



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년05월15일
(11) 등록번호 10-1146266
(24) 등록일자 2012년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 33/26 (2006.01) H05B 33/20 (2006.01)
H05B 33/22 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-7004984
(22) 출원일자(국제) 2004년08월31일
심사청구일자 2009년05월29일
(85) 번역문제출일자 2006년03월10일
(65) 공개번호 10-2006-0119963
(43) 공개일자 2006년11월24일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/028259
(87) 국제공개번호 WO 2005/034258
국제공개일자 2005년04월14일
(30) 우선권주장
10/661,121 2003년09월12일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌
JP2002359076 A*
JP2002520801 A*
JP2003086380 A*
JP2003109775 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
글로벌 오엘이디 테크놀로지 엘엘씨
미국 버지니아 20171 헌던 스위트 330 13873 파크
센터 로드

(72) 발명자
타이완 유안-헝
미국 뉴욕주 14580 웹스터 올드 우즈 로드 613
하트워 투카람 키산
미국 뉴욕주 14526 펜필드 펄부쉬 드라이브 10
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
김용인, 박영복

전체 청구항 수 : 총 9 항

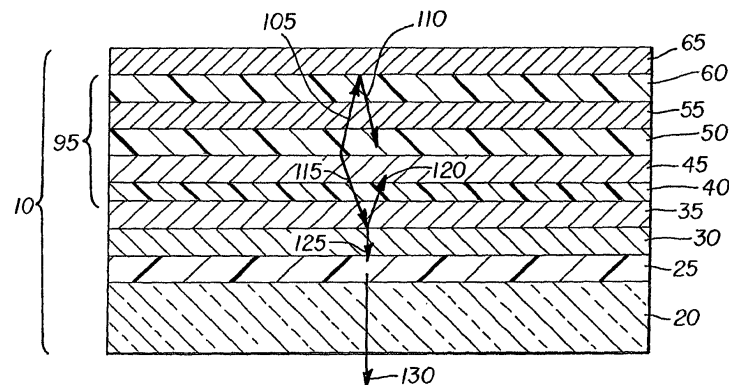
심사관 : 추장희

(54) 발명의 명칭 OLED 디바이스

(57) 요약

본 발명은 금속성 애노드 및 상기 금속성 애노드로부터 이격되어 있는 금속성 캐소드를 포함하는, 특정 색의 광을 방출하기 위한 안정화된 OLED 디바이스에 관한 것이다. 또한, 상기 디바이스는, 호스트 및 도판트를 포함하는 발광 층(이때, 상기 도판트는 특정 색의 광을 포함하는 스펙트럼을 갖는 광을 생성하도록 선택됨), 및 OLED 디바이스의 유용한 수명을 개선시키는 디바이스 층 중 하나에 구비된 안정화제(이때, 상기 안정화제는 발광 층의 것과 상이한 방출 스펙트럼을 가짐)를 포함한다. 상기 전극 층들 중 하나는 반투명하며, 다른 하나는, 안정화된 OLED 디바이스가 특정 색을 지닌 좁은 밴드의 광을 방출하는 미세공동을 형성하도록 실질적으로 불투명하고 반사성이다.

대표도



(72) 발명자

쇼어 조엘 데이비드

미국 뉴욕주 14607 로체스터 옥스포드 스트리트
242

파루기아 기우세페

미국 뉴욕주 14580 웹스터 비숍스 레인 706

특허청구의 범위

청구항 1

서로 이격되는 금속성의 애노드와 캐소드;

상기 애노드와 캐소드 사이에 형성되고, 정공-전자 재조합에 따라 청색에 해당하는 제1 방출 스펙트럼의 광을 방출하는 발광 층을 포함한 적어도 하나의 층으로 이루어진 유기 층; 및

상기 제1 방출 스펙트럼에 해당하는 광의 휘도를 안정화시키기 위해, 상기 유기 층 중 적어도 하나의 층에 첨가되고, 상기 제1 방출 스펙트럼과 다른 제2 방출 스펙트럼의 광을 생성하는 제1 도펀트로부터 선택된 안정화제를 포함하고,

상기 발광 층은 호스트와 상기 제1 방출 스펙트럼의 광을 생성하는 제2 도펀트를 포함하고,

상기 애노드와 캐소드 중 하나는 반투명한 물질로 형성되고, 다른 하나는 반사성의 불투명한 물질로 형성되며,

상기 제2 방출 스펙트럼의 광이 방출되는 것을 억제하고 상기 제1 방출 스펙트럼에 상응하는 미세공동 공명 파장을 갖도록 상기 애노드와 캐소드 사이의 간격이 조절됨을 특징으로 하는 OLED 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 반투명한 물질은 Ag 또는 Au, 또는 이들의 합금을 포함하는 OLED 디바이스.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 반사성의 불투명한 물질은 Ag, Au, Al, Mg 또는 Ca, 또는 이들의 합금을 포함하는 OLED 디바이스.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 유기 층은 상기 발광 층과 상기 애노드 사이에 형성되는 정공 수송 층을 더 포함하는 OLED 디바이스.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 안정화제는 상기 발광 층 또는 상기 정공 수송 층에 첨가되는 OLED 디바이스.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 유기 층은 상기 발광층과 상기 캐소드 사이에 형성되는 전자 수송 층을 더 포함하고,

상기 안정화제는 상기 발광 층, 상기 정공 수송 층 및 상기 전자 수송 층 중 적어도 하나에 첨가되는 OLED 디바이스.

청구항 7

삭제

청구항 8

서로 이격되는 금속성의 애노드와 캐소드;

상기 애노드와 캐소드 사이에 형성되고, 정공-전자 재조합에 따라 청색광을 방출하는 발광층을 포함한 적어도 하나의 층으로 이루어진 유기 층;

상기 청색광과 다른 색상의 광을 생성하는 제1 도펀트로 선택되고, 상기 유기 층 중 적어도 하나의 층에 첨가되어 상기 청색광의 휘도를 안정화시키는 안정화제; 및

상기 애노드와 캐소드 중 광이 방출되는 어느 하나의 상부에, 상기 청색광에 반응하여 상기 청색과 다른 색상의 광을 재방출하는 형광물질로 형성되는 색변환층을 포함하고,

상기 발광층은 호스트와 상기 청색광을 생성하는 제2 도펀트를 포함하고,

상기 애노드와 캐소드 중 하나는 반투명한 물질로 형성되고, 다른 하나는 반사성의 불투명한 물질로 형성되며,

상기 제1 도펀트에 의해 생성되는 광이 방출되는 것을 억제하고 상기 청색광에 상응하는 미세공동 공명 파장을 갖도록 상기 애노드와 캐소드 사이의 간격이 조절됨을 특징으로 하는 색 변환 OLED 디바이스.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 반투명한 물질은 Ag 또는 Au, 또는 이들의 합금을 포함하는 색 변환 OLED 디바이스.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 반사성의 불투명한 물질은 Ag, Au, Al, Mg 또는 Ca, 또는 이들의 합금을 포함하는 색 변환 OLED 디바이스.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 전계발광(EL) 디바이스에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 안정성, 효율 및 색의 순도가 개선된 유기 EL 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 전계발광(EL) 디바이스 또는 유기 발광 다이오드(OLED)는 인가된 전위에 반응하여 광을 방출하는 전자 디바이스이다. 문헌[Tang et al. in Applied Physics Letters 51, p913, 1987; Journal of Applied Physics, 65, p.3610, 1989], 및 공동 양도된 미국 특허 제 4,769,292 호는 높은 효율의 OLED를 설명하고 있다. 이후로, 중합성 물질을 포함하는, 교호형 층 구조를 지닌 수많은 OLED가 개시되고 있으며, 디바이스 성능이 개선되고 있다. OLED의 상업적인 성공을 위해, 추가의 디바이스 개선이 필요하다. 추가의 개선이 필요한 주요 분야 중 하나는 디바이스의 작동 안정성이다.

[0003] 오늘날, OLED 디바이스는 사용으로 인한 휘도 출력의 연속적인 저하를 나타낸다. 다수의 용도에서 휘도 출력의 이러한 단계적 저하는 허용되지 않는다. 이러한 저하 문제를 해결하기 위한 다양한 접근법이 있어왔다. 가장 눈에 띄는 접근법 중 하나는 디바이스를 안정화시키는, 일반적으로 안정화제로 지칭되는 다른 물질을 사용하여 유기 층 중 하나를 도핑하는 것이다. 미국 특허 출원 공보 제 2003/0068524 A1 호는 청색 발광 층(LEL) 다음의 정공 수송 층(HTL)에 루브렌 도펀트를 안정화제로 혼입시켜 OLED 디바이스 안정성이 개선됨을 개시하고 있다. 상기 안정화 효과에 대한 자세한 메커니즘은 잘 이해되지 않지만, 상기 접근법의 한가지 중요한 결과는 루브렌 도핑된 HTL 또한 광(오렌지 색을 가짐)을 방출시켜, 이 광이 LEL로부터 방출된 청색 광과 결합하여 OLED 디바이스로부터 백색 광을 방출시킨다는 것이다. 안정화 도펀트가 OLED 디바이스에 첨가되는 경우, 아마도 안정화제로부터 방출된 광이 OLED 디바이스로부터 방출된 광과 상당히 상이한 스펙트럼을 가지기 때문에, OLED 디바이스가 안정화된다. 결과적으로, OLED 디바이스로부터 방출된 광은 안정화제의 발광으로 인해 색이 오염된다. 이러한 오염은 다양한 실제적 용도에서 허용되지 않을 수도 있다.

[0004] 풀 칼라(full color) OLED 디스플레이를 달성하기 위한 다양한 접근법 중 하나는 색 변환 접근법을 이용하는 것이다. 색 변환 OLED는 도카이린(Tokailin) 등의 공동 양도된 미국 특허 제 5,126,214 호에 기재되어 있다. 색 변환 OLED 디바이스는 발광 층에 의해 방출된 광의 색에 반응하는 형광 물질을 포함하고, 광의 파장을 변화시켜

상이한 색의 광을 재방출시키는 색 변환 층을 구비한다. 이러한 색 변환 층은, 단일 색조의 광(예, 청색 광)을 발생시키고 이렇게 발생된 광을 관찰자에 의해 지각될 수 있는 하나 이상의 다른 색조(예, 녹색, 적색)의 광으로 변환시키는 색 변환 층을 포함하는 OLED 디바이스를 형성하는데 특히 유용할 수 있다. 따라서, 단일 색조의 광만을 생성하는 발광 층을 구비한 풀 칼라 OLED 디바이스를 제조하는 것이 가능하다. 가장 일반적으로, OLED 디스플레이는 청색 광을 방출시키도록 고안되었다. 다른 색조의 광을 방출시키도록 고안된 부화소(subpixel)는, OLED로부터 방출된 청색 광을 흡수하고 목적하는 다른 색을 재방출시키는 형광 물질을 구비한다. 이러한 접근법의 경우, 풀 칼라 디스플레이가 많은 이점을 가지지만, 주요 문제 중 하나는 청색 발광 OLED가 일반적으로 최소 안정성 및 최소 효율의 OLED 디바이스라는 점이다.

