지하는 또 다른 물질 또는 물질들의 조합일 수 있다. 방출 물질은 전형적으로 매우 형광성인 염료 및 인광 화합물, 예를 들어 WO 98/55561호, WO 00/18851호, WO 00/57676호 및 WO 00/70655호에 기재된 바와 같은 전이금속 착체로부터 선택된다. 방출 물질은 전형적으로 0.01 내지 10중량%로 호스트 물질 내로 혼용된다.
- <48> 호스트 및 방출 물질은 작은 비중합체 분자 또는 중합체 물질, 예컨대 폴리플루오렌 및 폴리바이닐아릴렌(예: 폴리(p-페닐렌바이닐렌), PPV)이다. 중합체의 경우, 작은 분자 방출 물질은 중합체 호스트 내로 분자적으로 분산되거나, 또는 방출 물질은 미량 구성성분을 호스트 중합체 내로 공중합시킴으로써 첨가된다.
- <49> 방출 물질을 선택하는데 있어 중요한 관계는, 분자의 점유된 최고 분자 궤도와 점유되지 않은 최저 분자 궤도 사이의 에너지 차이로서 정의되는 밴드갭(bandgap) 전위의 비교이다. 호스트로부터 방출 물질로의 효율적인 에너지 전달을 위해, 필요한 조건은 도판트의 밴드갭이 호스트 물질의 밴드갭보다 더욱 작아야 한다는 것이다. (삼중 여기 상태에서 방출하는 물질, 즉 소위 "삼중 이미터"를 비롯한) 인광 이미터의 경우, 호스트 삼중상태 에너지 수준이 호스트로부터 방출 물질로 에너지가 전달될 수 있도록 충분히 높은 것이 또한 중요하다.
- <50> 이 용도로 알려진 호스트 및 방출 물질은 미국 특허 제4,768,292호, 미국 특허 제5,141,671호, 미국 특허 제5,150,006호, 미국 특허 제5,151,629호, 미국 특허 제5,405,709호, 미국 특허 제5,484,922호, 미국 특허 제5,593,788호, 미국 특허 제5,645,948호, 미국 특허 제5,683,823호, 미국 특허 제5,755,999호, 미국 특허 제5,928,802호, 미국 특허 제5,935,720호, 미국 특허 제5,935,721호, 미국 특허 제6,020,078호, 미국 특허 제6,475,648호, 미국 특허 제6,534,199호, 미국 특허 제6,661,023호, 미국 특허출원 공개공보 제2002/0127427 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0198829 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0203234 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0224202 A1호 및 미국 특허출원 공개공보 제2004/0001969 A1호에 개시된 것을 포함하지만 이에 국한되지 않는다.
- <51> 8-하이드록시퀴놀린(옥신)의 금속 착체 및 유사한 유도체가 전기 발광을 지지할 수 있는 유용한 호스트 화합물의 한 부류를 구성한다. 유용한 킬레이트화된 옥시노이드 화합물의 예는 다음과 같다: CO-1: 알루미늄 트리옥신[일명, 트리(8-퀴놀리놀레이트)알루미늄(III)]; CO-2: 마그네슘 비스옥신[일명, 비스(8-퀴놀리놀레이트)마그네슘(II)]; CO-3: 비스[벤조{f}-8-퀴놀리놀레이트]아연(II); CO-4: 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이트)알루미늄(III)-μ-옥소-비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이트)알루미늄(III); CO-5: 인듐 트리옥신[일명, 트리(8-퀴놀리놀레이트)인듐]; CO-6: 알루미늄 트리(5-메틸옥신)[일명, 트리(5-메틸-8-퀴놀리놀레이트)알루미늄(III)]; CO-7: 리튬 옥신[일명, (8-퀴놀리놀레이트)리튬(I)]; CO-8: 갈륨 옥신[일명, 트리(8-퀴놀리놀레이트)갈륨(III)]; 및 CO-9: 지르코늄 옥신[일명, 테트라(8-퀴놀리놀레이트)지르코늄(IV)].
- <52> 유용한 호스트 물질의 또 다른 부류는 미국 특허 제5,935,721호, 미국 특허 제5,972,247호, 미국 특허 제6,465,115호, 미국 특허 제6,534,199호, 미국 특허 제6,713,192호, 미국 특허출원 공개공보 제2002/0048687 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0072966 A1호 및 WO 2004/018587 A1호에 기재되어 있는 것과 같은 안트라센의 유도체를 포함한다. 몇몇 예는 9,10-다이아프틸안트라센 유도체 9-나프틸-10-페닐안트라센의 유도체를 포함한다. 다른 유용한 부류의 호스트 물질은 미국 특허 제5,121,029호에 기재되어 있는 다이스타이릴아릴렌 유도체 및 벤즈아졸 유도체, 예컨대 2,2',2''-(1,3,5-페닐렌)트리(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)을 포함한다.
- <53> 바람직한 호스트 물질은 연속 필름을 형성할 수 있다. 상기 발광 층은 그 디바이스의 필름 형태, 전기적 특성, 발광 효율, 및 수명을 향상시키기 위해 하나를 초과하는 호스트 물질을 함유할 수 있다. 전자-수송 및 정공-수송 물질의 혼합물이 유용한 호스트로서 공지되어 있다. 또한, 정공-수송 및 전자-수송 물질을 갖는 상기 열거된 호스트 물질의 혼합물이 적합한 호스트가 될 수 있다. 안트라센 유도체와 아릴아민 유도체의 혼합물이 특히

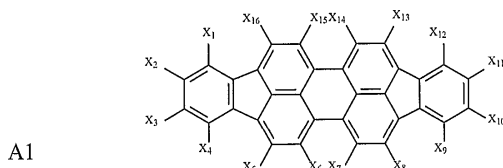
유용한 호스트이다.

<54> 유용한 형광 도판트는 안트라센, 테트라센, 잔텐, 페릴렌, 루브렌, 쿠마린, 로다민 및 퀴나크리돈, 다이사이아노메틸렌피란 화합물, 싸이오피란 화합물, 폴리메틴 화합물, 피릴륨 및 싸이아피릴륨 화합물, 플루오렌 유도체, 페리플란텐 유도체, 인데노페릴렌 유도체, 비스(아지닐)아민 보론 화합물, 비스(아지닐)메테인 보론 화합물, 다이스타이릴벤젠 및 다이스타이릴바이페닐의 유도체, 및 카보스타이릴 화합물을 포함하지만 이에 국한되지 않는다. 다이스타이릴벤젠의 유도체 가운데에서, 다이아릴아미노 기로 치환된, 비공식적으로는 다이스타이릴아민으로 공지된 것들이 특히 유용하다.

<55> (삼중 여기 상태에서부터 방출하는 물질, 즉 소위 "삼중 이미터"를 비롯한) 인광 이미터에 적합한 호스트 물질은, 삼중 여기가 호스트 물질로부터 인광 물질로 효율적으로 전달되도록 선택되어야 한다. 이러한 전달이 발생하기 위해, 인광 물질의 여기 상태 에너지가 최저 삼중 상태와 호스트의 기준 상태 사이의 에너지 차이보다 낮은 것이 매우 바람직한 조건이다. 그러나 호스트의 밴드갭은 너무 커서 OLED의 구동 전압을 허용할 수 없을 정도로 증가시키는 것을 선택해서는 안된다. 적합한 호스트 물질은 WO 00/70655 A2호, WO 01/39234 A2호, WO 01/93642 A1호, WO 02/074015 A2호, WO 02/15645 A1호 및 미국 특허출원 공개공보 제2002/0117662 A1호에 기재되어 있다. 적합한 호스트는 특정한 아릴 아민, 트리아아졸, 인돌 및 카바졸 화합물을 포함한다. 바람직한 호스트의 예로는 4,4'-N,N'-다이카바졸-바이페닐(CBP), 2,2'-다이메틸-4,4'-N,N'-다이카바졸-바이페닐, m-(N,N'-다이카바졸)벤젠, 및 폴리(N-바이닐카바졸)이 있으며, 이들의 유도체를 포함한다.

<56> 본 발명의 발광 층에서 사용될 수 있는 유용한 인광 물질의 예는, WO 00/57676 A1호, WO 00/70655 A1호, WO 01/41512 A1호, WO 02/15645 A1호, WO 01/93642 A1호, WO 01/39234 A2호, WO 02/074015 A2호, WO 02/071813 A1호, 미국 특허 제6,458,475호, 미국 특허 제6,573,651호, 미국 특허 제6,451,455호, 미국 특허 제6,413,656호, 미국 특허 제6,515,298호, 미국 특허 제6,451,415호, 미국 특허 제6,097,147호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0017361 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2002/0197511 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0072964 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0068528 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0124381 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0059646 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0054198 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2002/0100906 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0068526 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0068535 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0141809 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2003/0040627 A1호, 미국 특허출원 공개공보 제2002/0121638 A1호, EP 1 239 526 A2호, EP 1 238 981 A2호, EP 1 244 155 A2호, JP 2003/073387A호, JP 2003/073388A호, JP 2003/059667A호 및 JP 2003/073665A호에 기재된 것들을 포함하지만 이에 국한되지 않는다. 유용한 인광 도판트는 전이 금속 착체, 예컨대 이리듐 및 백금 착체를 포함하지만 이에 국한되지 않는다.

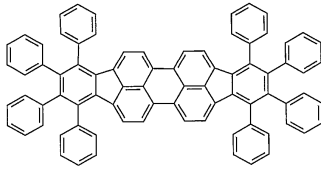
<57> 유용한 적색 발광 화합물의 예는 하기 화학식의 다이인덴노페릴렌 화합물을 포함한다.



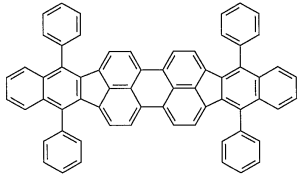
<58> 상기 식에서,
 <59>

<60> X₁ 내지 X₁₆은 독립적으로 수소, 또는 1 내지 24개의 탄소원자를 갖는 알킬 기를 포함하는 기; 5 내지 20개의 탄소원자를 갖는 아릴 또는 치환된 아릴 기; 하나 이상의 축합된 방향족 고리 또는 고리 시스템을 완성하는 4 내지 24개의 탄소원자를 함유하는 탄화수소 기; 또는 할로젠으로서 선택된다.

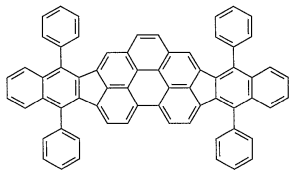
<61> 이 부류의 유용한 적색 도판트의 예시적인 예는 하기 화학식들의 화합물을 포함한다.



A3;



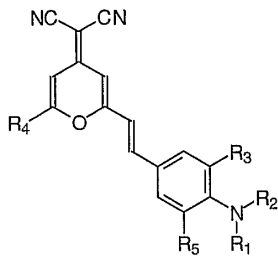
TPDBP, A4;
또는



A5.

