



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0072647
(43) 공개일자 2020년06월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01L 51/5056 (2013.01)
H01L 51/5088 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0160303
(22) 출원일자 2018년12월12일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)

(72) 발명자
박영룡
경기도 오산시 양산로 460 108동 1303호 (양산동, 세마e-편한세상아파트)

김원중
경기도 수원시 영통구 대장로82번길 32 108동 1906호 (망포동, 동수원엘지빌리지1차)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인 고려

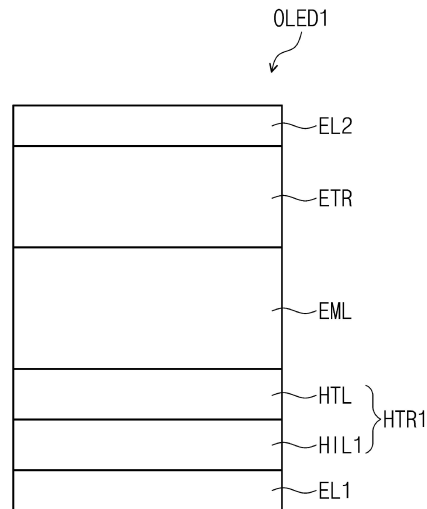
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 유기 전계 발광 소자 및 이를 포함하는 표시 장치

(57) 요약

유기 전계 발광 소자는 제1 전극, 정공 수송 영역, 발광층, 전자 수송 영역, 제2 전극을 포함한다. 정공 수송 영역은 제1 정공 주입층을 포함한다. 제1 정공 주입층은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 란타늄족 금속 중 적어도 하나와 할로젠 원자가 결합된 금속 할로젠 화합물을 포함하고 유기 화합물을 포함하지 않는다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

서동규

경기도 수원시 영통구 청명북로 83 (영통동, 청명
마을주공아파트) 402동 2006호

안정희

경기도 화성시 동탄하나1길 61 헤리움 1342호

유병욱

경기도 화성시 영통로50번길 27 106동 103호 (반
월동, 두산위브아파트)

김형필

경기도 화성시 노작로 177 (반송동, 마젤란오피스
텔) 2206호

이병석

경상남도 창원시 성산구 신촌로 130 (신촌동, 창원
신촌동원로얄듀크) 동원로얄듀크 101동 302호

명세서

청구범위

청구항 1

제1 전극;

상기 제1 전극 상에 배치된 정공 수송 영역;

상기 정공 수송 영역 상에 배치된 발광층;

상기 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역; 및

상기 전자 수송 영역 상에 배치된 제2 전극을 포함하고,

상기 정공 수송 영역은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 란타늄족 금속 중 적어도 하나와 할로젠 원자가 결합된 금속 할로젠 화합물을 포함하고 유기 화합물을 포함하지 않는 제1 정공 주입층을 포함하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 금속 할로젠 화합물의 쌍극자 모멘트는 1.6D(debye) 이상인 유기 전계 발광 소자.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 금속 할로젠 화합물은 4.0eV 이하의 일함수 값을 갖는 유기 전계 발광 소자.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 금속 할로젠 화합물의 원자간 결합에너지는 180KJ/mol 이상인 유기 전계 발광 소자.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 알칼리 금속은 Li, Na, K, Rb, 또는 Cs이고,

상기 알칼리 토금속은 Be, Mg, Ca, Sr, 또는 Ba이고,

상기 란타늄족 금속은 La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, 또는 Lu이고,

상기 할로젠 원자는 F, Cl, Br, 또는 I인 유기 전계 발광 소자.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 금속 할로젠 화합물은 KI인 유기 전계 발광 소자

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 제1 정공 주입층은 상기 제1 전극 상에 직접 배치된 유기 전계 발광 소자.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 제1 정공 주입층의 두께는 1Å 이상 30Å 이하인 유기 전계 발광 소자.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 정공 수송 영역은 상기 제1 정공 주입층 상에 배치된 제2 정공 주입층을 더 포함하고, 상기 제2 정공 주입층은 유기 화합물을 포함하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 제2 정공 주입층은 상기 금속 할로겐 화합물을 더 포함하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 제2 정공 주입층 전체에 대하여 상기 금속 할로겐 화합물의 부피 비율은 1% 이상 50% 이하인 유기 전계 발광 소자.

청구항 12

제10 항에 있어서,

상기 제2 정공 주입층에서, 상기 유기 화합물 및 상기 금속 할로겐 화합물은 균일하게 분포된 유기 전계 발광 소자.

청구항 13

제10 항에 있어서,

상기 제2 정공 주입층의 두께는 1Å 이상 100Å 이하인 유기 전계 발광 소자.