[0005] 따라서, 안정한 OLED 디바이스, 특히 색 오염이 없는 청색 발광 OLED 디바이스를 제공할 필요가 있다.

[0006] 발명의 요약

[0007] 따라서, 본 발명의 목적은 개선된 안정성 및 색 품질을 지닌 OLED 디바이스를 제공하는 것이다.

[0008] 상기 목적은 서로 이격되는 금속성의 애노드와 캐소드; 상기 애노드와 캐소드 사이에 형성되고, 정공-전자 재조합에 따라 청색에 해당하는 제1 방출 스펙트럼의 광을 방출하는 발광 층을 포함한 적어도 하나의 층으로 이루어진 유기 층; 및 상기 제1 방출 스펙트럼과 다른 제2 방출 스펙트럼의 광을 생성하는 제1 도펀트로 선택되고, 상기 유기 층 중 적어도 하나의 층에 첨가되어 상기 제1 방출 스펙트럼에 해당하는 광의 휘도를 안정화시키는 안정화제를 포함하고, 상기 발광 층은 호스트와 상기 제1 방출 스펙트럼의 광을 생성하는 제2 도펀트를 포함하고, 상기 애노드와 캐소드 중 하나는 반투명한 물질로 형성되고, 다른 하나는 반사성의 불투명한 물질로 형성되며, 상기 애노드와 캐소드 사이의 간격은 상기 제1 방출 스펙트럼에 상응하는 미세공동 공명 파장을 갖도록 조절되어, 상기 제2 방출 스펙트럼의 광이 방출되는 것을 억제하는 OLED 디바이스에 의해 실현된다.

[0009] 상기 반투명한 물질은 Ag 또는 Au, 또는 이들의 합금을 포함하고, 상기 반사성의 불투명한 물질은 Ag, Au, Al, Mg 또는 Ca, 또는 이들의 합금을 포함한다.

[0010] 이점

[0011] 본 발명의 이점은 개선된 안정성 및 성능을 지닌 단색의 OLED 디바이스를 제공하는 것이다. 본 발명의 또다른 이점은, 목적하는 발광에 영향을 미치는 그러한 원치 않는 발광 없이, 원치않는 파장에서 발광하는 안정화 물질을 OLED 디바이스에 사용할 수 있도록 한다는 점이다. 본 발명의 또다른 이점은 개선된 효율 및 안정성을 지닌 색 변환 유형의 OLED 디스플레이를 위한 광원을 제공하는 것이다. 본 발명의 또다른 이점은, 미세공동 효과는 개선되지만 미세공동에 일반적으로 영향을 미치는 각도 의존도는 감소된 풀 칼라 OLED 디스플레이의 용도를 제공하는 것이다.

발명의 상세한 설명

[0036] 용어 "디스플레이" 또는 "디스플레이 패널"은 전자적으로 비디오 이미지 또는 텍스트를 나타낼 수 있는 스크린을 지칭하기 위해 사용된다. 용어 "화소"는 독립적으로 다른 영역의 광을 방출시키기 위해 자극될 수 있는 디스플레이 패널의 영역을 지칭하기 위해 당해 분야에 승인된 용어로 사용된다. 용어 "OLED 디바이스"는 화소로서 유기 발광 다이오드를 포함하는 당해 분야에 승인된 의미의 디스플레이 디바이스로 사용된다. 착색된 OLED 디바이스는 하나 이상의 색의 광을 방출한다. 용어 "다색"은 상이한 영역에서 상이한 색조의 광을 방출할 수 있는 디스플레이 패널을 기술하기 위해 사용된다. 특히, 상기 용어는 상이한 색의 이미지를 나타낼 수 있는 디스플레이 패널을 기술하기 위해 사용된다. 이러한 영역들은 인접할 필요는 없다. 용어 "풀 칼라"는 가시광 스펙트럼의 적색, 녹색 및 청색 구역에서 발광할 수 있고, 임의 색조 또는 상기 색조의 조합에서 이미지를 나타낼 수 있는 다색 디스플레이 패널을 기술하기 위해 사용된다. 적색, 녹색 및 청색은 삼원색을 구성하는데, 상기 삼원색을 적절하게 혼합하여 다른 모든 색을 발생시킬 수 있다. 용어 "색조"는 가시 스펙트럼 내에서 발광의 강도 프로파일에 관한 것으로, 상이한 색조는 육안으로 식별할 수 있는 색의 차이를 나타낸다. 화소 또는 부화소는 디스플레이 패널에서 어드레스(address)될 수 있는 최소 단위를 지칭하기 위해 일반적으로 사용된다. 모노크롬 디스플레이에 있어서, 화소 또는 부화소를 구별하지 않는다. 용어 "부화소"는 다색 디스플레이 패널에서 사용되고, 임의 화소의 일부를 지칭하기 위해 사용되며, 이들은 독립적으로 어드레스되어 특정 색의 광을 방출시킬 수 있다. 예를 들어, 청색 부화소는 어드레스되어 청색 광을 방출시키는 화소의 일부이다. 풀 칼라 디스플레이에서, 화소는 일반적으로 삼원색 부화소, 즉 청색, 녹색 및 적색을 포함한다. 본 발명의 목적을 위해,

용어 "화소" 및 "부화소"는 호환적으로 사용될 것이다. 용어 "피치"는 디스플레이 패널에서 이격된 두 개의 화소 또는 부화소의 거리를 지칭하기 위해 사용된다. 따라서, 부화소 피치는 두 개의 부화소 간의 분리를 의미한다.

[0037] 용어 "미세공동 OLED 디바이스"는 30% 이상의 반사력을 갖는 두 개의 반사 거울 사이에 배치된 유기 EL 소자를 포함하는 OLED 디바이스를 지칭하기 위해 사용된다. 대부분의 경우, 반사 거울 중 하나는 본질적으로 불투명하며, 다른 하나는 1.0 미만의 광학 밀도를 갖는 반투명이다. 발광 소자는 OLED 디바이스가 작동하는 동안 인가된 전압하에 광을 방출하는 하나 이상의 유기 층을 포함할 수 있다. 두 개의 반사 거울은 OLED 디바이스의 방출 특성에 강하게 영향을 미치는 파브리-페롯(Fabry-Perot) 미세공동을 형성한다. 공동의 공명 파장에 상응하는 파장 근처에서의 발광은 강화되고, 다른 파장에서의 발광은 억제된다. 최종 결과는 방출된 광의 대역폭을 상당히 좁히고, 이의 강도를 상당히 강화시킨다. 종래 기술에서의 대부분의 미세공동 OLED 디바이스는 반투명 거울로서 쿼터-웨이브 스택(quarter-wave stack, QWS)을 사용한다. 그러나, QWS는 구조면에서 복잡하며 값이 비싸다. 발광 출력 효율 및 색 품질이 강화된 고 성능 미세공동 OLED 디바이스가 모든 금속성 거울을 사용하여 실질적으로 제조될 수 있음이 대규모 모델화 및 실험적 노력을 통해 전혀 예기치 못하게 알게되었다. 반사성 및 반투명 금속성 전극 모두에 대한 물질 선택은 중요하며, 반투명 금속성 전극의 두께 또한 중요하다는 것을 알게되었다. Ag, Au, Al, Mg 또는 Ca, 또는 이들의 합금(상기 금속 중 하나 이상의 50원자% 이상을 갖는 합금으로서 정의됨)을 비롯한 소수의 금속만이 반사 전극으로서 바람직하게 사용된다. 다른 금속이 사용되는 경우, 휘도 출력의 이점은 증가하고, 색 품질의 개선은 미세공동 효과로 인해 크게 감소된다. 유사하게, 반투명 전극에 있어서는 Ag 또는 Au, 또는 이들의 합금을 비롯한 소수의 물질만이 바람직하게 사용된다. 반투명 전극의 두께 범위도 또한 제한된다. 너무 얇은 층은 의미있는 미세공동 효과를 제공하지 못하고, 너무 두꺼운 층은 휘도 출력을 감소시킨다. 또한, 미세공동 내의 발광 층의 위치는 휘도 출력에 크게 영향을 미치며, 최적화될 필요가 있다. 이러한 모든 요소를 적절하게 최적화함으로써만, 상응하는 비-공동 OLED 디바이스가 달성한 것 보다 방출 출력 효율 및 색 품질이 상당히 개선된 미세공동 OLED 디바이스가 달성될 수 있다. 또한, 미세공동 밖의 광 투과 전극 층 다음에 배치된 흡수 감소 층이 미세공동 디바이스의 휘도 성능을 더욱 개선시킨다는 것을 알게 되었다.

[0038] 금속성 거울은 구조면에서 더욱 단순해지고, QWS 보다 더욱 쉽게 제조된다. 전극으로서도 기능하는 두 개의 금속성 거울을 사용하면, 별도의 투명한 전도성 전극에 대한 필요성이 없어진다. 반투명 금속성 전극의 시트 전도성은 종래 기술에서 사용된 투명한 전도성 전극 보다 훨씬 더 높을 수 있다. 증가된 전도성은 OLED 디바이스에서, 특히 디바이스의 면적이 크다면 옴(Ohm) 손실을 감소시킨다. 적절하게 고안된 금속성 거울을 사용하는 발광 대역폭은 QWS를 사용하여 수득된 것 보다 더 넓으므로, 휘도 출력이 증가된다. 반면, 발광 대역폭은 우수한 색 선택성 및 색 품질(또한, 색도로서 지칭됨)을 제공하기에 충분할 정도로 여전히 좁다.

[0039] OLED의 작동 안정성을 개선시키기 위한 다수의 접근법이 있어왔다. 가장 성공적인 접근법 중 하나는 안정화제를 사용하여 OLED 구조에서 유기 층 중 하나 이상을 도핑하는 것이다. 고 휘도 효율 및 작동 안정성을 지닌 OLED 디바이스가, 황색 루브렌 도판트, 또는 수퍼 루브렌 유도체 도판트 6,11-다이페닐-5,12-비스(4-(6-메틸-벤조티아졸-2-일)페닐)나프타센(DBzR), 또는 5,6,11,12-테트라(2-나프틸)나프타센(NR)을 정공 수송 층에 도핑하고 다이스티릴아민 유도체 청색 도판트를 호스트 발광 층에 도핑하여 제조될 수 있음을 예상치 못하게 알게되었다. 도핑된 정공 수송 층으로부터의 황색 발광 및 호스트 청색 발광 층으로부터의 청색 발광은 결합하여 OLED 디바이스로부터의 백색 발광을 형성한다. 이러한 백색 발광 디바이스에서 청색 휘도의 안정성이, 동일한 청색 발광 층을 사용하지만 황색 도판트가 없는 정공 수송 층을 지닌 OLED 디바이스 보다 훨씬 더 개선됨을 예상치 못하게 알게 되었다. 따라서, 황색 루브렌, DBzR 또는 NR과 같은 도판트를 정공 수송 층 중에 제공하여 발광 층으로부터의 청색 발광을 안정화시키는 것으로 추측할 수 있다. 그러나, 황색 루브렌, DBzR 또는 NR과 같은 도판트로 정공 수송 층을 도핑하는 것은 마찬가지로 황색 광의 방출을 초래한다. OLED 디바이스는 더 이상 청색 발광 디바이스가 아니다. 이러한 접근법을 사용하여 다양한 용도에 유용한 백색 광을 생성시킬 수 있지만, 색 오염은, 안정화된 디바이스가 순수한 청색 광이 필요한 용도, 예컨대 색 변환 OLED 디바이스에 부적합하게 한다.