<62>

<63> 특히 바람직한 다이인덴노페릴렌 도판트는 TPDBP(상기 A4)이다. 본 발명에 유용한 다른 적색 도판트는 하기 화학식으로 표시되는 DCM 부류의 염료에 속한다.



(화학식 B1)

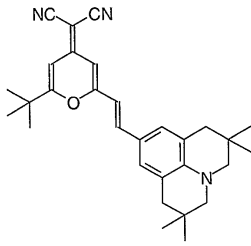
<64>

<65> 상기 식에서,

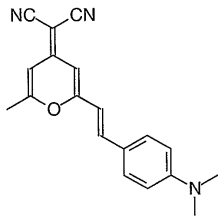
<66> R₁ 내지 R₅는 하이드로, 알킬, 치환된 알킬, 아릴 또는 치환된 아릴로부터 독립적으로 선택되는 하나 이상의 기이고;

<67> R₁ 내지 R₅는 독립적으로 비환식 기를 포함하거나, 하나 이상의 축합된 고리를 형성하도록 쌍을 이루며 연결되지 만, 단 R₃ 및 R₅는 함께 축합된 고리를 형성하지 않는다.

<68> 적색 루미네선스를 제공하는 유용하고 편리한 실시양태에서, R₁ 내지 R₅는 독립적으로 하이드로, 알킬 및 아릴로부터 선택된다. DCM의 특히 유용한 도판트는 하기 화학식이다.



B2, DCJTb;
또는

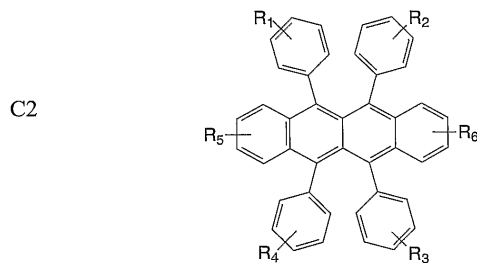
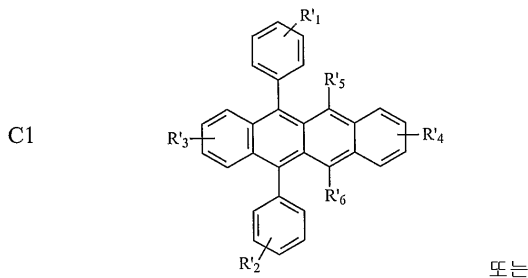


B3

<69>

<70> 바람직한 DCM 도판트는 DCJTb이다. 본원에 참고로 인용하고 있는, 2004년 1월 5일자로 출원된 하트와(Hatwar) 등의 미국 특허출원 제10/751,352호에서는 광대역 방출에 유용한 다른 DCM 도판트를 개시하고 있다. 적색 도판트는 또한 개별적으로 적색 도판트일 수도 있는 화합물들의 혼합물일 수 있다.

<71> 특정 주황색 또는 황색 발광 도판트는 하기 화학식을 갖는 화합물을 포함할 수 있다.



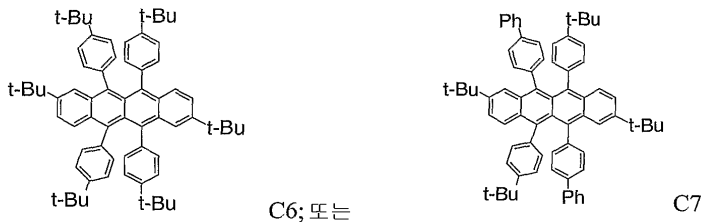
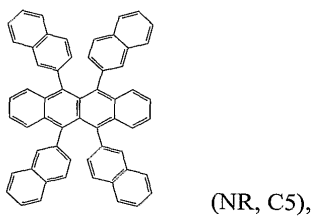
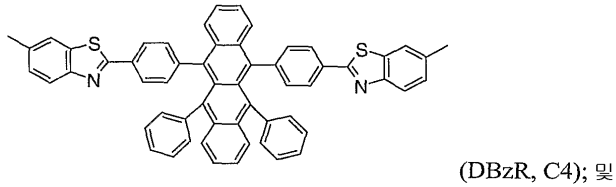
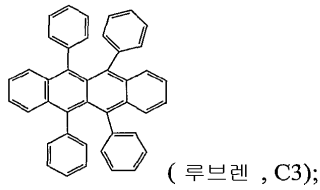
<72>

<73> 상기 식에서,

<74> R₁ 내지 R₆은 각각의 고리에 하나 이상의 치환기이되, 여기서 각각의 치환기는 다음의 카테고리들 중 하나로부터 개별적으로 선택된다.

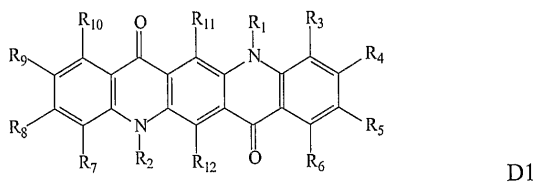
<75> 카테고리 1: 수소, 또는 탄소수 1 내지 24의 알킬; 카테고리 2: 탄소수 5 내지 20의 아릴 또는 치환된 아릴; 카테고리 3: 축합된 방향족 고리 또는 고리 시스템을 완성시키는, 탄소수 4 내지 24의 탄화수소; 카테고리 4: 단일 결합을 통해 결합되거나, 축합된 헤테로방향족 고리 시스템을 완성하는 탄소수 5 내지 24의 헤테로아릴 또는 치환된 헤테로아릴, 예컨대 싸이아졸릴, 퓨릴, 싸이에닐, 피리딜, 퀴놀리닐 또는 기타 이종환식 시스템; 카테고리 5: 탄소수 1 내지 24의 알콕실아미노, 알킬아미노 또는 아릴아미노; 및 카테고리 6: 플루오로, 클로로, 브로모 또는 사이아노.

<76> 이 부류의 특히 유용한 도판트의 예는 이하 제시된다.



<77>

<78> 유용한 녹색 발광 물질은 하기 화학식의 퀴나크리돈 화합물을 포함할 수 있다.



<79>

<80> 상기 식에서,

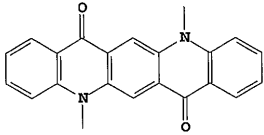
<81> 치환기 R₁ 및 R₂는 독립적으로 알킬, 알콕실, 아릴 또는 헤테로아릴이고;

<82> 치환기 R₃ 내지 R₁₂는 독립적으로 수소, 알킬, 알콕실, 할로젠, 아릴 또는 헤테로아릴이고;

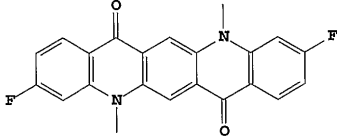
<83> 인접한 치환기 R₃ 내지 R₁₀은 선택적으로 연결되어서, 510 내지 540nm 및 최대치의 1/2에서의 40nm 이하의 완전 폭을 갖는 축합된 방향족 및 축합된 헤테로방향족 고리를 비롯한, 하나 이상의 고리 시스템을 형성할 수 있다.

<84> 알킬, 알콕실, 아릴, 헤테로아릴, 축합된 방향족 고리 및 축합된 헤테로방향족 고리 치환기는 추가로 치환된다. 편의상, R₁ 및 R₂는 아릴이고, R₂ 내지 R₁₂는 수소, 또는 메틸보다 더욱 전자를 유인하는 치환기이다. 유용한 퀴나크리돈의 일부 예로는 미국 특허 제5,593,788호 및 미국 특허출원 공개공보 제2004/0001969 A1호에 개시된 것들이 포함된다.

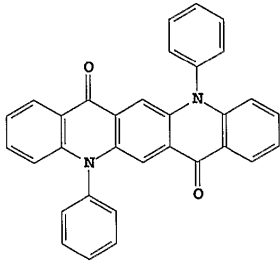
<85> 유용한 퀴나크리돈 녹색 도판트의 예로는 이하 화학식의 것들이 포함된다.



D2;

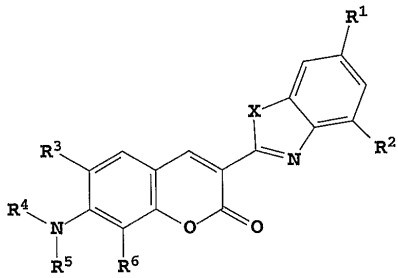


<86> D3; 및



<87> D4.

<88> 녹색 발광 물질은 하기 화학식의 쿠마린 화합물을 포함할 수 있다.



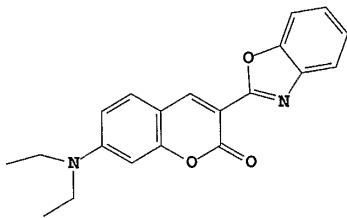
<89> E1

<90> 상기 식에서,

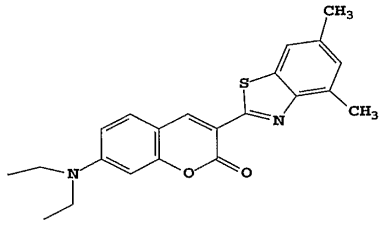
<91> X는 O 또는 S이고, R¹, R², R³ 및 R⁶은 개별적으로 수소, 알킬 또는 아릴일 수 있거나;

<92> R⁴ 및 R⁵는 개별적으로 알킬 또는 아릴일 수 있거나, 또는 R³과 R⁴, R⁵와 R⁶, 또는 모두는 함께 사이클로알킬기를 완성시키는 원자를 나타낸다.

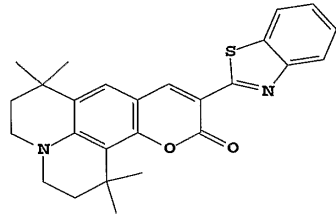
<93> 유용한 쿠마린 녹색 도판트의 예는 이하 화학식을 포함한다.



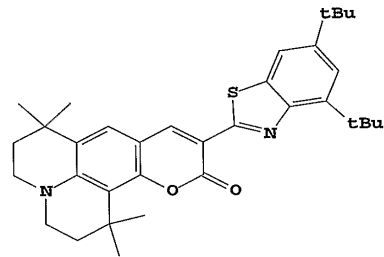
<94> E2;



E3;



E4; 및

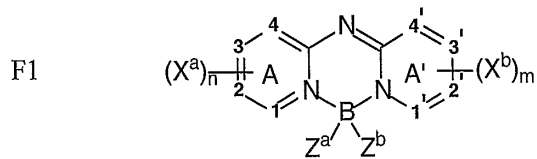


E5.

<95>

<96>

유용한 청색 발광 물질은 하기 화학식 F1의 비스(아지닐)아젠 보론 착체 화합물을 포함할 수 있다.