청구항 14

제1 전극;

상기 제1 전극 상에 배치된 정공 수송 영역;

상기 정공 수송 영역 상에 배치된 발광층;

상기 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역; 및

상기 전자 수송 영역 상에 배치된 제2 전극을 포함하고,

상기 정공 수송 영역은 하기 화학식 1로 표시되는 금속 할로겐 화합물을 포함하는 정공 주입층을 포함하는 유기 전계 발광 소자:

[화학식 1]



상기 화학식 1에서,

X 및 Y는 각각 독립적으로 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 란타늄족 금속이고,

Z는 할로겐 원자이고,

m 및 n은 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수이고, m 및 n 중 적어도 하나는 1 이상의 정수이고,

q는 1 이상 5 이하의 정수인 유기 전계 발광 소자.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 금속 할로겐 화합물의 쌍극자 모멘트는 1.6D(debye) 이상인 유기 전계 발광 소자.

청구항 16

제14 항에 있어서,

상기 알칼리 금속은 Li, Na, K, Rb, 또는 Cs이고,

상기 알칼리 토금속은 Be, Mg, Ca, Sr, 또는 Ba이고,

상기 란타늄족 금속은 La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, 또는 Lu이고,

상기 할로겐 원자는 F, Cl, Br, 또는 I인 유기 전계 발광 소자.

청구항 17

복수 개의 유기 전계 발광 소자들을 포함하고,

상기 유기 전계 발광 소자들 각각은,

제1 전극;

상기 제1 전극 상에 배치된 정공 수송 영역;

상기 정공 수송 영역 상에 배치된 발광층;

상기 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역; 및

상기 전자 수송 영역 상에 배치된 제2 전극을 포함하고,

상기 정공 수송 영역은,

4.0eV 이하의 일함수 값을 갖는 저일함수 금속 및 할로겐 원자가 결합된 금속 할로겐 화합물 중 적어도 하나를 포함하고 유기 화합물을 포함하지 않는 제1 정공 주입층을 포함하는 표시 장치.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 금속 할로겐 화합물의 쌍극자 모멘트는 1.6D(debye) 이상인 표시 장치.

청구항 19

제17 항에 있어서,

상기 저일함수 금속은 Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, 또는 Lu이고,

상기 할로겐 원자는 F, Cl, Br, 또는 I인 표시 장치.

청구항 20

제17 항에 있어서,

상기 정공 수송 영역은,

상기 제1 정공 주입층 상에 배치되고, 유기 화합물 및 상기 금속 할로겐 화합물을 포함하는 제2 정공 주입층을 더 포함하는 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 전계 발광 소자 및 이를 포함하는 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 영상 표시 장치로서, 유기 전계 발광 소자(Organic Electroluminescence Display)의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 유기 전계 발광 소자는 액정 표시 장치 등과는 다르고, 제1 전극 및 제2 전극으로부터 주입된 정공 및 전자를 발광층에서 재결합시킴으로써, 발광층에 포함되는 유기 화합물인 발광 재료를 발광시켜서 표시를 실현하는 소위 자발광형의 표시 장치이다.

[0003] 유기 전계 발광 소자로서는, 예를 들어, 제1 전극, 제1 전극 상에 배치된 정공 수송층, 정공 수송층 상에 배치된 발광층, 발광층 상에 배치된 전자 수송층 및 전자 수송층 상에 배치된 제2 전극으로 구성된 유기 소자가 알려져 있다. 제1 전극으로부터는 정공이 주입되고, 주입된 정공은 정공 수송층을 이동하여 발광층으로 주입된다. 한편, 제2 전극으로부터는 전자가 주입되고, 주입된 전자는 전자 수송층을 이동하여 발광층으로 주입된다. 발광층으로 주입된 정공과 전자가 재결합함으로써, 발광층 내에서 여기자가 생성된다. 유기 전계 발광 소자는 그 여기자가 다시 바닥상태로 떨어질 때 발생하는 광을 이용하여 발광한다.

[0004] 유기 전계 발광 소자를 표시 장치에 응용함에 있어서는, 유기 전계 발광 소자의 저 구동 전압화, 고 발광 효율화 및 장수명화가 요구되고 있으며, 이를 안정적으로 구현할 수 있는 유기 전계 발광 소자용 재료 개발이 지속적으로 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 금속할로젠 화합물을 포함하는 유기 전계 발광 소자 및 이를 포함하는 표시 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 본 발명은 고효율을 갖는 유기 전계 발광 소자 및 이를 포함하는 표시 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자는 제1 전극, 상기 제1 전극 상에 배치된 정공 수송 영역, 상기 정공 수송 영역 상에 배치된 발광층, 상기 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역 및 상기 전자 수송 영역 상에 배치된 제2 전극을 포함할 수 있다. 상기 정공 수송 영역은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 란타늄족 금속 중 적어도 하나와 할로젠 원자가 결합된 금속 할로젠 화합물을 포함하고 유기 화합물을 포함하지 않는 제1 정공 주입층을 포함할 수 있다.

[0008] 상기 금속 할로젠 화합물의 쌍극자 모멘트는 1.6D(debye) 이상일 수 있다. 상기 금속 할로젠 화합물은 4.0eV 이하의 일함수 값을 가질 수 있다. 상기 금속 할로젠 화합물의 원자간 결합에너지는 180KJ/mol 이상일 수 있다.