[0040] 본 발명에 따라서, 안정화제를 첨가한 OLED 디바이스는 상기 기재한 바와 같은 미세공동 구조를 갖도록 제조된다. 미세공동 구조는 목적하는 용도를 위한 특정 색에 상응하는 공명 파장을 갖도록 조정된다. 미세공동 구조의 파장 선택화 및 좁은 대역폭 효과는 안정화 도판트로부터 바람직하지 않은 오염 광의 방출을 효과적으로 억제하고, 목적하는 특정 색의 광을 방출하게 한다. 미세공동 구조는 바람직한 방출 파장에서 OLED 디바이스의 발광 효율 뿐만 아니라 방출된 색의 색도를 더욱 개선시킬 수 있다. 이러한 모든 이점은 안정화제의 안정화 효과를 유지하는 동안 달성된다. 따라서, 본 발명은 특정 색의 광을 방출하기 위한 안정화된 OLED 디바이스, 즉

개선된 안정성, 발광 효율 및 색도를 지닌 모노크롬 OLED 디바이스를 제공하는데 효과적이다.

[0041] 또한, 본 발명은 개선된 색 변환 OLED 디스플레이 디바이스를 제공하는데 효과적이다. 이러한 실시양태에서, 발광 층은 예컨대 청색 광을 방출하도록 고안될 수 있고, 색 변환 층은 방출된 청색 광을 흡수하고 상이한 색의 광을 재방출하기 위해 제공될 수 있다. 안정화 도판트를 첨가하여 디바이스의 안정성을 개선시킨다. 미세공동 구조는 발광 효율 및 청색 발광의 색도를 개선시키고, 결과적으로 개선된 색 변환 OLED 디스플레이 디바이스가 제공된다.

[0042] 개선된 색도 및 발광 효율을 달성하기 위한 미세공동 OLED 디바이스가 종래 기술에 보고되어 있다. 그러나, 이러한 미세공동 OLED 디바이스는 시야각 의존도를 증가시킨다. 미세공동의 공명이 시야각으로 인해 변화되기 때문에, 방출된 광은 시야각으로 인해 색 및 강도가 변화되고, 이는 다수의 용도에서 바람직하지 않다. 본 발명의 바람직한 실시양태에 따라, 색 변환 디스플레이 디바이스는 미세공동 구조에서 청색 발광 OLED를 사용하여 제조된다. 색 변환 층은 미세공동 OLED로부터의 청색 방출을 흡수하고 등방적으로 재방출한다. 따라서, 디스플레이가 미세공동 OLED 디바이스로부터 일반적으로 예측되는 개선된 발광 효율 및 색도의 이점을 유지하는 동안 시야각 의존도는 개선한다.

[0043] 도 1로 다시 돌아오면, 본 발명의 제 1 실시양태에 따른 OLED 디바이스(10)의 화소의 단면도가 도시되어 있다. 일부 실시양태에서, OLED 디바이스(10)는 상기 정의한 부화소일 수 있다. OLED 디바이스(10)가 하부로부터 광을 방출하는 것(즉, 하부-발광식 디바이스)으로 도시되었지만, 일부 실시양태에서 OLED 디바이스(10)는 상부-발광식 디바이스가 될 수 있는 것으로 이해될 것이다. 화소는 최소한 기관(20), 애노드(30), 상기 애노드(30)로부터 이격되어 있는 캐소드(65), 및 발광 층(50)을 포함한다. 또한, 화소는 색 변환 층(25), 정공 주입 층(40), 정공 수송 층(45), 전자 수송 층(55), 및 전자 주입 층(60) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 또한, 일부 실시양태는 투명한 전도성 스페이서 층(35)을 포함할 수 있다. 이러한 성분은 하기에서 보다 상세하게 기재할 것이다.

[0044] 기관(20)은 유기 고체, 무기 고체 또는 유기와 무기 고체의 조합물일 수 있다. 기관(20)은 강성 또는 가요성일 수 있으며, 별도의 개개의 조각, 예컨대 시트 또는 웨이퍼로서, 또는 연속 물로서 가공될 수 있다. 전형적인 기관 물질은 유리, 플라스틱, 금속, 세라믹, 반도체, 금속 산화물, 반도체 산화물, 반도체 질화물, 또는 이들의 조합물을 포함한다. 기관(20)은 물질의 균질 혼합물, 물질의 복합물, 또는 물질의 다층일 수 있다. 기관(20)은 OLED 디바이스를 제조하기 위해 일반적으로 사용된 기관, 예컨대 활성-매트릭스 저온 폴리실리콘 또는 비정질-실리콘 TFT 기관인 OLED 기관일 수 있다. 기관(20)은 의도된 광 방출의 방향에 따라 광 투과성 또는 불투명일 수 있다. 광 투과성은 기관을 통해 EL 방출을 관측하는데 바람직하다. 투명한 유리 또는 플라스틱이 상기 와 같은 경우에 일반적으로 사용된다. EL 방출이 상부 전극을 통해 관측되는 용도에 있어서, 하부 지지체의 투과 특성은 중요하지 않으며, 따라서 광을 투과하거나, 광을 흡수하거나 또는 광을 반사할 수 있다. 상기 경우에 사용하기 위한 기관은 유리, 플라스틱, 반도체 물질, 세라믹 및 회로 기관 물질, 또는 OLED 디바이스(수동 매트릭스 디바이스 또는 능동 매트릭스 디바이스일 수 있다)의 형성에 일반적으로 사용되는 임의의 다른 것을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다.

[0045] 특정 상황 아래, OLED 디바이스(10)는 색 변환 OLED 디바이스일 수 있고, 색 변환 층(25)을 포함한다. 색 변환 층(25)은 도카이린 등의 공동 양도된 미국 특허 제 5,126,214 호에 기재되어 있다. 색 변환 층(25)은 발광 층(50)에 의해 방출된 광의 색에 반응하는 형광 물질을 포함하고, 광의 파장을 변화시켜 상이한 색의 광을 재방출한다. 이러한 색 변환 층은, 단일 색조(예, 청색 광)의 광을 발생시키고 이렇게 발생된 광을 관찰자에 의해 지각될 수 있는 하나 이상의 상이한 색조(예, 녹색, 적색)의 광으로 전환시키는 색 변환 층(25)을 포함하는 OLED 디바이스를 형성하는데 특히 유용할 수 있다. 따라서, 광의 단일 색조만을 생성하는 발광 층을 구비한 풀 칼라 OLED 디바이스를 제조하는 것이 가능하다. 색 변환 층(25)에 사용될 형광 물질은, 레진 중의 분산 상태를 비롯한 고체 상태에서 강한 형광성을 가지는 한 중요하지 않다. 형광 물질은 쿠마린 염료, 예컨대 2,3,5,6-1H,4H-테트라하이드로-8-트라이클로로메틸퀴놀리노(9,9a,1gh)쿠마린, 사이아닌-계 염료, 예컨대 4-다이아리아노메틸렌-2-메틸-6-(p-다이메틸아미노스티릴렌)-4H-피란, 피리딘-계 염료, 예컨대 1-에틸-2-(4-(p-다이메틸아미노페닐))-1,3-뷰타다이엔일)-피리딘 퍼클로레이트, 크산텐-계 염료, 예컨대 로다민 B, 및 옥사진-계 염료를 포함할 수 있다. 또한, 형광 물질은 무기 인광체를 포함할 수 있다. 형광 물질은 진공 증착, 스퍼터링 또는 스핀 코팅에 의해 형성된 필름 형태일 수 있다. 다른 실시양태에서, 형광 물질은 결합 레진과 같은 레진 중에 분산될 수 있다. 색 변환 층(25)의 두께는 발광 층(50)으로부터 광을 충분히 흡수하는 한 중요하지 않다.

[0046] 색 변환 층(25)의 배치는 OLED 디바이스(10)의 성질에 좌우될 것이다. 상부-발광식 디바이스와 같은 일부 실시

양태에 있어서는, 색 변환 층(25)이 캐소드(65) 위쪽에 있는 것이 바람직할 것이다.

[0047] 전극은 기관(20) 위쪽에 형성되고, 가장 일반적으로는 애노드(30)로서 배열된다. EL 발광이 기관(20)을 통해 관측되는 경우, 애노드(30)는 반사 물질로 제조되어야 하고, 광이 방출되는 과정에서 제한된 투과율을 가지도록 (이후 반투명으로서 지칭됨) 충분히 얇아야 한다. Ag 또는 Au, 또는 이들의 합금(상기 금속 중 하나 이상의 50 원자% 이상을 갖는 합금으로서 정의됨)을 비롯한 소수의 금속만이 반투명 애노드(30)에 대해 바람직한 물질이다. 애노드(30)의 두께 범위는 제한되며, 추가로 기술되는 것과 같이 OLED 디바이스(10)로부터 소정의 과정에서 휘도 광 출력을 최적화하도록 선택된다. 특정 상황에서, 애노드(30) 중의 반사성 금속 박층과 함께 투명한 전도성 산화물 층을 포함하는 것이 또한 가능하다. 측면 전도율이 반사성 금속 박층에 의해 제공되기 때문에, 투명한 전도성 산화물 층의 전도성은 높을 필요가 없다. 적합한 물질은 산화 인듐(InO), 산화 주석(SnO), 산화 아연(ZnO), 산화 몰리브덴, 산화 바나듐, 산화 안티몬(SbO), 또는 이들의 혼합물을 포함한다.

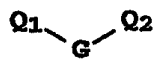
[0048] 다르게는, EL 방출이 캐소드(65)를 통해 관측되는 경우, 애노드(30)는 바람직하게는, 실질적으로 불투명하고 반사성이 되도록 1.5 이상의 광학 밀도를 제공하는 두께를 지닌 반사 물질이다. OLED 디바이스의 발광 효율은 애노드(30)의 반사력이 증가함에 따라 증가된다. 불투명 및 반사성 애노드(30)에 대한 물질은 Ag, Au, Al, Mg, 또는 Ca, 또는 이들의 합금을 포함하는 그룹 중에서 바람직하게 선택된다.