<97>

<98>

상기 식에서,

<99>

A 및 A'는 하나 이상의 질소를 함유하는 6원 방향족 고리 시스템에 상응하는 독립적인 아진 고리 시스템이고;

<100>

(X^a)_n 및 (X^b)_m은 하나 이상의 독립적으로 선택된 치환기이며, 비환식 치환기를 포함하거나, 또는 연결되어 A 또는 A'에 축합된 고리를 형성하고;

<101>

m 및 n은 독립적으로 0 내지 4이고;

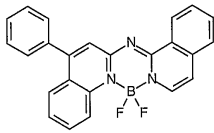
<102>

Z^a 및 Z^b는 독립적으로 치환기들로부터 선택되고;

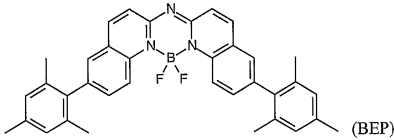
<103>

1, 2, 3, 4, 1', 2', 3' 및 4'는 독립적으로 탄소원자 또는 질소원자들 중 하나로서 선택된다.

<104> 상기 부류의 도판트의 예의 일부는 다음과 같다.



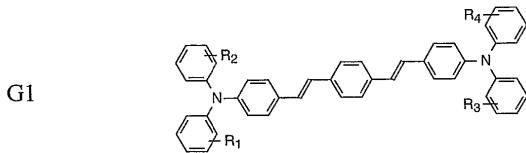
F2;
또는



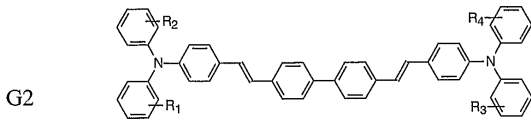
F3.

<105>

<106> 청색 도판트의 특히 유용한 다른 부류는, 다이스티릴벤젠 및 다이스티릴바이페닐과 같은 다이스티릴아렌의 청색-방출 유도체, 예컨대 미국 특허 제5,121,029호에 기재된 화합물을 포함한다. 청색 루미네이션스를 제공하는 다이스티릴아렌의 유도체중에서, 다이스티릴아민으로서도 공지된 다이아릴아미노 기에 의해 치환된 유도체가 특히 유용하다. 이의 예로는 하기 화학식 G1의 비스[2-[4-[N,N-다이아릴아미노]페닐]바이닐]-벤젠 및 하기 화학식 G2의 비스[2-[4-[N,N-다이아릴아미노]페닐]바이닐]바이페닐이 포함된다.



<107>

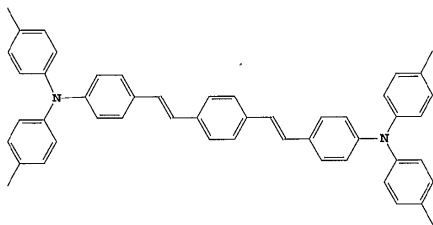


<108>

<109> 상기 식에서,

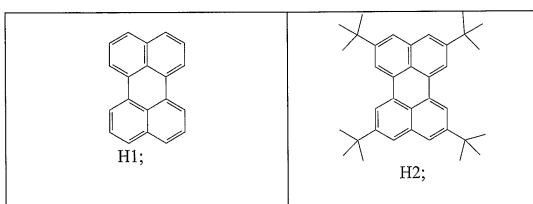
<110> R₁ 및 R₄는 동일하거나 상이하고, 개별적으로 하나 이상의 치환기, 예컨대 알킬, 아릴, 축합된 아릴, 할로 또는 사이아노이다.

<111> 바람직한 실시양태에서, R₁ 및 R₄는 개별적으로 알킬 기이되, 각각은 1 내지 약 10개의 탄소원자를 함유한다. 상기 부류의 특히 바람직한 청색 도판트는 1,4-비스[2-[4-[N,N-다이(p-톨릴)아미노]페닐]바이닐]벤젠(BDTAPVB, 하기 화학식 G3)이다.

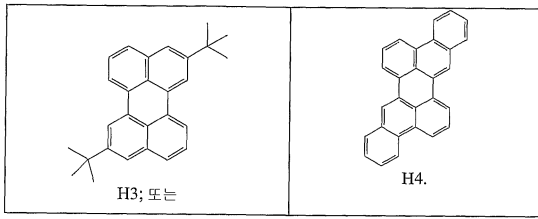


<112>

<113> 청색 도판트의 다른 특히 유용한 부류는 하기 화학식들을 포함하지만 이에 국한되지 않는 페릴렌 또는 페릴렌 유도체를 포함한다.



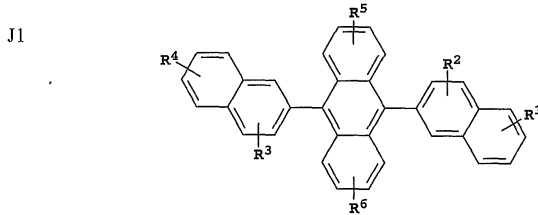
<114>



<115>

<116>

본 발명의 발광 층들 중 하나 이상 내의 호스트 물질은 9 및 10 위치에서 탄화수소 또는 치환된 탄화수소 치환기를 갖는 안트라센 유도체이다. 예를 들면, 9,10-다이-(2-나프틸)안트라센의 유도체(하기 화학식 J1)는 전기 발광을 지지할 수 있는 부류의 유용한 호스트를 구성하고, 이는 400nm보다 긴 파장, 예컨대 청색, 녹색, 황색, 주황색 또는 적색의 발광에 특히 적합하다.



<117>

<118>

상기 식에서,

<119>

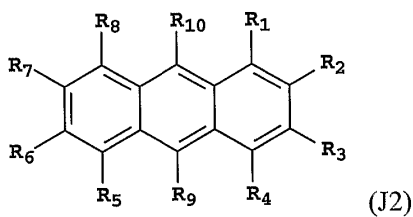
R¹, R², R³, R⁴, R⁵ 및 R⁶은 각각의 고리상의 하나 이상의 치환기를 나타내되, 여기서 각각의 치환기는 하기 군으로부터 개별적으로 선택될 수 있다:

<120>

제 1 군: 수소, 또는 탄소수 1 내지 24의 알킬; 제 2 군: 탄소수 5 내지 20의 아릴 또는 치환된 아릴; 제 3 군: 안트라세닐, 피레닐 또는 페릴레닐의 축합된 방향족 고리를 완성시키는데 필요한 4 내지 24개의 탄소원자; 제 4 군: 퓨릴, 싸이아닐, 피리딜, 퀴놀리닐 또는 다른 이종환식 시스템의 축합된 헤테로방향족 고리를 완성하는데 필요한 탄소수 5 내지 24의 헤테로아릴 또는 치환된 헤테로아릴; 제 5 군: 탄소수 1 내지 24의 알콕실아미노, 알킬아미노 또는 아릴아미노; 및 제 6 군: 플루오르, 염소, 브롬 또는 사이아노.

<121>

하기 화학식 J2의 모노-안트라센 유도체는 또한 전기발광을 지지할 수 있는 유용한 호스트 물질이며, 이는 400nm 보다 긴 파장, 예컨대 청색, 녹색, 황색, 주황색 또는 적색의 발광에 특히 적합하다. 화학식 J2의 안트라센 유도체는 미국 특허출원 공개공보 제2005/0089717 A1호(이의 개시내용은 본원에 참고로 인용되어 있음)에 개시되어 있다.



<122>

<123>

상기 식에서,

<124>

R₁ 내지 R₈은 H이고;

<125>

R₉는 지방족 탄소 고리 구성원을 갖는 비축합된 고리를 함유하는 나프틸 기이되, 단, R₉ 및 R₁₀은 동일하지 않고, 아민 및 황 화합물이 존재하지 않아야 한다.

<126>

적합하게는, R₉는, 페난트릴, 피레닐, 플루오란테닐 또는 페릴레닐을 비롯한 축합된 방향족 고리 시스템을 형성 하도록, 하나 이상의 추가의 축합된 고리를 갖는 치환된 나프틸 기(이는 플루오르, 사이아노 기, 하이드록시, 알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아릴, 이종환식 옥시 기, 카복시, 및 트라이메틸실릴 기를 비롯한 하나 이상의 치환기로 치환됨), 또는 2개의 축합된 고리의 비치환된 나프틸 기이다. 편의상, R₉는 2-나프틸, 또는 파라 위치에서 치환되거나 비치환된 1-나프틸이다.

<127> R₁₀은 지방족 탄소 고리 구성원을 갖는 비축합된 고리를 함유한 바이페닐 기이다. 적합하게는, R₁₀은, 나프틸, 페난트릴, 페릴렌을 포함하지만 이에 국한되지 않는 축합된 방향족 고리 시스템을 형성하도록 하거나, 또는 플루오르, 사이아노 기, 하이드록시, 알킬, 알콕시, 아릴옥시, 아릴, 이중환식 옥시 기, 카복시 및 트라이메틸실릴 기를 포함하는 하나 이상의 치환기로 치환되는 치환된 바이페닐 기, 또는 치환되지 않은 바이페닐 기이다. 편의상, R₁₀은 터페닐 고리 시스템을 형성하도록 축합된 고리를 갖지 않으면서 또다른 페닐 고리로 치환되거나 치환되지 않은 4-바이페닐, 3-바이페닐, 또는 2-바이페닐이다. 9-(2-나프틸)-10-(4-바이페닐)안트라센이 특히 유용하다.

<128> 안트라센 유도체의 다른 유용한 부류는 하기 화학식 J3의 화합물이다.

<129> A1--L--A2 (J3)

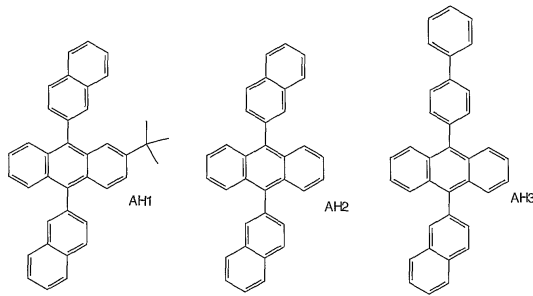
<130> 상기 식에서, A1 및 A2는 각각 치환되거나 비치환된 모노페닐아트릴 기, 또는 치환되거나 비치환된 다이페닐아트릴 기이며, 서로 동일하거나 상이하고; L은 단일결합 또는 이가 연결기이다.

<131> 안트라센 유도체의 다른 유용한 부류는 하기 화학식 J4의 화합물이다.