[0009] 상기 알칼리 금속은 Li, Na, K, Rb, 또는 Cs일 수 있고, 상기 알칼리 토금속은 Be, Mg, Ca, Sr, 또는 Ba일 수 있고, 상기 란타늄족 금속은 La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, 또는 Lu일 수 있고, 상기 할로젠 원자는 F, Cl, Br, 또는 I일 수 있다. 상기 금속 할로젠 화합물은 KI일 수 있다.

[0010] 상기 제1 정공 주입층은 상기 제1 전극 상에 직접 배치될 수 있다. 상기 제1 정공 주입층의 두께는 1Å 이상 30 Å 이하일 수 있다. 상기 정공 수송 영역은 상기 제1 정공 주입층 상에 배치된 제2 정공 주입층을 더 포함하고, 상기 제2 정공 주입층은 유기 화합물을 포함할 수 있다. 상기 제2 정공 주입층은 상기 금속 할로젠 화합물을 더 포함할 수 있다. 상기 제2 정공 주입층 전체에 대하여 상기 금속 할로젠 화합물의 부피 비율은 1% 이상 50% 이하일 수 있다. 제2 정공 주입층에서, 상기 유기 화합물 및 상기 금속 할로젠 화합물은 균일하게 분포될 수 있다. 상기 제2 정공 주입층의 두께는 1Å 이상 100Å 이하일 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자는 제1 전극, 상기 제1 전극 상에 배치된 정공 수송 영역, 상기 정공 수송 영역 상에 배치된 발광층, 상기 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역, 및 상기 전자 수송 영역 상에 배치된 제2 전극을 포함할 수 있다. 상기 정공 수송 영역은 하기 화학식 1로 표시되는 금속 할로젠 화합물을 포함하는 정공 주입층을 포함할 수 있다.

[0012] [화학식 1]

- [0013] $X_m Y_n Z_q$
- [0014] 상기 화학식 1에서, X 및 Y는 각각 독립적으로 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 란탄족 금속일 수 있고, Z는 할로겐 원자일 수 있고, m 및 n은 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수일 수 있고, m 및 n 중 적어도 하나는 1 이상의 정수일 수 있고, q는 1 이상 5 이하의 정수일 수 있다.
- [0015] 상기 금속 할로겐 화합물의 쌍극자 모멘트는 1.6D(debye) 이상일 수 있다. 상기 알칼리 금속은 Li, Na, K, Rb, 또는 Cs일 수 있고, 상기 알칼리 토금속은 Be, Mg, Ca, Sr, 또는 Ba일 수 있고, 상기 란탄족 금속은 La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, 또는 Lu일 수 있고, 상기 할로겐 원자는 F, Cl, Br, 또는 I일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치는 복수 개의 유기 전계 발광 소자들을 포함할 수 있다. 상기 유기 전계 발광 소자들 각각은 제1 전극, 상기 제1 전극 상에 배치된 정공 수송 영역, 상기 정공 수송 영역 상에 배치된 발광층, 상기 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역, 및 상기 전자 수송 영역 상에 배치된 제2 전극을 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 정공 수송 영역은, 4.0eV 이하의 일함수 값을 갖는 저일함수 금속 및 할로겐 원자가 결합된 금속 할로겐 화합물 중 적어도 하나를 포함하고 유기 화합물을 포함하지 않는 제1 정공 주입층을 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 금속 할로겐 화합물의 쌍극자 모멘트는 1.6D(debye) 이상일 수 있다. 상기 저일함수 금속은 Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, 또는 Lu일 수 있고, 상기 할로겐 원자는 F, Cl, Br, 또는 I일 수 있다.
- [0019] 상기 정공 수송 영역은, 상기 제1 정공 주입층 상에 배치되고, 유기 화합물 및 상기 금속 할로겐 화합물을 포함하는 제2 정공 주입층을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자 및 이를 포함하는 표시 장치는 저 구동 전압 및 고효율을 달성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 일 실시예에 따른 표시 장치의 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 I-I'을 따라 절단한 단면 중 일부를 도시한 것이다.
- 도 3 내지 5는 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자의 휘도에 따른 전류 효율을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 명세서에서, 어떤 구성요소(또는 영역, 층, 부분 등)가 다른 구성요소 "상에 있다", "연결 된다", 또는 "결합된다"고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 배치/연결/결합될 수 있거나 또는 그들 사이에 제3의 구성요소가 배치될 수도 있다는 것을 의미한다.
- [0023] 동일한 도면부호는 동일한 구성요소를 지칭한다. 또한, 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께, 비율, 및 치수는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0024] "및/또는"은 연관된 구성들이 정의할 수 있는 하나 이상의 조합을 모두 포함한다.
- [0025] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0026] 또한, "아래에", "하측에", "위에", "상측에" 등의 용어는 도면에 도시된 구성들의 연관관계를 설명하기 위해 사용된다. 상기 용어들은 상대적인 개념으로, 도면에 표시된 방향을 기준으로 설명된다.