[0049] 항상 필수적인 것은 아니지만, 정공 주입 층(40)이 유기 발광 디스플레이에서 애노드(30) 위쪽에 형성되는 것이 종종 유용하다. 정공 주입 물질은 후속 유기 층의 필름 형성 성질을 개선시키고 정공 수송 층으로 정공을 주입하기 용이하도록 작용할 수 있다. 정공 주입 층(40)에 사용하기 위한 적합한 물질은 미국 특허 제 4,720,432 호에 기재된 포르피린계 화합물, 미국 특허 제 6,208,075 호에 기재된 플라즈마-증착된 플루오로탄소 중합체, 및 바나듐 산화물(VOx), 몰리브덴 산화물(MoOx), 니켈 산화물(NiOx) 등을 포함하는 무기 산화물을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 유기 EL 디바이스에 유용한 것으로 보고된 다른 정공 주입 물질은 유럽 특허 제 0 891 121 A1 호 및 제 1 029 909 A1 호에 기재되어 있다.

[0050] 항상 필수적인 것은 아니지만, 정공 수송 층(45)은 애노드(30)와 캐소드(65) 사이에 형성되고 증착되는 것이 종종 유용하다. 바람직한 정공 수송 물질은 증발, 스퍼터링, 화학 기상 증착, 전기화학적 수단, 열 전달, 또는 레이저 열 전달과 같은 임의의 적합한 수단에 의해 도너(donor) 물질로부터 증착될 수 있다. 정공 수송 층(45)에 유용한 정공 수송 물질은 방향족 3급 아민과 같은 화합물을 포함하는 것으로 공지되어 있고, 여기서 방향족 3급 아민과 같은 화합물은 오직 탄소 원자에 결합된 하나 이상의 3가 질소 원자를 함유하는 화합물인 것으로 이해되되, 이들 중 하나 이상은 방향족 고리의 구성원이다. 하나의 형태로서, 방향족 3급 아민은 아릴아민, 예컨대 모노아릴아민, 다이아릴아민, 트리아릴아민, 또는 중합성 아릴아민일 수 있다. 예시적인 단량성 트리아릴아민은 미국 특허 제 3,180,730 호에서 크루프펠(Klupfel) 등에 의해 설명되어 있다. 하나 이상의 비닐 라디칼로 치환되고/되거나 하나 이상의 활성 수소-함유기를 포함하는 다른 적합한 트리아릴아민은 미국 특허 제 3,567,450 호 및 제 3,658,520 호에 브란트레이(Brantley) 등에 의해 개시되어 있다.

[0051] 방향족 3급 아민의 보다 바람직한 종류는 미국 특허 제 4,720,432 호 및 제 5,061,569 호에 기재된 두 개 이상의 방향족 3급 아민 잔기를 포함하는 물질이다. 상기 화합물은 하기 화학식 A의 구조로 나타낸 것들이다:

화학식 A



[0052]

[0053] 상기 식에서,

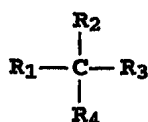
[0054] Q₁ 및 Q₂는 독립적으로 선택된 방향족 3급 아민 잔기이고;

[0055] G는 탄소-탄소 결합의 연결기, 예컨대 아릴렌, 사이클로알킬렌 또는 알킬렌 기이다.

[0056] 하나의 실시양태에서, Q₁ 또는 Q₂ 중 하나 이상은 폴리사이클릭 융합된 고리 구조(예컨대, 나프탈렌)를 함유한다. G가 아릴 기인 경우, 편리하게는 페닐렌, 바이페닐렌 또는 나프탈렌 잔기이다.

[0057] 화학식 A의 구조를 만족시키고 두 개의 트리아릴아민 잔기를 함유하는 트리아릴아민의 유용한 종류는 하기 화학식 B의 구조에 의해 나타낸다:

화학식 B



[0058]

[0059]

상기 식에서,

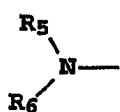
[0060]

R₁ 및 R₂는 각각 독립적으로 수소 원자, 아릴 기 또는 알킬 기를 나타내거나, 또는 R₁ 및 R₂는 함께 사이클로알킬 기를 완성하는 원자를 나타내고;

[0061]

R₃ 및 R₄는 하기 화학식 C의 구조에 의해 나타낸 바와 같이, 다이아릴 치환된 아미노 기로 연이어 치환된 아릴 기를 각각 독립적으로 나타낸다:

화학식 C



[0062]

[0063]

상기 식에서,

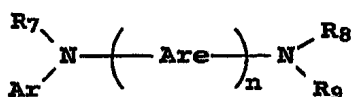
[0064]

R₅ 및 R₆은 독립적으로 선택된 아릴 기이다. 하나의 실시양태에서, R₅ 또는 R₆ 중 하나 이상은 폴리사이클릭 융합된 고리 구조(예컨대, 나프탈렌)를 함유한다.

[0065]

방향족 3급 아민의 또다른 종류는 테트라아릴다이아민이다. 바람직한 테트라아릴다이아민은 아릴렌 기를 통해 연결된 두 개의 다이아릴아미노 기, 예컨대 상기 화학식 C에 의해 나타낸 것을 포함한다. 유용한 테트라아릴다이아민은 하기 화학식 D에 의해 나타낸 것이다:

화학식 D



[0066]

[0067]

상기 식에서,

[0068]

각각의 Are는 독립적으로 선택된 아릴렌 기, 예컨대 페닐렌 또는 안트라센 잔기이고;

[0069]

n은 1 내지 4의 정수이고;

[0070]

Ar, R₇, R₈, 및 R₉는 독립적으로 선택된 아릴 기이다.

[0071]

전형적인 실시양태에서, Ar, R₇, R₈ 및 R₉ 중 하나 이상은 폴리사이클릭 융합된 고리 구조, 예컨대 나프탈렌이다.

[0072]

상기 구조 화학식 A, B, C, D의 다양한 알킬, 알킬렌, 아릴 및 아릴렌 잔기는 각각 연이어 치환될 수 있다. 전형적인 치환기는 알킬 기, 알콕시 기, 아릴 기, 아릴옥시 기, 및 플루오라이드, 클로라이드 및 브로마이드와 같은 할로젠을 포함한다. 다양한 알킬 및 알킬렌 잔기는 전형적으로 1 내지 약 6개의 탄소 원자를 함유한다. 사이클로알킬 잔기는 3 내지 약 10개의 탄소 원자를 함유할 수 있지만, 전형적으로는 5, 6 또는 7개의 탄소 원자를 함유한다(예컨대, 사이클로펜틸, 사이클로헥실 및 사이클로헵틸 고리 구조). 아릴 및 아릴렌 잔기는 페닐 및 페닐렌 잔기가 유용하다.

[0073]

OLED 디바이스에서의 정공 수송 층은 방향족 3급 아민 화합물 단독 또는 이들의 혼합물로 형성될 수 있다. 구체적으로, 하나는 트리아릴아민, 예컨대 상기 화학식 B를 만족시키는 트리아릴아민을 상기 화학식 D에 나타낸 것과 같은 테트라아릴다이아민과 조합하여 사용할 수 있다. 트리아릴아민이 테트라아릴다이아민과 조합하여 사용하는 경우, 후자의 화합물은 트리아릴아민 및 전자 주입 및 수송 층 사이에 삽입된 층으로서

위치한다. 유용한 방향족 3급 아민의 예는 하기와 같다:

- [0074] 1,1-비스(4-다이-p-톨릴아미노페닐)사이클로헥세인
- [0075] 1,1-비스(4-다이-p-톨릴아미노페닐)-4-페닐사이클로헥세인
- [0076] 4,4'-비스(다이페닐아미노)쿠아드리페닐
- [0077] 비스(4-다이메틸아미노-2-메틸페닐)-페닐메테인
- [0078] N,N,N-트라이(p-톨릴)아민
- [0079] 4-(다이-p-톨릴아미노)-4'-[4(다이-p-톨릴아미노)-스티릴]스틸벤
- [0080] N,N,N',N'-테트라-p-톨릴-4,4'-다이아미노바이페닐
- [0081] N,N,N',N'-테트라페닐-4,4'-다이아미노바이페닐
- [0082] N-페닐카바졸
- [0083] 폴리(N-비닐카바졸)
- [0084] N,N'-다이-1-나프탈렌일-N,N'-다이페닐-4,4'-다이아미노바이페닐
- [0085] 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐
- [0086] 4,4"-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]p-터페닐
- [0087] 4,4'-비스[N-(2-나프틸)-N-페닐아미노]바이페닐
- [0088] 4,4'-비스[N-(3-아세나프텐일)-N-페닐아미노]바이페닐
- [0089] 1,5-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]나프탈렌
- [0090] 4,4'-비스[N-(9-안트릴)-N-페닐아미노]바이페닐
- [0091] 4,4"-비스[N-(1-안트릴)-N-페닐아미노]-p-터페닐
- [0092] 4,4'-비스[N-(2-페난트릴)-N-페닐아미노]바이페닐
- [0093] 4,4'-비스[N-(8-플루오르안테닐)-N-페닐아미노]바이페닐
- [0094] 4,4'-비스[N-(2-피레닐)-N-페닐아미노]바이페닐
- [0095] 4,4'-비스[N-(2-나프타세닐)-N-페닐아미노]바이페닐
- [0096] 4,4'-비스[N-(2-페릴렌일)-N-페닐아미노]바이페닐
- [0097] 4,4'-비스[N-(1-코로네닐)-N-페닐아미노]바이페닐
- [0098] 2,6-비스(다이-p-톨릴아미노)나프탈렌
- [0099] 2,6-비스[다이-(1-나프틸)아미노]나프탈렌
- [0100] 2,6-비스[N-(1-나프틸)-N-(2-나프틸)아미노]나프탈렌
- [0101] N,N,N',N'-테트라(2-나프틸)-4,4"-다이아미노-p-터페닐
- [0102] 4,4'-비스{N-페닐-N-[4-(1-나프틸)-페닐]아미노}바이페닐
- [0103] 4,4'-비스[N-페닐-N-(2-피레닐)아미노]바이페닐
- [0104] 2,6-비스[N,N-다이(2-나프틸)아민]플루오렌
- [0105] 1,5-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]나프탈렌.
- [0106] 유용한 정공 수송 물질의 다른 종류는 유럽 특허 제 1 009 041 호에 기재된 폴리사이클릭 방향족 화합물을 포함한다. 또한, 중합성 정공 수송 물질, 예컨대 폴리(N-비닐카바졸)(PVK), 폴리티오펜, 폴리피롤, 폴리아닐린 및 PEDOT/PSS로 또한 지칭되는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시티오펜)/폴리(4-스티렌설폰에이트)와 같은 공중합체가 사용될 수 있다.