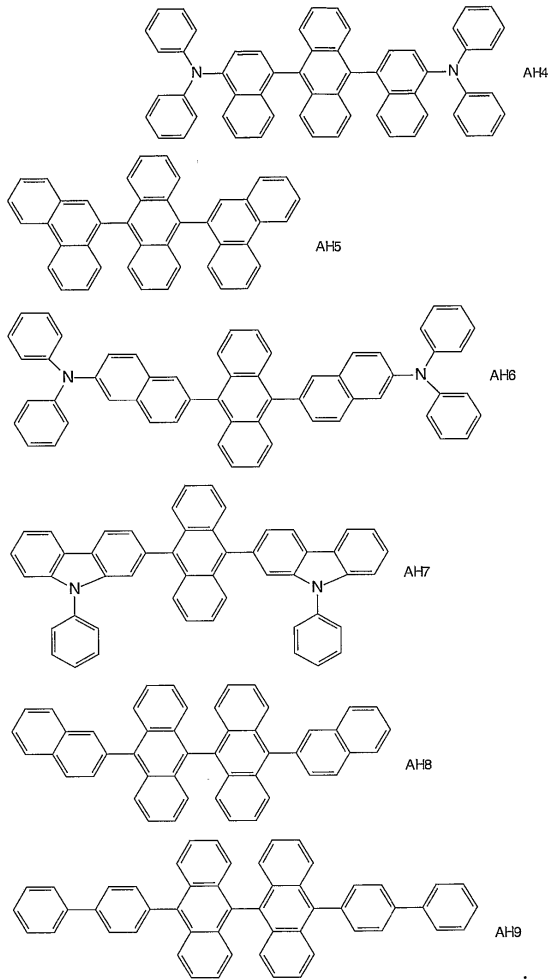
<132> A3--An--A4 (J4)

<133> 상기 식에서, An은 치환되거나 비치환된 이가 안트라센 잔기이고; A3 및 A4는 각각 치환되거나 비치환된 일가 축합된 방향족 고리 기, 또는 6개 이상의 탄소원자를 갖는 치환되거나 비치환된 비축합된 고리 아릴 기이며, 서로 동일하거나 상이하다.

<134> 발광 층에 사용하기 유용한 안트라센 물질의 특정 예로는 하기 화학식의 화합물들이 포함된다.



<135>



<136>

<137>

ETL은 옥신 자체의 킬레이트화물(통상 8-퀴놀리놀 또는 8-하이드록시퀴놀린으로도 지칭됨)을 비롯한 하나 이상의 금속 킬레이트화된 옥시노이드 화합물을 함유할 수 있다. 이러한 화합물은 전자를 주입 및 수송하는데 도움이 되고, 높은 성능 수준을 나타내며, 용이하게 침적되어 박막을 형성한다. 옥시노이드 화합물의 예는 앞서 CO-1 내지 CO-9에서 열거되었다.

<138>

다른 전자-수송 물질은 미국 특허 제4,356,429호에 개시되어 있는 다양한 뷰타다이엔 유도체 및 미국 특허 제4,539,507호에 기재되어 있는 다양한 이종환식 광학 증백제를 포함한다. 벤즈아졸, 옥사다리아졸, 트리아아졸, 피리딘티아다리아졸, 트리아아진, 페난트롤린 유도체 및 몇몇 실롤 유도체도 또한 유용한 전자-수송 물질이다.

<139>

효과적으로 작용하는 직렬식 OLED를 위해, 중간 커넥터는 유기 EL 유닛들 사이에 제공되는 것이 바람직하다. 중간 커넥터는 인접한 EL 유닛 내에 캐리어를 효과적으로 주입한다. 금속, 금속 화합물, 또는 기타 무기 화합물은 캐리어 주입에 효과적이다. 그러나, 이러한 물질은 흔히 낮은 저항을 가지며, 이는 픽셀 크로스토크(crosstalk)를 초래할 수 있다. 또한 중간 커넥터를 구성하는 층들의 광학적 투명성은 EL 유닛에서 생성된 방사선이 디바이스로부터 배출될 수 있을 만큼 높아야 한다. 따라서, 흔히 중간 커넥터 내에 주로 유기 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 중간 커넥터에 몇몇 유용한 구조가 존재한다. 중간 커넥터의 일부 비제한적인 예는 미국 특허 제6,717,358호, 미국 특허 제6,872,472호 및 미국 특허출원 공개공보 제2004/0227460 A1호에 기재되어 있다.

<140>

바람직하게는, 중간 커넥터는 n-유형의 도핑된 유기 층 또는 p-유형의 도핑된 유기 층, 또는 둘 다를 포함한다. 유용한 중간 커넥터 중 하나는 n-유형의 도핑된 유기 층 및 전자-수용 층을 포함하는 2개의 층을 갖는다. 전자-수용 층은 n-유형의 도핑된 유기 층보다 캐소드에 더 근접하게 위치한다. 이들 2개의 층은 접촉하거나, 또는 계면 층이 이들을 분리할 수 있다. 중간 커넥터는 전자-수용 층에 배치된 p-유형의 도핑된 유기 층을 포함할 수 있다. p-유형의 도핑된 유기 층은 전자-수용 층보다 캐소드에 더 근접하다. 이 배치구조에서, p-유형의 도핑된 유기 층은 바람직하게는 전자-수용 층과 접촉한다. 중간 커넥터는 개면 층 및 p-유형의 도핑된 유기 층 모두를 가질 수 있다. 다르게는, 중간 커넥터는 이하의 것들을 포함한다: p-유형의 도핑된 유기 층에 인접한

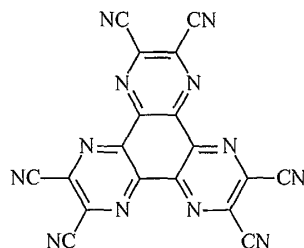
n-유형의 도핑된 유기 층; n-유형의 도핑된 유기 층 및 계면 층; n-유형의 도핑된 유기 층, 계면 층 및 p-유형의 도핑된 유기 층.

- <141> n-유형의 도핑된 유기 층은 하나 이상의 전자-수송 물질을 호스트 물질로서 및 하나 이상의 n-유형의 도판트를 함유한다. 용어 "n-유형의 도핑된 유기 층"은 이 층이 도핑 후 반도체 특성을 갖고, 이 층을 통하는 전류가 전자에 의해 실질적으로 운반되는 것을 의미한다. ETL에 사용하기 위해 앞서 정의된 전자-수송 물질은 n-유형의 도핑된 유기 층을 위한 호스트 물질의 유용한 부류이다. 바람직한 물질은 금속 킬레이트화 옥시노이드 화합물, 예컨대 옥신 자체의 킬레이트(또한, 통상적으로 8-퀴놀리놀 또는 8-하이드록시퀴놀린으로 지칭됨), 예컨대 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq)이다. 다른 물질로는 탕의 미국 특허 제4,356,429호에 의해 개시된 바와 같은 다양한 부타다이엔 유도체, 반 슬리케 등의 미국 특허 제4,539,507호에 의해 개시된 바와 같은 다양한 이중환식 광학 증백제, 트리아진, 하이드록시퀴놀린 유도체, 벤즈아졸 유도체 및 페난트롤린 유도체이다. 실롤(Silole) 유도체, 예컨대 2,5-비스(2',2"-바이피리딘-6-일)-1,1-다이메틸-3,4-다이페닐실라사이클로펜타다이엔이 또한 유용한 유기 호스트 물질이다. 일부 경우, 적합한 전하 주입 및 안정성을 얻기 위해 2개 이상의 호스트를 조합하는 것이 유용하다. n-유형의 도핑된 유기 층에서 유용한 호스트 물질의 더욱 특정한 예는 Alq, 4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(Bphen), 2,9-다이메틸-4,7-다이페닐-1,10-페난트롤린(BCP) 또는 이들의 조합물을 포함한다.
- <142> n-유형의 도핑된 유기 층에서 n-유형의 도판트는 알칼리 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속, 또는 알칼리 토금속 화합물, 또는 이들의 조합물을 포함한다. "금속 화합물"이라는 용어는 유기금속 착체, 금속-유기염, 및 무기 염, 산화물 및 할로겐화물을 포함한다. 금속-함유 n-유형의 도판트의 부류 중에서, Li, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Dy 또는 Yb, 및 이들의 화합물이 특히 유용하다. n-유형의 도핑된 유기 층에서 n-유형의 도판트로서 사용된 물질은 또한 강한 전자-공여 특성을 갖는 유기 환원제를 포함한다. "강한 전자-공여 특성"은 유기 도판트가 적어도 일부 전자 전하를 호스트에 공여하여 호스트와 전하-전달 착체를 형성할 수 있어야 함을 의미한다. 유기 분자의 비제한적인 예로는 비스(에틸렌다이싸이오)-테트라싸이아폴발렌(BEDT-TTF), 테트라싸이아폴발렌(TTF) 및 이들의 유도체가 포함된다. 중합체 호스트의 경우, 도판트는 상기의 임의의 물질이거나, 분자적으로 분산되거나 부성분으로서의 호스트와 공중합되는 물질일 수 있다. 바람직하게는, n-유형의 도핑된 유기 층 내의 n-유형의 도판트는 Li, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy 또는 Yb, 또는 이들의 조합물을 포함한다. n-유형의 도핑된 농도는 바람직하게는 0.01 내지 20 부피%의 범위이다. n-유형의 도핑된 유기 층의 두께는 전형적으로 200nm 미만이고, 바람직하게는 100nm 미만이다.
- <143> 중간 커넥터의 전자-수용 층(사용된다면)은, 각각이 전자-수용 특성 및 포화 칼로멜 전극(Saturated Calomel Electrode; SCE)과 비교하여 -0.5V 초과와 환원 전위를 가지며 중간 커넥터 중에 50부피%를 초과하는 양을 차지하는 하나 이상의 유기 물질을 포함한다. 바람직하게는, 전자-수용 층은 SCE와 비교하여 -0.1V 초과와 환원 전위를 갖는 하나 이상의 유기 물질을 포함한다. 더욱 바람직하게는, 전자-수용 층은 전자-수용 특성 및 SCE와 비교하여 -0.1V 초과와 환원 전위를 갖는 단일 유기 물질을 포함한다. "전자-수용 특성"은, 상기 유기 물질이 이것에 인접하는 다른 유형의 물질로부터 어느 정도 이상의 전자 전하를 수용할 능력 또는 경향을 갖는다는 것을 의미한다.
- <144> SCE와 비교하여 -0.5V 초과와 환원 전위를 갖고 전자-수용 층의 50부피%를 초과하는 양을 차지하는 하나 이상의 유기 물질을 포함하는 전자-수용 층은, 직렬식 OLED 중에 효과적인 캐리어 주입 및 효과적인 광학 투명성 둘 다를 가질 수 있다. 전자-수용 층에서 사용하기에 적합한 유기 물질은, 이것의 환원 전위가 SCE와 비교하여 -0.5V 초과와 양의 값을 갖는 한, 적어도 탄소 및 수소를 함유하는 단순 화합물을 포함할 뿐만 아니라, 금속 착체, 예컨대 유기 리간드 및 유기 금속 화합물을 갖는 전이 금속 착체를 포함한다. 전자-수용 층을 위한 유기 물질은 작은 분자(증착에 의해 침적될 수 있음), 중합체, 덴드리머(dendrimer), 또는 이들의 조합물을 포함할 수 있다. 또한, 전자-수용 층의 적어도 일부가 인접 층과 크게 혼합되지 않는 것이 또한 중요하다. 이것은, 상기 확산을 방지할 만큼 큰 분자량을 갖는 물질을 선택함으로써 성취할 수 있다. 바람직하게는, 상기 전자-수용 물질의 분자량은 350보다 크다. 상기 층의 적절한 전자-수용 특성을 유지하기 위해, 하나 이상의 유기 물질이 상기 전자-수용 층의 90부피%를 초과하는 양을 구성하는 것이 바람직하다. 제조의 단순성을 위해, 전자-수용 층에 단일 화합물이 사용될 수 있다.
- <145> 전자-주입 층을 형성하는데 사용될 수 있는, SCE와 비교하여 -0.5V 초과와 환원 전위를 갖는 유기 물질의 예는 헥사아자트라이페닐렌 및 테트라시아노퀴노다이에테인의 유도체를 포함하지만 이에 국한되지 않는다.