- [0027] 다르게 정의되지 않는 한, 본 명세서에서 사용된 모든 용어 (기술 용어 및 과학 용어 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에서 정의된 용어와 같은 용어는 관련 기술의 맥락에서 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하고, 이상적인 또는 지나치게 형식적인 의미로 해석되지 않는 한, 명시적으로 여기에서 정의된다.
- [0028] "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(DD)의 사시도이다. 도 1에 도시된 것과 같이, 표시 장치(DD)는 표시면(IS)을 통해 이미지(IM)를 표시할 수 있다. 표시면(IS)은 제1 방향축(DR1) 및 제2 방향축(DR2)이 정의하는 면과 평행하다. 표시면(IS)의 법선 방향, 즉 표시 장치(DD)의 두께 방향은 제3 방향축(DR3)이 지시한다.
- [0031] 이하에서 설명되는 각 부재들 또는 유닛들의 전면(또는 상부면)과 배면(또는 하면)은 제3 방향축(DR3)에 의해 구분된다. 그러나, 본 실시예에 도시된 제1 내지 제3 방향축들(DR1, DR2, DR3)은 예시에 불과하고 제1 내지 제3 방향축들(DR1, DR2, DR3)이 지시하는 방향들은 상대적인 개념으로서 다른 방향들로 변환될 수 있다. 이하, 제1 내지 제3 방향들은 제1 내지 제3 방향축들(DR1, DR2, DR3) 각각 이 지시하는 방향으로써 동일한 도면 부호를 참조한다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에서 평면형 표시면을 구비한 표시 장치(DD)를 도시하였으나, 이에 제한되지 않는다. 표시 장치(DD)는 곡면형 표시면 또는 입체형 표시면을 포함할 수도 있다. 입체형 표시면은 서로 다른 방향을 지시하는 복수 개의 표시영역들을 포함하고, 예컨대, 다각 기둥형 표시면을 포함할 수도 있다.
- [0033] 본 실시예에 따른 표시 장치(DD)는 리지드 표시 장치일 수 있다. 그러나 이에 제한되지 않고, 본 발명에 따른 표시 장치(DD)는 플렉서블 표시 장치(DD)일 수 있다. 본 실시예에서 휴대용 단말기에 적용될 수 있는 표시 장치(DD)를 예시적으로 도시하였다. 도시하지 않았으나, 메인보드에 실장된 전자모듈들, 카메라 모듈, 전원모듈 등이 하우징(미도시) 내에 수용되어 휴대용 단말기를 구성할 수 있다. 본 발명에 따른 표시 장치(DD)는 텔레비전, 모니터 등과 같은 대형 전자장치를 비롯하여, 태블릿, 자동차 네비게이션, 게임기, 스마트 워치 등과 같은 중소형 전자장치 등에 적용될 수 있다.
- [0034] 도 1에 도시된 것과 같이, 표시면(IS)은 이미지(IM)가 표시되는 표시영역(DA) 및 표시영역(DA)에 인접한 비표시영역(NDA)을 포함할 수 있다. 비표시영역(NDA)은 이미지가 표시되지 않는 영역이다. 도 1에는 이미지(IM)의 일 예로 아이콘 이미지들을 도시하였다.
- [0035] 도 1에 도시된 것과 같이, 표시영역(DA)은 사각형상일 수 있다. 비표시영역(NDA)은 표시영역(DA)을 에워쌀 수 있다. 다만, 이에 제한되지 않고, 표시영역(DA)의 형상과 비표시영역(NDA)의 형상은 상대적으로 디자인될 수 있다.
- [0036] 도 2는 도 1의 I-I'을 따라 절단한 단면 중 일부를 도시한 것이다. 도 2는 표시 장치(DD)를 구성하는 구성요소들의 적층관계를 설명하기 위해 단순하게 도시되었다.
- [0037] 표시 장치(DD)는 베이스 기판(BS), 회로층(CL), 복수 개의 유기 전계 발광 소자들(OLED), 복수 개의 화소 정의막들(PDL), 및 박막 봉지층(TFE)을 포함할 수 있다. 베이스 기판(BS) 상에는 회로층(CL)이 배치되고, 회로층(CL) 상에는 복수 개의 유기 전계 발광 소자들(OLED) 및 복수 개의 화소 정의막들(PDL)이 배치되고, 유기 전계 발광 소자들(OLED) 상에는 박막 봉지층(TFE)이 배치될 수 있다. 도시된 바는 없으나 표시 장치(DD)는 다른 구성을 더 포함할 수 있으며, 예를 들어 박막 봉지층(TFE) 상에 글라스 기판(미도시), 또는 커버 기판(미도시) 등이 더 배치될 수 있다.
- [0038] 베이스 기판(BS)은 실리콘 기판, 플라스틱 기판, 유리 기판, 절연 필름, 또는 복수의 절연층들을 포함하는 적층 구조체일 수 있다.
- [0039] 회로층(CL)은 복수 개의 트랜지스터(미도시)들을 포함할 수 있다. 발광소자들(OLED) 각각은 복수 개의 트랜지스터들(미도시) 각각과 전기적으로 연결되어 신호를 수신할 수 있다.
- [0040] 유기 전계 발광 소자들(OLED) 각각은 복수 개의 화소 정의막들(PDL) 사이에 배치되고 서로 평면상에서 이격될 수 있다. 본 명세서에서 "평면상에서"는 표시 장치(DD)를 제3 방향(DR3, 두께 방향)으로 바라보았을 때를 의미

할 수 있다.