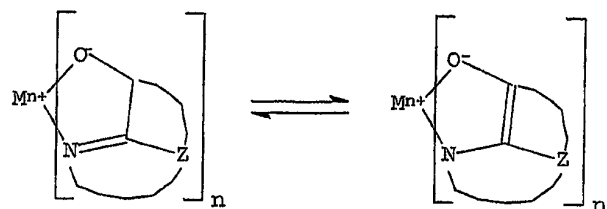
[0107] 발광 층(50)은 정공-전자 재조합에 따른 광을 생성한다. 발광 층(50)은 애노드(30) 및, 형성된 임의 다른 층, 예컨대 정공 수송 층(45) 상에 형성된다. 바람직한 유기 발광 물질은 증발, 스퍼터링, 화학 기상 증착, 전기화학적 수단, 또는 방사선 열 전달과 같은 임의 적합한 수단에 의해 도너 물질로부터 증착될 수 있다. 유용한 유기 발광 물질은 공지되어 있다. 보다 자세하게는 미국 특허 제 4,769,292 호 및 제 5,935,721 호에 기재된 바와 같이, 유기 EL 소자의 발광 층은 발광성 또는 형광성 물질을 포함하되, 여기서 전자-정공 쌍 재조합의 결과로서 전계발광이 상기 구역에서 발생한다. 발광 층은 단일 물질로 구성될 수 있지만, 보다 일반적으로는 게스트 화합물 또는 도판트로 도핑된 호스트 물질을 포함하되, 여기서 발광은 주로 도판트로부터 초래되고 임의 색이 될 수 있다. 도판트는 특정 스펙트럼을 갖는 광의 색을 생성시키도록 선택된다. 색 변환 OLED 디바이스에 있어서, 도판트는 청색 광을 생성시키도록 빈번하게 선택된다. 발광 층에서의 호스트 물질은 하기 정의된 바와 같은 전자 수송 물질, 상기 정의된 바와 같은 정공 수송 물질, 또는 정공-전자 재조합을 지지하는 또다른 물질일 수 있다. 일반적으로, 도판트는 고 형광성인 염료로부터 선택되지만, 국제 특허 제 WO 98/55561 호, 제 WO 00/18851 호, 제 WO 00/57676 호 및 제 WO 00/70655 호에 기재된 전이 금속 착체와 같은 인광성 화합물이 또한 유용하다. 전형적으로, 도판트는 0.01 내지 10중량%로서 호스트 물질에 코팅된다.

[0108] 도판트로서 염료를 선택하는데 있어 중요한 관계는 분자의 최고 점유 분자 오비탈과 최저 비점유 분자 오비탈 사이의 에너지 차이로서 정의된 밴드갭(bandgap) 전위의 비교이다. 호스트 물질에서 도판트 분자로 에너지를 효율적으로 전달하기 위해, 필수적인 조건은 도판트의 밴드갭이 호스트 물질의 밴드갭 보다 더 작아야 된다는 것이다.

[0109] 이러한 용도로 공지된 호스트 및 방출 분자는 미국 특허 제 4,768,292 호, 제 5,141,671 호, 제 5,150,006 호, 제 5,151,629호, 제 5,294,870 호, 제 5,405,709 호, 제 5,484,922 호, 제 5,593,788 호, 제 5,645,948 호, 제 5,683,823 호, 제 5,755,999 호, 제 5,928,802 호, 제 5,935,720 호, 제 5,935,721 호 및 제 6,020,078 호에 개시된 물질을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다.

[0110] 8-하이드록시퀴놀린 및 유사한 유도체(하기 화학식 E)의 금속 착체는 전계발광을 지지할 수 있는 유용한 호스트 물질의 한 종류를 구성하며, 500nm 보다 긴 파장, 예컨대 녹색, 황색, 오렌지색 및 적색의 발광에 특히 적합하다:

화학식 E



[0111]

[0112] 상기 식에서,

[0113] M은 금속을 나타내고,

[0114] n은 1 내지 3의 정수이고,

[0115] Z는 각각의 경우 독립적으로 두 개 이상의 융합된 방향족 고리를 갖는 핵을 완성하는 원자를 나타낸다.

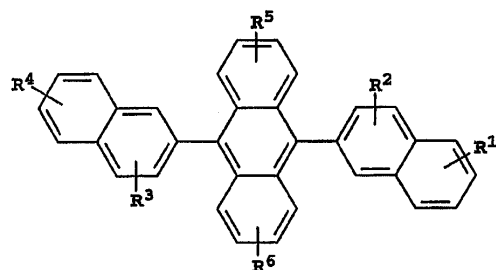
[0116] 전술한 것으로부터, 금속은 1가, 2가 또는 3가의 금속일 수 있음이 명백하다. 예를 들어, 금속은 알칼리 금속, 예컨대 리튬, 나트륨, 또는 칼륨; 알칼리 토 금속, 예컨대 마그네슘 또는 칼슘; 또는 토 금속, 예컨대 붕소 또는 알루미늄일 수 있다. 일반적으로, 유용한 킬레이트 금속으로 공지된 임의 1가, 2가 또는 3가 물질이 사용될 수 있다.

[0117] Z는 두 개 이상의 융합된 방향족 고리를 함유하는 헤테로사이클릭 핵을 완성하는데, 이들 중 하나 이상은 아졸 또는 아진 고리이다. 지방족 및 방향족 고리를 비롯한 부가적인 고리는 필요하다면 두 개의 필요한 고리로 융합될 수 있다. 작용성을 개선시키지 않으면서 분자 벌크의 추가를 방지하기 위해, 고리 원자의 수는 일반적으로 18 이하에서 유지된다.

[0118] 유용한 킬레이트된 옥시노이드 화합물의 예는 하기와 같다:

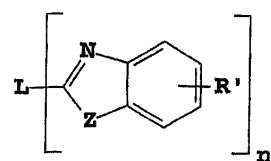
- [0119] C0-1: 알루미늄 트리숙신[일명, 트리스(8-퀴놀리놀에토)알루미늄(III)]
- [0120] C0-2: 마그네슘 비숙신[일명, 비스(8-퀴놀리놀에토)마그네슘(II)]
- [0121] C0-3: 비스[벤조{f}-8-퀴놀리놀에토]아연(II)
- [0122] C0-4: 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀에토)알루미늄(III)- μ -옥소-비스(2-메틸-8-퀴놀리놀에토)알루미늄(III)
- [0123] C0-5: 인듐 트리숙신[일명, 트리스(8-퀴놀리놀에토)인듐]
- [0124] C0-6: 알루미늄 트리스(5-메틸옥신)[일명, 트리스(5-메틸-8-퀴놀리놀에토)알루미늄(III)]
- [0125] C0-7: 리튬 옥신[일명, (8-퀴놀리놀에토)리튬(I)]
- [0126] C0-8: 갈륨 옥신[일명, 트리스(8-퀴놀리놀에토)갈륨(III)]
- [0127] C0-9: 지르코늄 옥신[일명, 테트라(8-퀴놀리놀에토)지르코늄(IV)].
- [0128] 9,10-다이-(2-나프틸)안트라센의 유도체(하기 화학식 F)는 전계발광을 지지할 수 있는 유용한 호스트 물질의 한 종류를 구성하며, 400nm 보다 긴 파장, 예컨대 청색, 녹색, 황색, 오렌지색 또는 적색의 발광에 특히 적합하다:

화학식 F



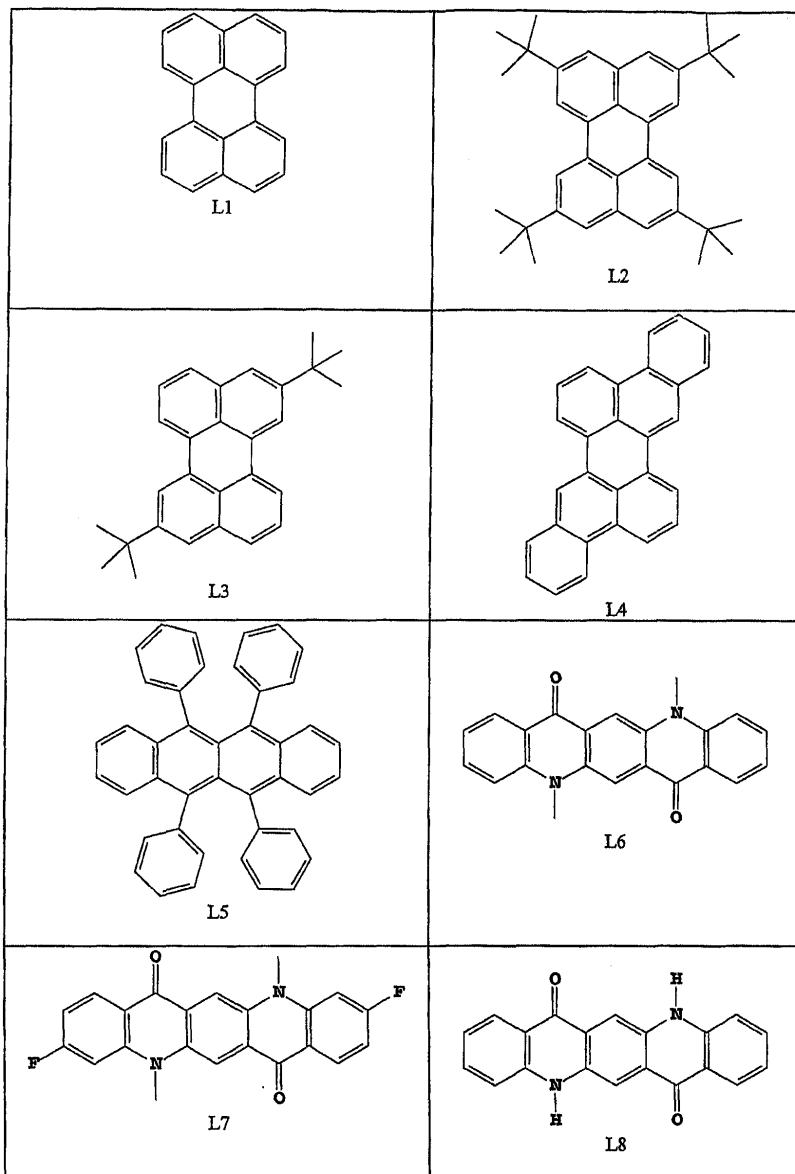
- [0129]
- [0130] 상기 식에서,
- [0131] R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 및 R^6 은 각 고리 상의 하나 이상의 치환기를 나타내며, 여기서 각각의 치환기는 다음과 같은 군 중에서 개별적으로 선택된다:
- [0132] 군 1: 수소, 또는 1 내지 24개의 탄소 원자의 알킬,
- [0133] 군 2: 5 내지 20개의 탄소 원자의 아릴 또는 치환된 아릴,
- [0134] 군 3: 안트라센일, 피레닐 또는 페릴렌일의 융합된 방향족 고리를 완성하기 위해 필요한 4 내지 24개의 탄소 원자,
- [0135] 군 4: 퓨릴, 티엔일, 피리딜, 퀴놀리닐 또는 다른 헤테로사이클릭 시스템의 융합된 방향족 고리를 완성하기 위해 필요한 것으로서 5 내지 24개의 탄소 원자의 헤테로 아릴 또는 치환된 헤테로아릴,
- [0136] 군 5: 1 내지 24개의 탄소 원자의 알콕실아미노, 알킬아미노 또는 아릴아미노, 및
- [0137] 군 6: 플루오르, 염소, 브롬 또는 사이아노.
- [0138] 벤즈아졸 유도체(하기 화학식 G)는 전계 발광을 지지할 수 있는 유용한 호스트 물질의 또다른 종류를 구성하며, 400nm 보다 더 긴 파장, 예컨대 청색, 녹색, 황색, 오렌지색 또는 적색의 발광에 특히 적합하다:

화학식 G



- [0139]
- [0140] 상기 식에서,

- [0141] n은 3 내지 8의 정수이고,
- [0142] Z는 0, NR 또는 S이고,
- [0143] R'은 수소; 1 내지 24개의 탄소 원자의 알킬, 예컨대 프로필, t-뷰틸, 헵틸 등; 5 내지 20개의 탄소 원자의 아릴 또는 헤테로원자 치환된 아릴, 예컨대 페닐 및 나프틸, 퓨릴, 티엔일, 피리딜, 퀴놀리닐, 및 다른 헤테로사이클릭 시스템; 또는 할로, 예컨대 클로로, 플루오로; 또는 융합된 방향족 고리를 완성하기 위해 필요한 원자이고,
- [0144] L은, 다중 벤즈아졸과 함께 공액적으로 또는 비공액적으로 연결되는, 알킬, 아릴, 치환된 알킬 또는 치환된 아릴을 비롯한 연결 단위이다.
- [0145] 유용한 벤즈아졸의 예는 2,2',2''-(1,3,5-페닐렌)트리스[1-페닐-1H-벤즈이미다졸]이다.
- [0146] 바람직한 형광성 도판트는 안트라센, 테트라센, 크산텐, 페릴렌, 루브렌, 쿠마린, 로다민, 퀴나크리돈, 다이시아노메틸렌피란 화합물, 티오피란 화합물, 폴리메틴 화합물, 피릴륨 및 티아피릴륨 화합물, 및 카보스티릴 화합물을 포함한다. 유용한 도판트의 설명적인 예는 하기와 같은 화합물을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다:

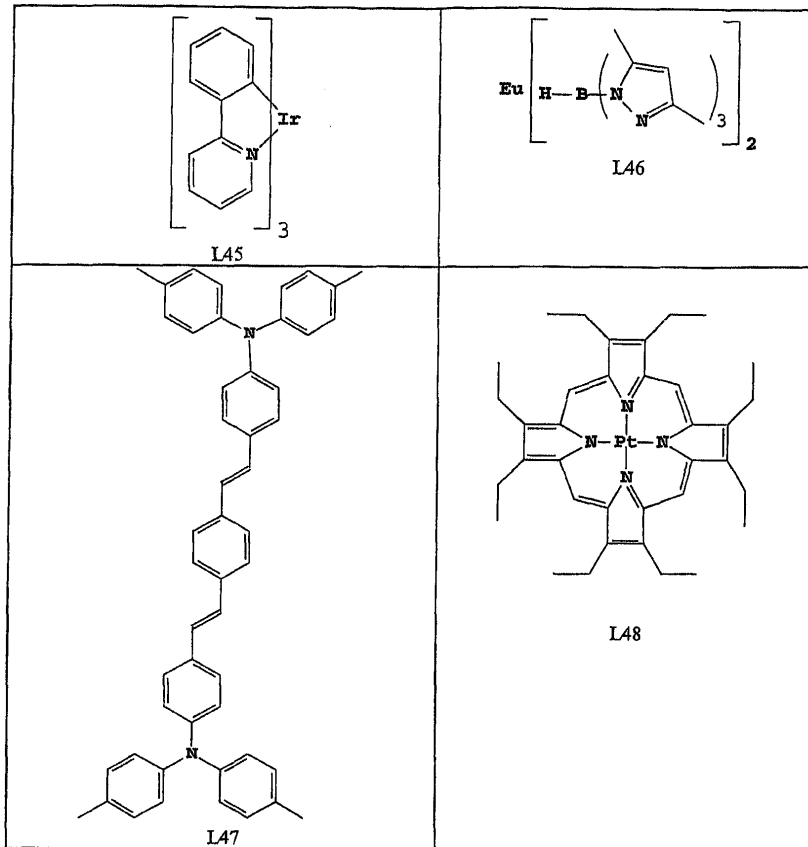


[0147]

L9	X	R1	R2	L23	X	R1	R2
L10	O	H	H	L24	O	H	H
L11	O	H	메틸	L25	O	메틸	메틸
L12	O	메틸	H	L26	O	메틸	H
L13	O	메틸	메틸	L27	O	메틸	메틸
L14	O	H	t-부틸	L28	O	H	t-부틸
L15	O	t-부틸	H	L29	O	t-부틸	H
L16	S	H	t-부틸	L30	S	H	t-부틸
L17	S	H	H	L31	S	메틸	H
L18	S	메틸	메틸	L32	S	메틸	메틸
L19	S	메틸	H	L33	S	메틸	t-부틸
L20	S	H	H	L34	S	H	H
L21	S	t-부틸	t-부틸	L35	S	t-부틸	t-부틸
L22	S	t-부틸	H	L36	S	t-부틸	H

L37	R	L41	R
L38	페닐	L42	페닐
L39	메틸	L43	메틸
L40	t-부틸	L44	t-부틸
	메시틸		메시틸

[0148]



[0149]

[0150]

다른 유기 발광 물질은 중합성 물질, 예컨대 공동 양도된 미국 특허 제 6,194,119 B1 호 및 그 안에 인용된 참고문헌에서 울크(Wolk) 등에 의해 교시된, 폴리페닐렌비닐렌 유도체, 다이알콕시-폴리페닐렌비닐렌, 폴리-파라-페닐렌 유도체, 및 폴리플루오렌 유도체일 수 있다.

[0151]

본 발명의 하나의 유익한 실시양태는 도판트가 특정 색의 광, 특히 청색 광을 포함하는 스펙트럼을 갖는 광을 생성하도록 선택된 발광 층(50)을 사용하는 것이다. 청색 광에 반응하는 형광성 물질을 지닌 색 변환 층(25)의 어레이(array)의 사용으로, 청색 광의 일부를 상이한 색의 광, 예컨대 적색 및 녹색으로 변환시킬 수 있다.

[0152]

비록 제시되진 않았지만, 디바이스는 생성된 OLED 디바이스의 적절한 발광 특성을 위해 바람직하다면, 부가적으로 두 개 이상의 발광 층을 포함할 수 있다. 또한, 디바이스는 미국 특허 제 6,107,734 호, 제 6,337,492 호, 및 제 6,274,980 호에 개시된 바와 같은 적층된 구조일 수 있다.

[0153]

항상 필수적인 것은 아니지만, OLED 디바이스(10)가 발광 층(50) 위쪽에 형성된 전자 수송 층(55)을 포함하는 것이 종종 유용하다. 바람직한 전자 수송 물질은 증발, 스퍼터링, 화학 기상 증착, 전기화학적 수단, 열 전달, 또는 레이저 열 전달과 같은 임의의 적합한 수단에 의해 도너 물질로부터 증착될 수 있다. 전자 수송 층(55)에 유용한 바람직한 전자 수송 물질은 옥신 그자체(또한, 일반적으로 8-퀴놀리놀 또는 8-하이드록시퀴놀린으로서 지칭됨)의 킬레이트를 포함하는 금속 킬레이트된 옥시노이드 화합물이다. 상기 화합물은 전자를 주입 및 수송하고 고 수준의 성능을 나타내는데 일조하며, 박층 형태로 용이하게 제조된다. 고려되는 옥시노이드 화합물의 예로는 전술한 화학식 E의 구조를 만족시키는 물질이다.

[0154]

다른 전자 수송 물질은 미국 특허 제 4,356,429 호에 개시된 다양한 뷰타다이엔 유도체 및 미국 특허 제 4,539,507 호에 기재된 다양한 헤테로사이클릭 광학 광택제를 포함한다. 또한, 화학식 G의 구조를 만족시키는 벤즈아졸이 전자 수송 물질로 유용하다.

[0155]

다른 전자 수송 물질은 중합성 물질, 예컨대 폴리페닐렌비닐렌 유도체, 폴리-파라-페닐렌 유도체, 폴리플루오렌 유도체, 폴리티오펜, 폴리아세틸렌, 및 문헌[Handbook of Conductive Molecules and Polymers, Vols. 1-4, H.S. Nalwa, ed., John Wiley and Sons, Chichester(1997)]에 열거된 것과 같은 다른 전도성 중합성 유기 물질일 수 있다.

[0156]

당해 분야에서 일반적으로, 상기 기재된 층 중 일부는 하나 이상의 기능을 가질 수 있는 것으로 이해될 것이다. 예를 들어, 발광 층(50)은 OLED 디바이스의 성능에 바람직한 정공 수송 성질 또는 전자 수송 성질을 가질 수 있

다. 정공 수송 층(45) 또는 전자 수송 층(55), 또는 이 둘 모두는 발광 특성을 가질 수 있다. 상기의 경우, 바람직한 발광 특성을 위해서 보다 적은 층들로도 충분할 수 있다.

[0157] 또한, 전자 주입 층(60)은 캐소드와 전자 수송 층 사이에 존재할 수 있다. 전자 주입 물질의 예는 알칼리성 또는 알칼리 토 금속, 전술한 알칼리 할라이드 염, 예컨대 LiF, 또는 알칼리성 또는 알칼리 토 금속 도핑된 유기 층을 포함한다.

[0158] 캐소드(65)는 전자 수송 층(55) 위쪽에, 또는 전자 수송 층이 사용되지 않는다면 발광 층(50) 위쪽에 형성된 전극이다. 발광이 애노드(30)를 통과하는 경우, 캐소드(65) 물질은, 본질적으로 불투명하고 반사성이 되도록 1.5 이상의 광학 밀도를 제공하는 두께를 지닌 반사성 금속이 바람직하다. OLED 디바이스의 발광 효율은 캐소드(65)의 반사력이 증가함에 따라 증가된다. 불투명 및 반사성 캐소드(65)에 대한 물질은 Ag, Au, Al, Mg, 또는 Ca, 또는 이들의 합금을 포함하는 그룹 중에서 바람직하게 선택된다.

[0159] 다르게는, 발광이 캐소드(65)를 통해 관측되는 경우, 캐소드(65)는 방출된 광에 반투명할만큼 충분히 얇은 반사성 금속을 포함할 필요가 있다. 반투명 캐소드(65)에 대한 물질은 Ag 또는 Au, 또는 이들의 합금을 포함하는 그룹 중에서 바람직하게는 선택된다. 캐소드(65)의 두께 범위는 제한되며, 추가로 기술되는 것과 같이 OLED 디바이스(10)로부터 소정의 파장에서 휘도 광 출력을 최적화하도록 선택된다. 특정 상황에서, 캐소드(65) 중의 반사성 금속 박층과 함께 투명한 전도성 산화물 층을 포함하는 것이 또한 가능하다. 측면 전도율이 반사성 금속 박층에 의해 제공되기 때문에, 투명한 전도성 산화물 층의 전도성은 높을 필요가 없다. 적합한 물질은 산화 인듐(InO), 산화 주석(SnO), 산화 아연(ZnO), 산화 몰리브덴, 산화 바나듐, 산화 안티몬(SbO), 또는 이들의 혼합물을 포함한다.