- <146> 용어 "p-유형의 도핑된 유기 층"은 이 유기 층이 도핑 후 반도체 특성을 갖고, 이 층을 통하는 전류가 정공에 의해 실질적으로 운반되는 것을 의미한다. 본 발명에 사용되는 경우, 선택적인 p-유형의 도핑된 유기 층은 하나 이상의 유기 호스트 물질 및 1종의 p-유형의 도판트를 함유하며, 여기서 유기 호스트 물질은 정공-수송을 지지할 수 있다. 통상의 OLED 디바이스에 사용되는 정공-수송 물질은 p-유형의 도핑된 유기 층을 위한 호스트 물질의 유용한 부류이다. 바람직한 물질로는 탄소원자(이중 하나 이상은 방향족 고리의 구성원임)에만 결합된 하나 이상의 3가 질소원자를 갖는 방향족 3차 아민이 포함된다. 한 형태에서, 방향족 3차 아민은 아릴아민, 예컨대 모노아릴아민, 다이아릴아민, 트리아릴아민, 또는 중합체 아릴아민일 수 있다. 하나 이상의 바이닐 라디칼로 치환되고/되거나 하나 이상의 활성 수소-함유기를 포함하는 적합한 기타 트리아릴아민은, 브랜틀리 등에 의해 미국 특허 제3,567,450호 및 미국 특허 제3,658,520호에 개시되어 있다. 방향족 3차 아민의 더욱 바람직한 부류는 반 슬리케 등에 의해 미국 특허 제4,720,432호 및 미국 특허 제5,061,569호에 기재된 바와 같은 2개 이상의 방향족 3차 아민 잔기를 포함하는 것이다. 비제한적인 예로는 N,N'-다이(나프탈렌-1-일)-N,N'-다이페닐-벤즈이딘(NPB) 및 N,N'-다이페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-1,1'-바이페닐-4,4'-다이아민(TPD), 및 N,N,N',N'-테트라나프틸-벤즈이딘(TNB)이 포함된다. 방향족 아민의 또다른 바람직한 부류는 케빈(Kevin P. Klubek)에 의해 "단계식 유기 전기발광 디바이스(Cascaded Organic Electroluminescent Devices)"라는 명칭으로 2003년 3월 18일자로 출원된, 통상적으로 양도된 미국 특허출원 제10/390,973호(이의 개시내용은 본원에 참조로 인용됨)에 기재된 바와 같은 다이하이드로페나진 화합물이다. 전술된 물질의 조합물 또한 p-유형의 도핑된 유기 층을 형성하기에 유용하다. 더욱 바람직하게는, p-유형의 도핑된 유기 층(832)에서 유기 호스트 물질은 NPB, TPD, TNB, 4,4',4"-트리스(N-3-메틸페닐-N-페닐-아미노)-트라이페닐아민(m-MTDATA), 4,4',4"-트리스(N,N-다이페닐-아미노)-트라이페닐아민(TDATA), 다이하이드로페나진 화합물 또는 이들의 조합물을 포함한다.
- <147> p-유형의 도핑된 유기 층 내의 p-유형의 도판트는 강한 전자-유인 특성을 갖는 산화제를 포함한다. "강한 전자-유인 특성"은 유기 도판트가 호스트로부터 일부 전자 전하를 수용하여 호스트 물질과 전자-전달 착체를 형성할 수 있어야 함을 의미한다. 몇몇 비제한적인 예로는 유기 화합물, 예컨대 2,3,5,6-테트라플루오로-7,7,8,8-테트라사이아노퀴노다이메탄(B-TCNQ) 및 7,7,8,8-테트라사이아노퀴노다이메탄(TCNQ)의 다른 유도체, 및 무기 산화제, 예컨대 요오드, FeCl₃, FeF₃, SbCl₅, 몇몇 기타 금속 염화물, 및 몇몇 기타 금속 플루오르화물이 포함된다. p-유형의 도판트의 조합물이 또한 p-유형의 도핑된 유기 층을 형성하기에 유용하다. p-유형의 도핑된 농도는 바람직하게는 0.01 내지 20부피%의 범위이다. p-유형의 도핑된 유기 층의 두께는 전형적으로 150nm 미만이고, 바람직하게는 약 1 내지 100nm의 범위이다.
- <148> 중간 커넥터에 사용되는 호스트 물질은 작은 분자 물질 또는 중합체 물질, 또는 이들의 조합물을 포함할 수 있다. 일부 경우, 동일한 호스트 물질이 n-유형 및 p-유형 둘 다의 도핑된 유기 층에 사용될 수 있지만, 단 이는 앞서 제시된 정공-수송 및 전자-수송 둘 다의 특성을 나타내야 한다. n-유형 및 p-유형 도핑된 유기 층중 하나를 위해 호스트로서 사용될 수 있는 물질의 예는, 제한되는 것은 아니지만, 미국 특허 제5,972,247호에 기재된 바와 같은 다양한 안트라센 유도체, 특정 카바졸 유도체, 예컨대 4,4-비스(9-다이카바졸릴)-바이페닐(CBP), 및 다이스티릴아릴렌 유도체, 예컨대 4,4'-비스(2,2'-다이페닐 바이닐)-1,1'-바이페닐, 및 미국 특허 제5,121,029호에 기재된 바와 같은 것을 포함한다.
- <149> p-유형의 도핑된 유기 층은 전자-수용 층과 HTL의 계면에서 HTL 물질의 침적에 의해 간단하게 형성할 수 있다. 본 발명에서, 전자-수용 층 및 HTL을 위해 선택된 물질은 단지 소량의 혼합이 발생되도록 하는 것이다. 즉, 전자-수용 층의 적어도 일부는 HTL 물질과 혼합되지 않는 것이 중요하다.
- <150> 본 발명에 사용되는 경우, 중간 커넥터 내의 선택적 계면 층은 주로 중간 커넥터 내의 다양한 층의 물질들 사이에서 가능한 내부 확산을 정지시키는데 사용된다. 계면 층은 금속 화합물 또는 금속이다. 사용되는 경우, 층은 가능한 효과적이라도 낮고, 광학적 손실을 감소시키고, 계면 층이 전도성 또는 반도체이면 원하지 않는 픽셀 크로스 토크를 방지해야 한다.
- <151> 계면 층은 티탄, 지르코늄, 하프늄, 니오븀, 탄탈, 몰리브덴, 텅스텐, 망간, 철, 루테튬, 로듐, 이리듐, 니켈, 팔라듐, 백금, 구리, 아연, 규소 또는 게르마늄, 또는 이들의 조합물의 화학량론의 산화물 또는 비화학량론의 산화물로부터 선택된 금속 화합물을 함유할 수 있다. 계면 층은 티탄, 지르코늄, 하프늄, 니오븀, 탄탈, 몰리브덴, 텅스텐, 망간, 철, 루테튬, 로듐, 이리듐, 니켈, 팔라듐, 백금, 구리, 규소 또는 게르마늄, 또는 이들의 조합물의 화학량론의 황화물 또는 비화학량론의 황화물로부터 선택된 금속 화합물을 함유할 수 있다. 계면 층은 티탄, 지르코늄, 하프늄, 니오븀, 탄탈, 몰리브덴, 텅스텐, 망간, 철, 루테튬, 로듐, 이리듐, 니켈, 팔라듐, 백금, 구리, 규소 또는 게르마늄, 또는 이들의 조합물의 화학량론의 셀렌화물 또는 비화학량론의 셀렌화물로부터

터 선택된 금속 화합물을 함유할 수 있다. 계면 층은 티탄, 지르코늄, 하프늄, 니오븀, 탄탈, 몰리브덴, 텅스텐, 망간, 철, 루테튬, 로듐, 이리듐, 니켈, 팔라듐, 백금, 구리, 규소 또는 게르마늄, 또는 이들의 조합물의 화학량론의 텔루르화물 또는 비화학량론의 텔루르화물로부터 선택된 금속 화합물을 함유할 수 있다. 계면 층은 티탄, 지르코늄, 하프늄, 니오븀, 탄탈, 몰리브덴, 텅스텐, 망간, 철, 루테튬, 로듐, 이리듐, 니켈, 팔라듐, 백금, 구리, 아연, 갈륨, 규소 또는 게르마늄, 또는 이들의 조합물의 화학량론의 질화물 또는 비화학량론의 질화물로부터 선택된 금속 화합물을 함유할 수 있다. 계면 층(332)은 티탄, 지르코늄, 하프늄, 니오븀, 탄탈, 몰리브덴, 텅스텐, 망간, 철, 루테튬, 로듐, 이리듐, 니켈, 팔라듐, 백금, 구리, 아연, 알루미늄, 규소 또는 게르마늄, 또는 이들의 조합물의 화학량론의 탄화물 또는 비화학량론의 탄화물로부터 선택된 금속 화합물을 함유할 수 있다. 계면 층에 사용하기에 특히 유용한 금속 화합물은 MoO₃, NiMoO₄, CuMoO₄, WO₃, ZnTe, Al₄C₃, AlF₃, B₂S₃, CuS, GaP, InP 또는 SnTe로부터 선택된다. 바람직하게는, 금속 화합물은 MoO₃, NiMoO₄, CuMoO₄ 또는 WO₃로부터 선택된다.