- [0041] 유기 전계 발광 소자들(OLED) 각각은 제1 전극(EL1), 제1 전극(EL1) 상에 배치된 정공 수송 영역(HTR), 정공 수송 영역(HTR) 상에 배치된 발광층(EML), 발광층(EML) 상에 배치된 전자 수송 영역(ETR), 및 전자 수송 영역(ETR) 상에 배치된 제2 전극(EL2)을 포함할 수 있다.
- [0042] 정공 수송 영역(HTR), 및 전자 수송 영역(ETR)은 공통층으로 배치된 것으로 도시되었으나 실시예가 이에 한정되지 아니하며, 정공 수송 영역(HTR), 및 전자 수송 영역(ETR) 중 적어도 하나는 유기 전계 발광 소자들(OLED) 각각에 별개로 배치될 수 있다.
- [0043] 발광층(EML)은 유기 전계 발광 소자들(OLED) 각각에 별개로 배치된 것으로 도시되었으나 실시예가 이에 한정되지 아니하며, 발광층(EML)은 유기 전계 발광 소자들(OLED)에 공통층으로 배치될 수 있다.
- [0044] 화소 정의막(PDL)은 유기 전계 발광 소자들(OLED) 사이에 배치되고, 제1 전극들(EL1) 각각의 적어도 일부를 노출하는 것일 수 있다. 화소 정의막(PDL)은 고분자 수지 또는 무기물로 형성될 수 있다. 또한, 화소 정의막(PDL)은 고분자 수지 이외에 무기물을 더 포함하여 형성될 수 있다. 한편, 화소 정의막(PDL)은 광흡수 물질을 포함하여 형성되거나, 블랙 안료 또는 블랙 염료를 포함하여 형성될 수 있다.
- [0045] 박막 봉지층(TFE)은 제2 전극(EL2)을 직접 커버할 수 있다. 박막 봉지층(TFE)은 유기물을 포함하는 유기층 및 무기물을 포함하는 무기층을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 제2 전극(EL2)를 커버하는 캡핑층(미도시)이 더 배치될 수 있다. 이때 박막 봉지층(TFE)은 캡핑층을 직접 커버할 수 있다.
- [0046] 도 3 내지 도 5는 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자(OLED1, OLED2, OLED3)를 개략적으로 나타낸 단면도이다. 도 3 내지 도 5에 도시된 유기 전계 발광 소자는 도 2에 도시된 유기 전계 발광 소자들(OLED) 중 어느 하나에 대응하는 것일 수 있다.
- [0047] 도 3 내지 도 5를 참조할 때, 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자(OLED1, OLED2, OLED3) 각각은 순차적으로 적층된 제1 전극(EL1), 정공 수송 영역(HTR1, HTR2, HTR3), 발광층(EML), 전자 수송 영역(ETR), 및 제2 전극(EL2)을 포함할 수 있다. 그러나 실시예가 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 정공 수송 영역(HTR1, HTR2, HTR3)에서 정공 수송층(HTL)은 생략될 수 있다.
- [0048] 제1 전극(EL1)은 도전성을 갖는다. 제1 전극(EL1)은 금속 합금 또는 도전성 화합물로 형성될 수 있다. 제1 전극(EL1)은 애노드(anode)일 수 있다. 또한, 제1 전극(EL1)은 화소 전극일 수 있다. 제1 전극(EL1)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다. 제1 전극(EL1)이 투과형 전극인 경우, 제1 전극(EL1)은 투명 금속 산화물, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등을 포함할 수 있다. 제1 전극(EL1)이 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 경우, 제1 전극(EL1)은 Ag, Mg, Cu, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Mo, Ti 또는 이들의 화합물이나 혼합물(예를 들어, Ag와 Mg의 혼합물)을 포함할 수 있다. 또는 상기 물질로 형성된 반사막이나 반투과막 및 ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 형성된 투명 도전막을 포함하는 복수의 층 구조일 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(EL1)은 ITO/Ag/ITO의 3층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제1 전극(EL1)의 두께는 약 1000Å 내지 약 10000Å, 예를 들어, 약 1000Å 내지 약 3000Å일 수 있다.
- [0049] 정공 수송 영역(HTR1, HTR2, HTR3)은 제1 정공 주입층(HIL1)을 포함할 수 있다. 제1 정공 주입층(HIL1)은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 란타늄 족 금속 중 적어도 하나와 할로젠 원자가 결합된 금속 할로젠 화합물을 포함하고, 실질적으로 유기 화합물을 포함하지 않을 수 있다.
- [0050] 본 명세서에서 "실질적으로 포함하지 않을 수 있다"의 의미는 해당 물질이 당 기술 분야의 공정상에서 불가피하게 포함될 수 있는 비율 범위를 초과하지 않는다는 것을 의미할 수 있다. 예를 들면, 제1 정공 주입층(HIL1) 상에 다른 유기층(예를 들어, 후술할 제2 정공 주입층 등)이 증착되면서 제1 정공 주입층(HIL1)에 다른 유기층을 구성하는 유기 화합물이 공정상 불가피하게 극 미량 첨가되더라도, 본 명세서에서 이는 실질적으로 유기 화합물을 포함하지 않는 것으로 해석된다.
- [0051] 제1 정공 주입층(HIL1)은 4.0eV 이하의 일함수 값을 갖는 저일함수 금속 및 할로젠 원자가 결합된 금속 할로젠 화합물 중 적어도 하나를 포함하고 유기 화합물을 포함하지 않을 수 있다. 저일함수 금속은 상술한 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 및 란타늄 족 금속일 수 있다.
- [0052] 알칼리 금속은 Li(lithium), Na(sodium), K(potassium), Rb(rubidium), 또는 Cs(Cesium)일 수 있고, 알칼리 토