[0160] 캐소드 물질은 증발, 스퍼터링 또는 화학 기상 증착에 의해 증착될 수 있다. 필요한 경우, 관통-마스크 증착(through-mask deposition), 미국 특허 제 5,276,380 호 및 유럽 특허 제 0 732 868 호에 기재된 인티그럴 섀도우 마스크링(integral shadow masking), 레이저 어블레이션(laser ablation), 및 선택적 화학 기상 증착을 포함하지만, 이에 제한되지 않는 다수의 공지된 방법을 통해 패터닝을 달성할 수 있다.

[0161] 캐소드(65)는 애노드(30)로부터 수직으로 이격되어 있다. 캐소드(65)는 능동 매트릭스 디바이스의 부품일 수 있고, 이러한 경우에는 전체 디스플레이에 대해 단일 전극이다. 다르게는, 캐소드(65)는 수동 매트릭스 디바이스의 부품일 수 있고, 여기서 각 캐소드(65)는 화소의 결함을 활성화시킬 수 있고, 캐소드(65)는 애노드(30)에 수직 정렬된다.

[0162] 애노드(30) 및 캐소드(65)는 방출된 광 스펙트럼의 대역폭을 효과적으로 제한하여 특정 색의 광을 생성시키는 파브리-페롯 미세공동을 형성한다. 공동의 공명 파장에 상응하는 파장 근처에서의 발광은 반투명 전극을 통해 강화되고, 다른 파장에서의 발광은 억제된다.

[0163] 또한, 도 1은 미세공동에서의 발광 효과를 개략적으로 도시하고 있다. 단순성을 위해, 정공 주입 층(40), 정공 수송 층(45), 발광 층(50), 전자 수송 층(55) 및 전자 주입 층(60)은 집합적으로 유기 EL 소자(95)로서 지칭될 것이다.

[0164] 본 발명에 따라, 유기 EL 소자(95)의 두께는 미세공동 공명 파장을 조정하기 위해 변화될 수 있다. 투명한 전도성 스페이서 층(35)은 미세공동 공명 파장을 조정하기 위한 부가적인 수단으로서 사용될 수 있다. 투명한 전도성 스페이서 층(35)은 금속성 전극 중 하나와 유기 EL 소자(95) 사이에 배치될 수 있다. 방출된 광에 대해 투명해야 할 필요가 있고, 금속성 전극과 유기 EL 소자(95) 사이에 전하 캐리어를 운반하도록 전도성이어야 할 필요가 있다. 오직 관통-필름(through-film) 전도율이 중요하기 때문에, 약 $10^8 \Omega\text{-cm}$ 미만의 벌크 저항성이면 충분하다. 인듐-주석 산화물(ITO), 아연-주석 산화물(ZTO), 주석-산화물(SnOx), 인듐 산화물(InOx), 몰리브덴 산화물(MoOx), 텔루륨 산화물(TeOx), 안티몬 산화물(SbOx) 및 아연 산화물(ZnOx)을 포함하지만, 이에 제한되지 않는 다수의 금속 산화물이 사용될 수 있다.

[0165] 하나의 실시양태에서, 광은 정공 수송 층(45)과 발광 층(50)의 계면에서 방출되는 것으로 제시된다. 광(105)은 반사성 캐소드(65)의 방향으로 방출되어, 반사된 광(110)처럼 반사된다. 광(115)은 반투명한 반사성 애노드(30)의 방향으로 방출되어, 부분적으로 반사된 광(120)처럼 부분적으로 반사되고, 부분적으로 투과된 광(125)처럼 부분적으로 투과된다. 부분적으로 투과된 광(125)은 색 변환 층(25)에 의해 흡수될 수 있고, 상이한 색조의 방출된 광(130)처럼 재방출된다.

[0166] 유기 EL 소자(95)와 투명한 전도성 스페이서 층(35)(존재하는 경우)의 합한 두께는 미세공동 OLED 디바이스(1

0)를 조정하여 디바이스로부터 방출될 소정의 파장에서 공명을 갖도록 선택된다. 두께는 하기 수학적 1을 만족시킨다:

수학적 1

$$2 \sum n_i L_i + 2 n_s L_s + (Q_{m1} + Q_{m2}) \lambda / 2\pi = m \lambda$$

상기 식에서,

n_i 는 굴절률이고,

L_i 는 유기 EL 소자(95) 내의 n 번째 서브층의 두께이고,

n_s 는 굴절률이고,

L_s 는 투명한 전도성 스페이서 층(35)의 두께로서 0일 수 있고,

Q_{m1} 및 Q_{m2} 는 각각 2개의 유기 EL 소자-금속 전극 계면에서의 상 이동(라디안)이고,

λ 는 디바이스로부터 방출되는 소정의 파장이고,

m 은 음이 아닌 정수이다.

실용적인 한, 작은 m 을 갖는 것이 바람직하며, 전형적으로는 2 미만이다. 발광 층(50)의 파장이 되도록 소정의 방출된 파장을 선택함으로써, 발광 층(50)을 안정화시키기 위해 첨가된 도판트에 의해 생성된 광의 강도를 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 정공 수송 층(45)에서의 루브렌 유도체와 같은 황색 발광 도판트의 존재로 인해 안정화된 청색 발광 층의 전술한 예에서, 청색 광(투과된 광(125)으로서)의 방출을 향상시키도록 미세공동 효과를 선택하여 바람직하지 않은 황색 파장의 방출을 감소시킬 수 있다.

금속 전극들 사이의 층 두께는 미세공동 공명 파장을 결정하는데 가장 중요한 인자이다. 그러나, 공명 파장 및 더욱 구체적으로는 공명의 강도(및 이로 인한 디바이스의 생성된 효율)는 또한 발광 층과 2개의 전극 각각 사이의 거리에 따라 좌우된다. 특히, 최적의 디바이스 성능을 위해, 반사성 금속 캐소드(65)와 발광 층(이의 중심) 사이의 거리는 하기 수학적 2를 대략 만족해야 한다:

수학적 2

$$2 \sum n_i L_i + Q_{m1} \lambda / 2\pi = m_D \lambda$$

상기 식에서,

n_i 는 굴절률이고,

L_i 는 유기 EL 소자(95) 내의 n 번째 서브층의 두께이고,

Q_{m1} 은 유기 EL 소자-금속 전극 계면에서의 상 이동(라디안)이고,

λ 는 디바이스로부터 방출되는 소정의 파장이고,

m_D 는 음이 아닌 정수이다.

수학적 1과 대조적으로, 여기에서의 합계는 단지 발광 층과 반사성 금속 캐소드(65) 사이(이들의 중심)에 놓여진 층들의 합 이상임에 주의한다. 발광 층(50)과 반사성 캐소드(65) 사이에 배치되는 경우, 투명한 전도성 스페이서 층(35)의 두께가 포함되어야 한다. 반투명한 반사성 금속 애노드(30)와 발광 층 사이의 거리에 대한 유사한 식을 작성할 수 있다. 그러나, 수학적 1 및 2를 만족시키면 상기 제 3 식의 만족을 보장하기 때문에, 임의의 추가 제한은 없다.

반투명한 반사성 금속 애노드(30)에 의한 광의 흡수가 가능한 낮은 것이 바람직하기 때문에, 반투명한 반사성 금속 애노드(30)와 기관(20) 사이에 흡수 감소 층을 부가하는 것이 유용하다. 이 층의 목적은 반투명한 반사성 애노드(30) 자체 내에서 광파에 의해 생성되는 전기장을 감소(및 이로 인한 광파 흡수)시키는 것이다. 우수한 접근을 위해서는, 이 결과는, 흡수 감소 층과 기관(20) 사이의 계면으로부터 후방으로 반사되는 광파의 전기장

이 디바이스로부터 나가는 광의 전기장과 파괴적으로 간섭하여 이를 부분적으로 상쇄시키게 함으로써 가장 잘 달성된다. 다음으로, 기초적인 광학적 고려는, 이것이 하기 수식식 3이 거의 만족되는 경우에 (기판보다 높은 굴절률을 갖는 흡수 감소 층에 대해) 일어날 것임을 암시한다:

수식식 3

$$2n_A L_A + n_T L_T = (m_A + 1/2) \lambda$$

상기 식에서,

n_A 및 L_A 는 각각 흡수 감소 층의 굴절률 및 두께이고,

n_T 및 L_T 는 각각 반투명한 금속 하부 애노드의 굴절률 및 두께의 실제 부분이고,

m_A 는 음이 아닌 정수이다.

실용적인 한, 작은 m_A 를 갖는 것이 바람직하며, 일반적으로는 0이고, 전형적으로는 2 미만이다. 디바이스의 다른 구조에서, 반투명한 전극은 캐소드일 수 있고, 반사성 금속 전극은 애노드일 수 있다. 이러한 경우, 유기 EL 소자(95)는 정공 주입 및 정공 수송 층이 애노드에 더욱 근접하고 전자 주입 및 전자 수송 층이 캐소드에 더욱 근접하도록 적절하게 배열된다.

실시예

실시예 1

OLED 디바이스 #1, #2, 및 #3을 하기와 같은 방식으로 제조하였다.

ITO 80nm로 코팅된 기판을 시판되는 세제 중에서 순차적으로 초음파처리하고, 탈이온수 중에서 세정하고, 톨루엔 증기 중에서 그리스를 제거하였다. 이러한 기판을 약 1분 동안 산소 플라즈마로 처리하고, CHF_3 의 플라즈마 활성 증착(plasma assisted deposition)에 의해 1nm 플루오로탄소 층으로 코팅하였다. 이러한 기판을 유기 층 및 캐소드 증착을 위해 증착실에 넣었다.

다양한 양의 루브렌으로 도핑된 150nm NPB 정공 수송 층(HTL), 1.5% TBP 청색 도판트를 지닌 AND 호스트를 포함하는 20nm 청색 발광 층(EML), 35nm Alq 전자 수송 층(ETL), 및 캐소드로서 100nm Mg: 10% Ag 합금을 순차적으로 증착시켜 실시예 1의 디바이스를 제조하였다. 상기 순서로 OLED 디바이스의 증착이 완성되었다. 디바이스 #1은 HTL로 루브렌 도핑하지 않았고; 디바이스 #2는 HTL로 0.5% 루브렌 도핑하였고; 디바이스 #3은 HTL로 2% 루브렌 도핑하였다.