- <152> 금속 화합물을 사용하는 경우, 중간 커넥터 내의 계면 층의 두께는 0.5 내지 20nm이다.
- <153> 다르게는, 계면 층은 높은 일함수 금속 층을 포함할 수 있다. 이 층을 형성하기 위해 사용되는 높은 일함수 금속은 4.0eV 이상의 일함수를 갖고, Ti, Zr, Hf, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, Zn, Al, In 또는 Sn, 또는 이들의 조합물을 포함한다. 바람직하게는, 높은 일함수 금속 층은 Ag, Al, Cu, Au, Zn, In 또는 Sn, 또는 이들의 조합물을 포함한다. 더욱 바람직하게는, 높은 일함수 금속 층은 Ag 또는 Al을 포함한다.
- <154> 높은 일함수 금속을 사용하는 경우, 중간 커넥터 내의 계면 층의 두께는 0.1 내지 5nm의 범위이다.
- <155> 중간 커넥터의 전체 두께는 전형적으로 5 내지 200nm이다. 직렬식 OLED에 2개 이상의 중간 커넥터가 있다면, 중간 커넥터는 층 두께, 물질 선택, 또는 둘 다에 있어서 서로 동일하거나 또는 상이할 수 있다.
- <156> EL 유닛 내의 각각의 층은 작은 분자 OLED 물질, 중합체 LED 물질 또는 이들의 조합으로부터 형성된다. 몇몇 EL 유닛은 중합체이며, 다른 유닛은 작은 분자(또는 비중합체), 예컨대 형광 물질 및 인광 물질이다. 직렬식 OLED에서 각각의 EL 유닛 내의 상응하는 층은 다른 상응하는 층의 것과 동일하거나 상이한 물질을 사용하여 형성되며, 동일하거나 상이한 층 두께를 가질 수 있다.
- <157> 전술한 바와 같이, 애노드와 HTL 사이에 정공-주입층(HIL)을 제공하는 것이 종종 유용하다. 정공-주입 물질은 후속의 유기 층의 필름 형성 특성을 향상시키고 정공을 정공-수송 층에 주입하는 것을 용이하게 하는데 도움이 될 수 있다. 정공-주입 층에 사용하기 적합한 물질은, 미국 특허 제4,720,432호에 기재된 포피린 화합물, 미국 특허 제6,127,004호, 미국 특허 제6,208,075호 및 미국 특허 제6,208,077호에 기재된 플라즈마-침적 플루오로카본 중합체, 몇몇 방향족 아민, 예컨대 m-MTDATA(4,4',4"-트리스[(3-메틸페닐)페닐-아미노]트라이페닐아민), 및 산화 바나듐(VOx), 산화 몰리브덴(MoOx) 및 산화 니켈(NiOx)을 포함하는 무기 산화물을 포함하지만 이에 국한되지 않는다. 유기 EL 디바이스에서 유용하다고 알려진 대안적 정공-주입 물질은 EP 0 891 121 A1호 및 EP 1 029 909 A1호에 기재되어 있다. 중간 커넥터에서의 사용을 위해 전술한 p-형 도핑된 유기 물질 또한 유용한 부류의 정공-주입 물질이다. 미국 특허 제6,720,573호에 기재되어 있는 바와 같이, 헥사아자트라이페닐렌 유도체 또한 유용한 HIL 물질이다. 특히 유용한 HIL 물질은 다음과 같다.



화학식 M1

- <158>
- <159> 캐소드와 ETL 사이에 전자-주입 층(EIL)을 구비하는 것이 종종 유용하다. 중간 커넥터에서의 사용을 위해 전술한 n-형 도핑된 유기 층이 유용한 부류의 전자-주입 물질이다.
- <160> 본 발명의 OLED는 전형적으로 지지 기판(150) 상에 구비되며, 이때 캐소드 또는 애노드가 지지 기판과 접촉한다. 기판과 접촉하는 전극은 편리하게 바닥 전극으로 지칭된다. 통상적으로, 바닥 전극은 애노드이지만, 본 발명은 그 구성에 한정되지 않는다. 기판은 의도된 발광 방향에 따라, 광을 투과할 수도 있

고 투과하지 않을 수도 있다. 투광성은 상기 기판을 통한 EL 방출을 관찰하기 위해 바람직하다. 이러한 경우에 투명 유리 또는 플라스틱이 일반적으로 사용된다. EL 방출이 상부 전극을 통하여 보이는 용도를 위해서는, 상기 바닥 지지체의 투광성은 중요하지 않으며, 따라서 광을 투과할 수도, 광을 흡수할 수도, 또는 광을 반사할 수도 있다. 이러한 경우의 용도를 위한 기판은 유리, 플라스틱, 반도체 물질, 규소, 세라믹 및 회로판 물질을 포함하지만 이에 국한되지 않는다. 물론, 이들 디바이스 구성에서 투광성 상부 전극을 구비하는 것이 필요하다.

<161> EL 방출이 애노드(110)를 통하여 보이는 경우, 애노드는 방출에 대해 투명하거나, 실질적으로 투명해야 한다. 본 발명에서 사용되는 통상의 투명 애노드 물질은 산화 인듐-주석(ITO), 산화 인듐-아연(IZO) 및 산화 주석이지만, 알루미늄- 또는 인듐-도핑된 산화 아연, 산화 마그네슘-인듐, 및 산화 니켈-텅스텐을 포함하지만 이것으로 한정되지 않는 다른 금속 산화물도 사용할 수 있다. 이러한 산화물에 더하여, 질화 갈륨과 같은 금속 질화물, 및 아연 셀레나이드와 같은 금속 셀레나이드, 및 황화 아연과 같은 금속 황화물도 또한 애노드로서 사용될 수 있다. EL 방출이 캐소드 전극을 통해서만 보이는 용도에서, 애노드의 투광성은 중요하지 않으며 임의의 전도성 물질이, 이것의 투명성, 불투명성, 또는 반사성의 여부와 상관없이, 사용될 수 있다. 이러한 용도를 위한 도전체의 예는 금, 이리듐, 몰리브덴, 팔라듐 및 백금을 포함하지만 이에 국한되지 않는다. 투광성이 있거나 그렇지 않은 전형적인 애노드 물질은 4.0eV 이상의 일함수를 갖는다. 바람직한 애노드 물질은 일반적으로 증발, 스퍼터링, 화학적 증착, 또는 전기화학적 수단과 같은 임의의 적합한 방식에 의해 침적될 수 있다. 애노드는 주지된 사진식각 공정을 이용하여 패터닝될 수 있다. 선택적으로, 다른 층을 침적하기 전에 애노드를 연마시켜 표면 거칠기를 감소시킴으로써 단락을 감소시키고 반사율을 향상시킬 수 있다.

<162> 발광이 애노드를 통하여서만 보이는 경우, 본 발명에서 사용되는 캐소드는 거의 임의의 전도성 물질로 구성될 수 있다. 적합한 물질은 하부 유기 층과의 효과적인 접촉을 보장하고, 낮은 전압에서 전자-주입을 촉진하며, 효과적인 안정성을 갖기 위해 효과적인 필름 형성 특성을 갖는다. 유용한 캐소드 물질은 종종 낮은 일함수 금속(<4.0 eV) 또는 금속 합금을 함유한다. 하나의 바람직한 캐소드 물질은 MgAg 합금으로 구성되는데, 이때 은의 백분율은 미국 특허 제4,885,211호에 기재된 바와 같이 1 내지 20 원자비%의 범위이다. 다른 적합한 부류의 캐소드 물질은 유기 층(예컨대, 유기 EIL, 또는 유기 ETL)과 접촉하는 얇은 무기 EIL(더 두꺼운 전도성 금속 층으로 덮여 있음)을 포함하는 이중 층을 포함한다. 여기에서, 상기 무기 EIL은 바람직하게는 낮은 일함수 금속 또는 금속 염을 포함하며, 그런 경우, 상기 더 두꺼운 캡핑(capping) 층은 낮은 일함수를 가질 필요가 없다. 하나의 이러한 캐소드는 미국 특허 제5,677,572호에 기재되어 있는 바와 같이 LiF의 얇은 층과 후속의 Al의 더 두꺼운 층으로 구성된다. 다른 유용한 캐소드 물질 세트는 미국 특허 제5,059,861호, 미국 특허 제5,059,862호 및 미국 특허 제6,140,763호에 기재된 것들을 포함하지만 이에 국한되지 않는다.

<163> 발광이 캐소드를 통하여 보이는 경우, 캐소드는 투명하거나 거의 투명해야 한다. 이러한 용도에서, 금속은 얇거나 또는 투명 전도성 산화물을 사용하거나, 또는 이러한 재료를 포함해야 한다. 광학적으로 투명한 캐소드는 미국 특허 제 4,885,211호, 미국 특허 제5,247,190호, 미국 특허 제5,703,436호, 미국 특허 제5,608,287호, 미국 특허 제5,837,391호, 미국 특허 제5,677,572호, 미국 특허 제5,776,622호, 미국 특허 제5,776,623호, 미국 특허 제5,714,838호, 미국 특허 제5,969,474호, 미국 특허 제5,739,545호, 미국 특허 제5,981,306호, 미국 특허 제6,137,223호, 미국 특허 제6,140,763호, 미국 특허 제6,172,459호, 미국 특허 제6,278,236호, 미국 특허 제6,284,393호 및 EP 1 076 368호에 더욱 상세하게 기재되어 있다. 캐소드 물질은 전형적으로 열 증발, 전자빔 증발, 이온 스퍼터링, 또는 화학 증착에 의해 침적된다. 필요한 경우, 패터닝은 쓰루-마스킹(through-mask) 침적, 예컨대 미국 특허 제5,276,380호 및 EP 0 732 868호에 기재된 통합 새도우 마스크킹(integral shadow masking), 레이저 용삭, 및 선택적인 화학 증착을 포함하지만 이에 국한되지 않는 다수의 공지된 방법을 통해 달성될 수 있다.

<164> 상술된 유기 물질은 승화와 같은 증기-상 방법에 의해 침적되는 것이 적합하지만, 필름 형성을 향상시키기 위한 선택적 결합제를 갖는 유체, 예컨대 용매로부터 침적될 수 있다. 상기 물질이 중합체이면, 용매 침적이 유용하지만 다른 방법, 예컨대 스퍼터링 또는 공여 시트로부터의 열 전달이 사용될 수 있다. 승화에 의해 침적되는 물질은, 예컨대 미국 특허 제6,237,529호에 기재된, 탄탈 물질로 종종 구성되는 승화 "보트(boat)"로부터 증발시키거나, 또는 먼저 공여 시트 상에 코팅된 후 기판에 더욱 근접하여 승화시킬 수 있다. 혼합 물질을 갖는 층은 별개의 승화 보트를 사용할 수 있고 또는 물질이 미리 혼합되어 단일 보트 또는 공여 시트로부터 코팅될 수 있다. 패터닝 침적은 새도우 마스크, 통합 새도우 마스크(미국 특허 제5,294,870호), 공여 시트로부터의 공간-한정된 열적 염료 전달(미국 특허 제5,688,551호, 미국 특허 제5,851,709호 및 미국 특허 제6,066,357호), 및 잉크젯 방법(미국 특허 제6,066,357호)을 이용하여 달성될 수 있다.