금속은 Be(beryllium), Mg(magnesium), Ca(Calcium), Sr(Strontium), 또는 Ba(Barium)일 수 있고, 란탄족 금속은 La(lanthanum), Ce(cerium), Pr(Praseodymium), Nd(neodymium), Pm(promethium), Sm(samarium), Eu(europium), Gd(gadolinium), Tb(terbium), Dy(dysprosium), Ho(holmium), Er(erbium), Tm(thulium), Yb(ytterbium), 또는 Lu(lutetium)일 수 있고, 할로겐 원자는 F(fluorine), Cl(chlorine), Br(bromine), 또는 I(iodine)일 수 있다. 보다 구체적으로, 란탄족 금속은 Sm(samarium), 및 Yb(ytterbium)일 수 있다.

[0053] 일 실시예의 금속 할로겐 화합물은 하기 화학식 1로 표시될 수 있다.

[0054] [화학식 1]

[0055] $X_m Y_n Z_q$

[0056] 상기 화학식 1에 있어서, X 및 Y는 각각 독립적으로 알칼리 금속, 알칼리 토금속 또는 란탄족 금속일 수 있고, Z는 할로겐 원자일 수 있다.

[0057] m 및 n은 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수이고, m 및 n 중 적어도 하나는 1 이상의 정수일 수 있다. m 및 n은 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 예를 들어, m은 1 이고 n은 0일 수 있다. q는 1 이상 5 이하의 정수일 수 있다. 그러나 실시예가 이에 한정되지 않으며, 화학식 1에서, n, m 및 p는 각각 X, Y, 및 Z의 원소의 종류에 따라 적절히 선택 될 수 있다.

[0058] 일 실시예에서, 화학식 1은 화학식 2-1, 화학식 2-2, 및 화학식 2-3으로 표시될 수 있다.

[0059] [화학식 2-1] [화학식 2-2] [화학식 2-3]

[0060] XZ XZ_2 XZ_3

[0061] 화학식 2-1에서 X는 알칼리 금속일 수 있고, 화학식 2-2에서 X는 알칼리 토금속일 수 있고, 화학식 2-3에서 X는 란탄족 금속일 수 있다. 화학식 2-1 내지 화학식 2-3에서 Z는 화학식 1에서 정의한 바와 동일할 수 있다.

[0062] 구체적으로 화학식 2-1 내지 2-3은 LiZ, NaZ, KZ, RbZ, CsZ, BeZ₂, MgZ₂, CaZ₂, SrZ₂, BaZ₂, YbZ₃, 또는 SmZ₃일 수 있다. 상기 화학식들에서 Z는 할로겐 원자일 수 있다. 보다 구체적으로 화학식 2-1 내지 화학식 2-3은 LiF, NaF, KI, RbI, CaF₂, YbF₃일 수 있다.

[0063] 일 실시예에서, 화학식 1은 화학식 3으로 표시될 수 있다.

[0064] [화학식 3]

[0065] XYZ_3

[0066] 화학식 3에서 X는 알칼리 금속이고, Y는 알칼리 금속 또는 란탄족 금속일 수 있다. Z는 화학식 1에서 정의한 바와 동일할 수 있다. 구체적으로 화학식 1은 KYbZ₃, RbYbZ₃, CsYbZ₃, NaYbZ₃, LiYbZ₃, RbSmZ₃, CsSmZ₃, KSmZ₃, NaSmZ₃, LiSmZ₃, RbMgZ₃, CsMgZ₃, KMgZ₃, NaMgZ₃, 또는 LiMgZ₃일 수 있다. 상기 화학식들에서 Z는 할로겐 원자일 수 있다. 보다 구체적으로 화학식 3은 RbYbI₃일 수 있다.