그 후, OLED 디바이스를 주변 환경으로부터 보호하기 위해 질소로 채워진 건조 글러브 박스 중에 밀봉하여 포장(package)하였다. 이러한 OLED 디바이스를 제조하기 위해 사용된 ITO 패터닝된 기판은 몇몇 시험 패턴을 함유하고 있다. 전류 전압 특성 및 전계발광 수율에 대해 각각의 디바이스를 시험하였다. 전류 밀도 $20\text{mA}/\text{cm}^2$ 에서 작동하는 디바이스의 스펙트럼 출력을 도 2에 플롯하였다. 디바이스 #1은 각각 464nm 및 492nm에서 두 개의 발광 피크를 보이고, 또한 (0.166, 0.253)의 CIE 색 좌표를 보이는데, 이는 TBP 도핑된 발광 층을 사용하는 청색 발광 OLED 디바이스에서 일반적으로 전형적인 것이다. 디바이스 #2는 매우 상이한 스펙트럼을 나타냈다. 464nm 및 492nm에서의 두 개의 피크 외에도, 루브렌 발광으로 인한 560nm에서의 새로운 피크를 뚜렷히 볼 수 있었다. CIE 색 좌표는 (0.245, 0.324)로 이동하였고, 발광은 더 이상 청색이 아니었다. 디바이스 #3은 560nm에서 루브렌 발광으로 인해 좌우되는 스펙트럼이 나타났고, 색 좌표는 (0.383, 0.421)로 이동하였다. 발광은 오렌지-백색 양상을 가지고, 따라서 TBP로부터의 청색 발광을 크게 오염시켰다.

$20\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 평균 전류 밀도에서 50% 듀티 사이클(duty cycle) 스퀘어 파형 AC 전류를 연속적으로 사용하여 디바이스를 실행시킴으로써 작동 안정성을 시험하였다. 휘도 출력을 연속적으로 모니터링하고, 출력 데이터를 도 3에 플롯하였다. HTL에 루브렌이 도핑되지 않은 디바이스 #1은 약 250시간에서 처음 출력의 70%로 저하되었고; HTL에 0.5% 루브렌 도핑된 디바이스 #2는 800 시간에 걸쳐 처음 출력의 70%로 저하되었고; HTL에 2.0% 루브렌 도핑된 디바이스 #3은 약 600 시간에서 저하되었다.

- [0199] 그러나, 색 오염으로 인해, 이러한 루브렌-안정화된 디바이스는 청색 발광 OLED 디바이스로서 더 이상 사용될 수 없었다.
- [0200] 실시예 2-a(비교)
- [0201] OLED 디바이스 #2-a를 실시예 1에서의 샘플과 유사한 방식으로 제조하였다.
- [0202] ITO 40nm로 코팅된 기판을 시판되는 세제 중에서 순차적으로 초음파처리하고, 탈이온수 중에서 세정하고, 톨루엔 증기 중에서 그리스를 제거하였다. 이러한 기판을 약 1분 동안 산소 플라즈마로 처리하고, CHF₃의 플라즈마 활성 증착에 의해 1nm 플루오로탄소 층으로 코팅하였다. 그 후, 상기 기판을 진공 증발 증착실에 넣어, 87nm의 도핑되지 않은 NPB 정공 수송 층(HTL), 2.5% 루브렌으로 도핑된 20nm NPB 정공 수송 층, 1.5% TBP 청색 도판트를 지닌 TBADN 호스트를 포함하는 30nm 청색 발광 층(EML), 32nm Alq 전자 수송 층(ETL), 0.5nm Li 전자 주입 층, 및 캐소드로서 50nm Ag 합금을 순차적으로 증착시켰다. 상기 순서로 OLED 디바이스의 증착이 완성되었다. 그 후, OLED 디바이스를 주변 환경으로부터 보호하기 위해 질소로 채워진 건조 글러브 박스 중에 밀봉하여 포장하였다. 이러한 OLED 디바이스를 제조하기 위해 사용된 ITO 패터닝된 기판은 몇몇 시험 패턴을 함유하고 있다. 전류 전압 특성 및 전계발광 수율에 대해 각각의 디바이스를 시험하였다. 전류 밀도 20mA/cm²에서 작동하는 디바이스의 스펙트럼 출력을 도 4에 플롯하였다. 디바이스 #2-a는 560nm에서 루브렌 발광으로 인해 좌우되는 스펙트럼을 나타냈고, 색 좌표는 (0.376, 0.461)이었다. 발광은 진한 오렌지-백색 양상을 가지고, 따라서 TBP로부터의 청색 발광을 크게 오염시켰다.
- [0203] 샘플 2-b(발명)를 미세공동 구조로 제조하였다. 유리 기판을 시판되는 세제 중에서 순차적으로 초음파처리하고, 탈이온수 중에서 세정하고, 톨루엔 증기 중에서 그리스를 제거하였다. 그 후, 금속 마스크를 통해 93nm 두께의 Ag 필름의 DC-스퍼터링된 층으로 상기 기판을 코팅하여 애노드 패턴을 생성시켰다. 그 후, 상기 기판을 진공 증발 증착실에 넣어, 3nm의 MoO₃ 정공 주입 층, 139nm의 도핑되지 않은 NPB 정공 수송 층(HTL), 2.5% 루브렌으로 도핑된 20nm NPB 정공 수송 층, 1.5% TBP 청색 도판트를 지닌 TBADN 호스트를 포함하는 20nm 청색 발광 층(EML), 20nm Alq 전자 수송 층(ETL), 0.5nm Li 전자 주입 층, 및 반투명한 캐소드로서 22.5nm Ag 합금, 및 흡수 감소 층으로서 85nm Alq를 순차적으로 증착시켰다. 상기 순서로 OLED 디바이스의 증착이 완성되었다. 그 후, OLED 디바이스를 주변 환경으로부터 보호하기 위해 질소로 채워진 건조 글러브 박스 중에 밀봉하여 포장하였다. OLED 구조는 Ag 애노드 및 반사 거울로서 Ag 캐소드 층을 지닌 미세공동을 형성하였다. 층의 두께는 미세공동의 공명 파장이 청색 구역에 속하고, 발광이 우수한 효율을 가지도록 선택하였다. 또한, 디바이스의 스펙트럼 출력을 도 4에 도시하였다. 이는 (0.145, 0.079)의 색 좌표를 지닌 460nm에서의 좁은 단일 피크를 포함한다. 460nm에서의 방사량은 이 파장에서의 비공동 샘플 2-a 보다 거의 10배 이상 크다. 따라서, 본 발명에 따라 제조된 OLED 디바이스는 색 및 발광 효율이 훨씬 개선됨을 보여준다. 디바이스는, HTL에 도핑된 루브렌의 안정화 효과를 유지하는 것으로 기대되지만, 루브렌 도핑으로 인한 색 오염이 완전히 제거되지는 않는다. 본 발명은 특히 청색 발광 OLED를 안정화시키는 것에 관해 자세하게 기술하였지만, 마찬가지로 본 발명을 또다른 칼라 OLED 디바이스에 적용할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

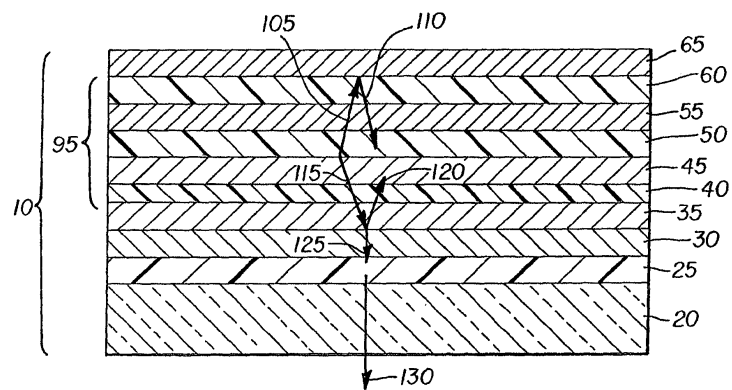
도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 발명의 제 1 실시양태에 따르고, 또한 생성된 미세공동에서의 발광 효과를 개략적으로 보여주는 OLED 디바이스 화소의 단면도이다.
- [0013] 도 2는 통상적인(비-미세공동) OLED 디바이스의 방출 스펙트럼에 대한 안정화 도판트의 효과를 도시하고 있다.
- [0014] 도 3은 OLED 디바이스의 안정성에 대한 안정화 도판트의 효과를 도시하고 있다.
- [0015] 도 4는 안정화 도판트로부터의 오염 발광을 제거시, 본 발명의 실시양태에 따른 미세공동 구조의 효과를 도시하고 있다.
- [0016] 층 두께와 같은 디바이스의 특징 치수는 종종 서브-마이크로미터(sub-micrometer) 범위이기 때문에, 도면은 치수의 정확성 보다 오히려 보다 용이하게 보이도록 축척되었다.
- [0017] 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명
- [0018] 10 OLED 디바이스
- [0019] 20 기판

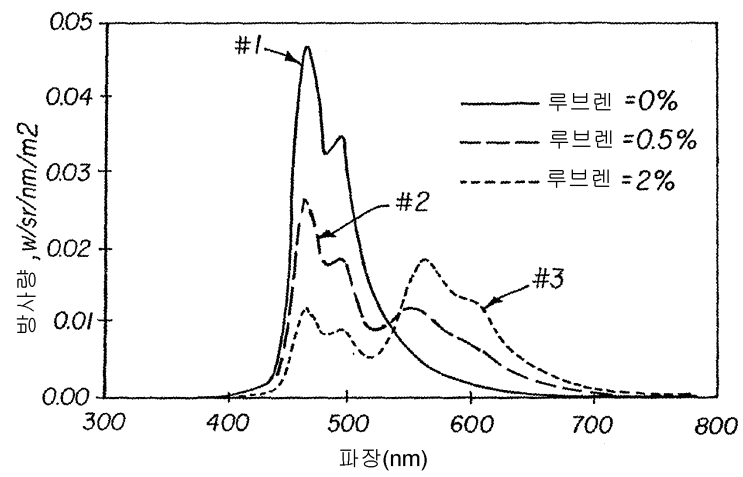
[0020]	25	색 변환 층
[0021]	30	애노드
[0022]	35	투명한 전도성 스페이서 층
[0023]	40	정공 주입 층
[0024]	45	정공 수송 층
[0025]	50	발광 층
[0026]	55	전자 수송 층
[0027]	60	전자 주입 층
[0028]	65	캐소드
[0029]	95	유기 EL 소자
[0030]	105	광
[0031]	110	반사된 광
[0032]	115	광
[0033]	120	부분적으로 반사된 광
[0034]	125	부분적으로 투과된 광
[0035]	130	방출된 광

도면

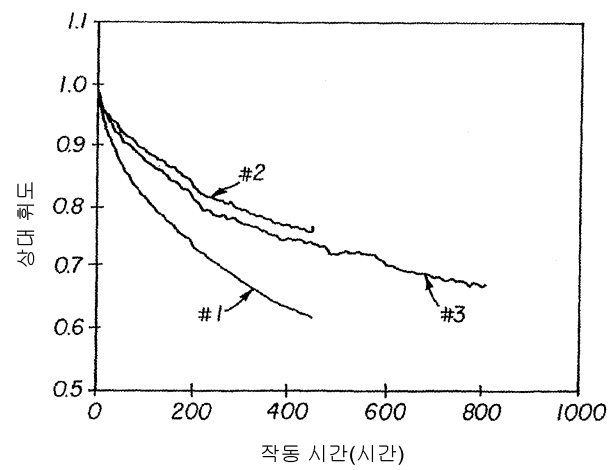
도면1



도면2



도면3



도면4