- <165> 대부분의 OLED 디바이스는 습기 또는 산소, 또는 둘 다에 민감하므로, 일반적으로 질소 또는 아르곤과 같은 불활성 대기 하에서 밀폐된다. 불활성 환경 하에서 OLED 디바이스를 밀폐할 때, 유기 접착제, 금속 땀납, 또는 저용융 온도 유리를 사용하여 보호 커버를 부착할 수 있다. 통상적으로, 게터(getter) 또는 건조제가 또한 밀폐된 공간 내에 제공된다. 유용한 게터 또는 건조제는 알칼리 또는 알칼리성 금속, 알루미늄, 보크사이트, 황산 칼슘, 클레이, 실리카 겔, 제올라이트, 알칼리 금속 산화물, 알칼리 토류 금속, 황산염, 또는 금속 할로젠화물 및 과염소산염을 포함한다. 캡슐화 및 건조 방법은 미국 특허 제6,226,890호에 기재된 것들을 포함하지만 이에 한정되지 않는다. 또한, SiOx, 테프론, 및 다른 무기/중합체 층과 같은 차단 층이 캡슐화를 위해 당해 기술분야에서 공지되어 있다.
- <166> 본 발명의 OLED 디바이스는, 원하는 경우, 그의 특성을 향상시키기 위해 여러 가지 공지된 광학 효과를 사용할 수 있다. 이는 최대 투광을 산출하기 위한 층 두께의 최적화, 유전체 거울 구조의 구비, 반사 전극의 흡광 전극으로의 대체, 디스플레이 상의 눈부심 방지 또는 반사 방지 코팅의 구비, 디스플레이 상의 분극화 매질의 구비, 또는 디스플레이의 발광 영역과의 기능적 관계 하에서의 착색, 중립 밀도, 또는 칼라 변환 필터의 구비를 포함한다. 필터, 편광기, 및 눈부심 방지 또는 반사 방지 코팅도 또한 커버 상에 또는 커버의 일부로서 구비될 수 있다.
- <167> 백색 또는 광대역 방출은 칼라 필터와 조합하여 완전 칼라 또는 다중칼라 디스플레이를 제공할 수 있다. 상기 칼라 필터는 적색, 녹색 및 청색 필터를 포함할 수 있다. 본 발명은, 미국 특허출원 공개공보 제2004/0113875 A1호에 기재되어 있는 바와 같이, 4개의 상이하게 착색된 픽셀, 예컨대 적색, 녹색, 청색 및 백색 방출 픽셀(RGBW)을 갖는 디스플레이에 사용되는 것이 적합하다. 백색 방출 픽셀은 실질적으로 여과되지 않지만, 백색 픽셀 상에 제공된 캡슐화 층 등 때문에 발생할 수 있는 칼라를 다듬거나 또는 부수적인 여과를 위해 일부 소량의 여과 과정을 가질 수 있다. 백색 대신에 황색 또는 청록색이 사용될 수 있다. 5개 이상의 칼라 시스템이 또한 유용할 수 있다.
- <168> OLED 디바이스는 미소공동(microcavity) 구조를 가질 수 있다. 하나의 유용한 실시예에서, 금속성 전극 중의 하나는 본질적으로 불투명하고 반사성이며; 다른 하나는 반사성이고 반투명하다. 반사성 전극은 바람직하게는 Au, Ag, Mg, Ca 또는 이들의 합금으로부터 선택된다. 2개의 반사성 금속 전극이 존재하기 때문에, 디바이스는 미소공동 구조를 갖는다. 이 구조에서의 강한 광학 간섭 때문에 공명 상태가 발생한다. 공명 파장에 가까운 방출은 증진되고 공명 파장에서 먼 방출은 억제된다. 광학 경로 길이는 유기 층의 두께를 선택하거나 또는 투명 광학 스페이서(spacer)를 전극들 사이에 위치시킴으로써 조정될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 OLED 디바이스는 반사 애노드와 유기 EL 매질 사이에 위치한 ITO 스페이서 층을 가질 수 있으며, 유기 EL 매질 위에는 반투명 캐소드가 있다.
- <169> 본 발명은 대부분의 OLED 디바이스 용도에 이용될 수 있다. 이들은 단일한 애노드 및 캐소드를 포함하는 매우 단순한 구조에서부터, 에어리어 칼라(area color) 디스플레이, 픽셀을 생성하기 위한 애노드와 캐소드의 직교 어레이로 구성된 수동 매트릭스 디스플레이, 및 각 픽셀이 예컨대 박막 트랜지스터(TFT)로 독립적으로 제어되는 능동 매트릭스 디스플레이를 비롯한 더욱 복잡한 디바이스를 포함한다. 본 발명은 또한 OLED가 예컨대 LCD 디스플레이를 위한 백라이트에서 광원으로 사용되는 디바이스를 위해서도 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- <170> 도 1은, 본 발명에 따라, N(N≥2) 광대역 EL 유닛 및 칼라 개질 매질의 어레이를 갖는 직렬식 광대역 OLED의 개략적인 단면도를 도시한다.
- <171> 도 2a는, 3개의 색역-제한 픽셀 및 하나의 제한역내 픽셀을 갖는 발광 디바이스의 1931 CIE(국제 조명 위원회) x,y-색도 다이어그램을 도시한다.
- <172> 도 2b는 4개의 색역-제한 픽셀을 갖는 발광 디바이스의 1931 CIE x,y-색도 다이어그램을 도시한다.
- <173> 도 3a는 백색 광대역 발광 유닛의 한 실시양태의 방출 스펙트럼을 도시한다.
- <174> 도 3b는 청록색 광대역 발광 유닛의 한 실시양태의 방출 스펙트럼을 도시한다.
- <175> 도 3c는 자홍색 광대역 발광 유닛의 한 실시양태의 방출 스펙트럼을 도시한다.
- <176> 도 3d는 황색 광대역 발광 유닛의 한 실시양태의 방출 스펙트럼을 도시한다.
- <177> 도 4는 일부 광대역 발광 유닛의 방출 스펙트럼을 도시한다.

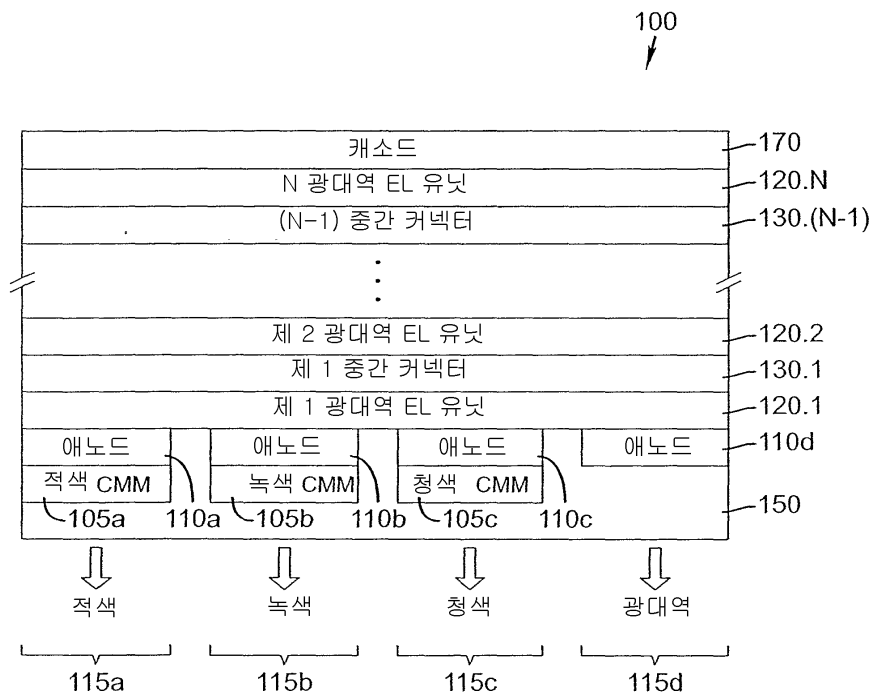
- <178> 도 5는 광의 3개의 상이한 파장을 위한 캐소드까지의 발광 층의 거리를 갖는 방출 강도의 편차를 도시한다.
- <179> 도 6은 본 발명의 따른 직렬식 OLED 디스플레이의 단일한 발광 픽셀의 단면도를 도시한다.
- <180> 층 두께와 같은 디바이스 특징부 치수가 흔히 마이크로미터 범위 이하이기 때문에, 도면은 정확한 치수보다는 가시화에 용이하게 축적된다.

부호 목록

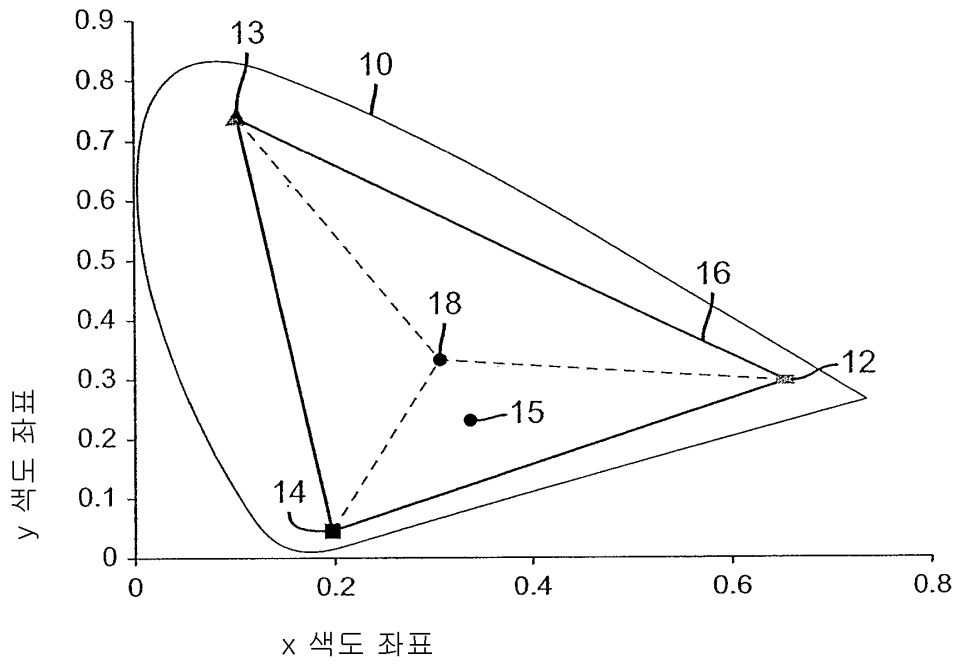
- <181>
- <182> 10 - CIE 칼라 공간; 12 - 적색 이미터; 13 - 녹색 이미터; 14 - 청색 이미터; 15 - 목적하는 칼라; 16 - 색역; 17 - 청록색 이미터; 18 - 백색 이미터; 19 - 색역; 100 - 직렬식 OLED 디스플레이; 105 - 칼라 개질 매질; 105a - 적색 칼라 개질 매질; 105b - 녹색 칼라 개질 매질; 105c - 청색 칼라 개질 매질; 110 - 애노드; 110a - 애노드; 110b - 애노드; 110c - 애노드; 110d - 애노드; 115a - 적색-방출 픽셀; 115b - 녹색-방출 픽셀; 115c - 청색-방출 픽셀; 115d - 광대역-방출 픽셀; 120.x - 광대역 발광 유닛; 120.1 - 광대역 발광 유닛; 120.2 - 광대역 발광 유닛; 120.N - 광대역 발광 유닛; 120.(N-1) - 광대역 발광 유닛; 130.x - 중간 커넥터; 130.1 - 연결 층; 130.(N-1) - 연결 층; 150 - 기판; 170 - 캐소드; 300 - 방출 스펙트럼; 305 - 피크 스펙트럼 구성요소; 310 - 청색 영역; 315 - 녹색 영역; 320 - 적색 영역; 325 - 피크 스펙트럼 구성요소; 330 - 방출 스펙트럼; 340 - 방출 스펙트럼; 350 - 방출 스펙트럼; 360 - 방출 스펙트럼; 365 - 방출 피크; 370 - 방출 피크; 380 - 방출 스펙트럼; 390 - 방출 스펙트럼; 400 - 발광 픽셀; 410 - 정공-주입 층; 420 - 정공-수송 층; 425 - 정공-수송 층; 430 - 발광 층; 435 - 발광 층; 450 - 발광 층; 455 - 발광 층; 460 - 전자-수송 층; 465 - 전자-수송 층; 475 - 전자-주입 층; 510 - 곡선; 520 - 곡선; 530 - 곡선.