[0067] 그러나 상술한 화학식 2-1 내지 화학식 2-3 및 화학식 3은 화학식 1의 예시적인 기재이며, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0068] 일 실시예에 따른 금속 할로겐 화합물의 쌍극자 모멘트(dipole-dipole moment)는 1.6D(debye) 이상일 수 있다.

[0069] 일반적으로 양극과 정공 주입층 사이의 에너지 갭(energy gap)을 줄여 정공 주입 효율을 높이기 위하여, 정공 주입 층의 정공 주입 재료로 고일함수 금속이 사용된다. 그러나 일 실시예에 따른 금속 할로겐 화합물은 저일함수 금속을 포함하고 있지만, 1.6D 이상의 쌍극자 모멘트를 가지므로 정공 주입 재료로 사용되어 정공 주입 효율을 상승시킬 수 있다.

[0070] 금속 할로겐 화합물의 쌍극자 모멘트가 1.6D 이상인 경우, 제1 전극(EL1)의 페르미 준위가 낮아질 수 있다. 일함수는 이탈 준위와 페르미 준위의 차이 값으로 나타낼 수 있으므로, 제1 전극을 구성하는 물질의 페르미 준위가 낮아지는 경우 제1 전극(EL1)의 일함수 값이 높아질 수 있다. 따라서 제1 정공 주입층(HIL1)과 제1 전극(EL1) 사이의 에너지 갭(energy gap)이 감소되어 정공 주입 장벽이 작아지고, 정공 주입 효율이 상승할 수 있다.

- [0071] 금속 할로겐 화합물의 쌍극자 모멘트가 1.6D 이하인 경우, 제1 전극(EL1)의 페르미 준위가 충분히 낮아지지 않아 제1 정공 주입층(HIL1)과 제1 전극(EL1) 사이의 정공 주입 장벽이 충분히 작아지지 않을 수 있으므로 정공 주입 효율이 상승하지 않거나 저하될 수 있다.
- [0072] 일 실시예의 금속 할로겐 화합물에서 쌍극자 모멘트의 상한 값은 특별히 제한되지 않으며, 금속 할로겐 화합물이 가질 수 있는 쌍극자 모멘트 값이라면 무관하다. 예를 들어 RbYbI₃ 등의 강유전체는 100D 이상의 쌍극자 모멘트를 가질 수 있다.
- [0073] 금속 할로겐 화합물의 원자간 결합 에너지는 180KJ/mol 이상일 수 있다. 금속 할로겐 화합물의 원자간 결합 에너지가 180KJ/mol 이하인 경우 금속 할로겐 화합물에서 금속 원자가 해리(dissociation)되어 정공 주입 장벽이 높아질 수 있으므로 정공 주입 효율이 낮아질 수 있다.
- [0074] 일 실시예의 금속 할로겐 화합물에서 원자간 결합 에너지의 상한 값은 특별히 제한되지 않으며, 금속 할로겐 화합물이 가질 수 있는 쌍극자 모멘트 값이라면 무관하다.
- [0075] 제1 정공 주입층(HIL1)은 제1 전극(EL1) 상에 직접 배치될 수 있다. 제1 정공 주입층(HIL1)의 두께는 1Å 이상 30Å 이하일 수 있다. 예를 들어, 제1 정공 주입층(HIL1)의 두께는 5 Å일 수 있다.
- [0076] 제1 정공 주입층(HIL1)의 두께가 1Å 이하인 경우 제1 정공 주입층(HIL1)을 균일하게 증착하기 어려우므로 산포가 불균일 할 수 있다. 또한 제1 정공 주입층(HIL1)이 너무 얇게 증착 되는 경우 고유의 정공 주입 기능을 충분히 발휘하지 못하여 소자 효율이 감소할 수 있다. 제1 정공 주입층(HIL1)의 두께가 30Å 이상인 경우 높은 구동 전압이 요구되어 소자 효율이 감소할 수 있다.
- [0077] 도 4를 참조할 때, 제1 정공 주입층(HIL1) 상에는 제2 정공 주입층(HIL2)이 배치될 수 있다. 제2 정공 주입층(HIL2)은 유기 화합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2 정공 주입층(HIL2)은 구리프탈로시아닌(copper phthalocyanine) 등의 프탈로시아닌(phthalocyanine) 화합물; DNTPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis-[4-(phenyl-m-tolyl-amino)-phenyl]-biphenyl-4,4'-diamine), m-MTDATA(4,4',4"-tris(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine), TDATA(4,4',4"-Tris(N,N-diphenylamino)triphenylamine), 2-TNATA(4,4',4"-tris{N,-(2-naphthyl)-N-phenylamino}-triphenylamine), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate)), PANI/DBSA(Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid), PANI/CSA(Polyaniline/Camphor sulfonic acid), PANI/PSS((Polyaniline)/Poly(4-styrenesulfonate)), NPB(N,N'-di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine), 트리페닐아민을 포함하는 폴리에테르케톤(TPAPEK), 4-Isopropyl-4'-methyl-diphenyliodonium Tetrakis(pentafluorophenyl)borate], 및 HAT-CN(dipyrazino[2,3-f: 2',3'-h]quinoxaline-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitrile)를 적어도 하나 포함할 수 있다. 그러나 실시예가 이에 제한되지 않으며 공지된 다른 정공 주입 물질을 하나 이상 포함할 수 있다.
- [0078] 제2 정공 주입층(HIL2)은 상술한 유기 화합물 및 금속 할로겐 화합물을 모두 포함할 수 있다. 이 때, 유기 화합물 및 금속 할로겐 화합물은 공증착 되어 배치 될 수 있다. 상술한 금속 할로겐 화합물에 대한 설명은 제2 정공 주입층(HIL2)에 포함되는 금속 할로겐 화합물에 동일하게 적용될 수 있다.
- [0079] 제2 정공 주입층(HIL2)에 유기 화합물 및 금속 할로겐 화합물이 모두 포함된 경우 저일함수 금속 원자가 유기 화합물로부터 전자를 가져오므로 제2 정공 주입층(HIL2)이 p-도핑된 효과를 나타낼 수 있다. 따라서 정공 주입 효율이 상승할 수 있다. 특히, 각각 정공 주입 효율의 상승 효과를 갖는 제1 정공 주입층(HIL1) 및 제2 정공 주입층(HIL2)이 정공 수송 영역(HTR2, HTR3)에 같이 배치됨으로써 정공 주입 효율의 상승 효과가 더욱 증가할 수 있다.
- [0080] 제2 정공 주입층(HIL2) 전체에 대하여 금속 할로겐 화합물의 부피 비율은 1% 이상 50% 이하일 수 있다. 금속 할로겐 화합물의 비율이 1% 이하인 경우 상술한 p-도핑된 효과가 감소되어 소자 효율이 낮아질 수 있다. 금속 할로겐 화합물의 비율이 50% 이상인 경우 제2 정공 주입층(HIL1)과 제1 정공 주입층(HIL1)의 역할이 크게 구분되지 않게 되고, 정공 수송 영역(HTR2, HTR3)의 두께가 두꺼워져 소자 구동에 필요한 구동 전압이 높아질 수 있다.
- [0081] 제2 정공 주입층(HIL2)에서 유기 화합물 및 금속 할로겐 화합물은 균일하게 분포될 수 있다. 따라서, p-도핑 특성이 제2 정공 주입층(HIL2) 전체에 고르게 나타날 수 있다.
- [0082] 제2 정공 주입층(HIL2)의 두께는 1Å 이상 100Å 이하일 수 있다. 제2 정공 주입층(HIL2)의 두께가 두께가 1Å 이하인 경우 제2 정공 주입층(HIL2)을 균일하게 증착하기 어려우므로 산포가 불균일 할 수 있다. 또한 제2 정공