도면

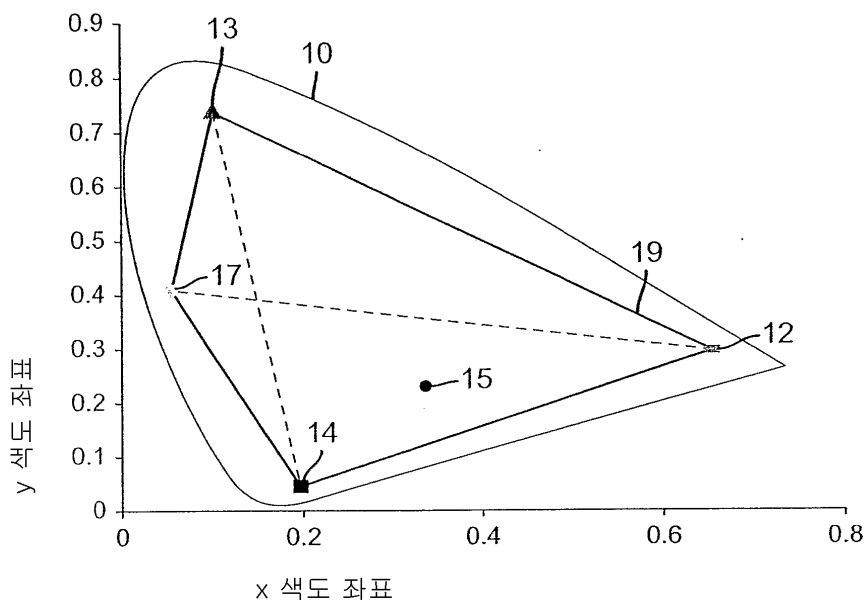
도면1



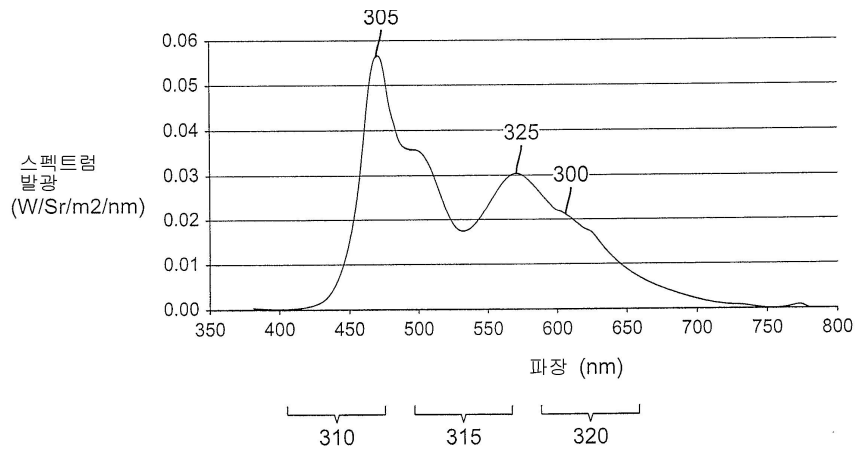
도면2a



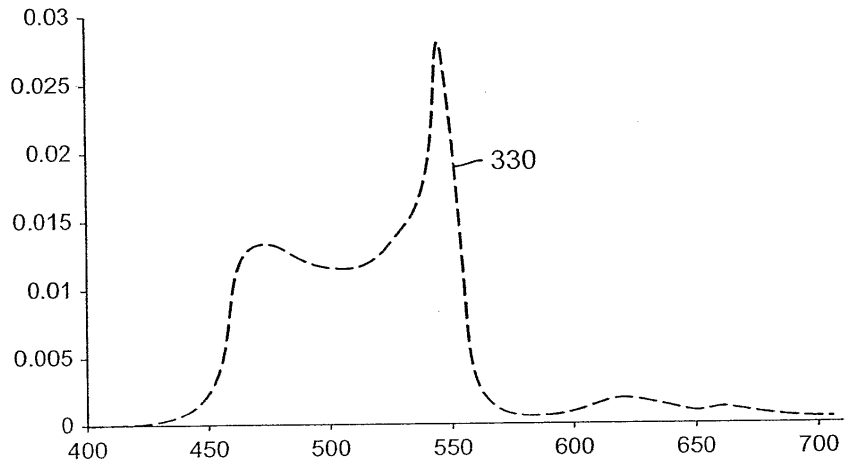
도면2b



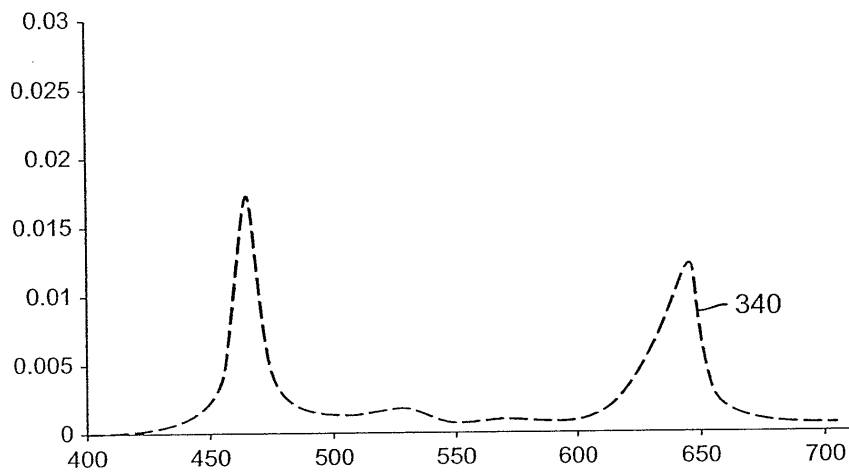
도면3a



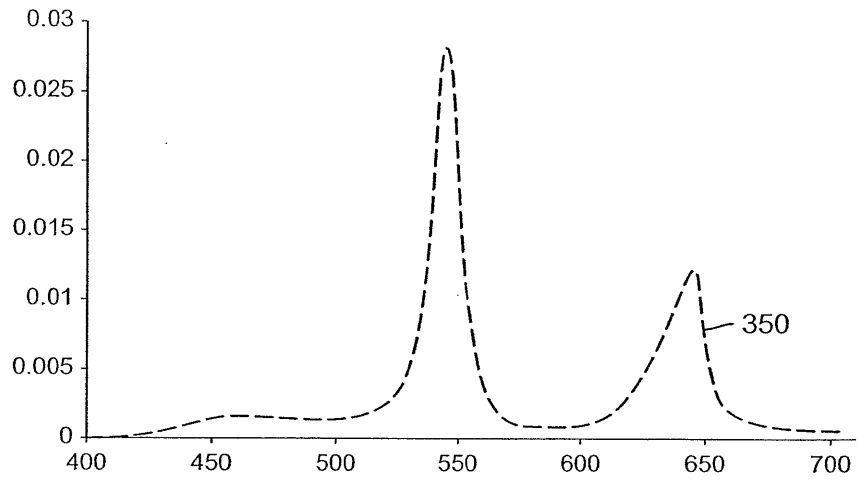
도면3b



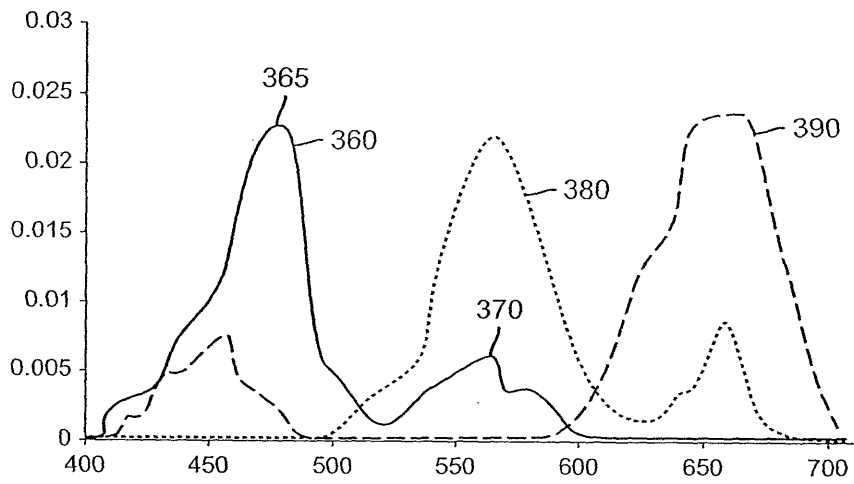
도면3c



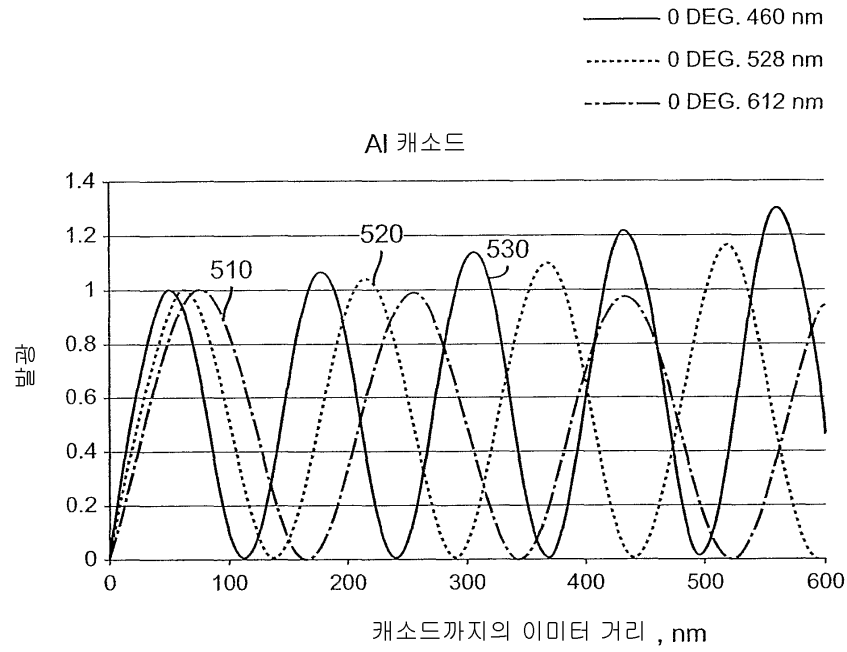
도면3d



도면4



도면5



도면6