주입층(HIL2)이 너무 얇게 증착 되는 경우 고유의 정공 주입 기능을 충분히 발휘하지 못하여 소자 효율이 감소할 수 있다. 제2 정공 주입층(HIL2)의 두께가 30Å 이상인 경우 높은 구동 전압이 요구되어 소자 효율이 감소할 수 있다.

- [0083] 도 5를 참조하면, 정공 수송 영역(HTR3)은 제1 정공 주입층(HIL1), 및 제2 정공 주입층(HIL2) 외에, 정공 수송층(HTL), 정공 버퍼층(미도시) 및 전자 저지층(EBL) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0084] 정공 수송층(HTL)은 예를 들어, N-페닐카바졸, 폴리비닐카바졸 등의 카바졸계 유도체, 플루오린(fluorine)계 유도체, TPD(N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-[1,1-biphenyl]-4,4'-diamine), TCTA(4,4',4''-tris(N-carbazolyl)triphenylamine) 등과 같은 트리페닐아민계 유도체, NPB(N,N'-di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine), TAPC(4,4'-Cyclohexylidene bis[N,N-bis(4-methylphenyl)benzenamine]), HMTPD(4,4'-Bis[N,N'-(3-tolyl)amino]-3,3'-dimethylbiphenyl), 및 mCP(1,3-Bis(N-carbazolyl)benzene) 등을 적어도 하나 이상 포함할 수 있다. 그러나 실시예가 이에 제한되지 않으며 공지의 다른 정공 수송 물질을 하나 이상 포함할 수 있다.
- [0085] 정공 버퍼층(미도시)은 발광층(EML)에서 방출되는 광의 파장에 따른 공진 거리를 보상하여 광 방출 효율을 증가시킬 수 있다. 정공 버퍼층(미도시)에 포함되는 물질로는 정공 수송 영역(HTR3)에 포함될 수 있는 물질을 사용할 수 있다. 전자 저지층(EBL)은 전자 수송 영역(ETR)으로부터 정공 수송 영역(HTR3)으로의 전자 주입을 방지하는 역할을 하는 층이다.
- [0086] 정공 수송 영역(HTR1, HTR2, HTR3)의 두께는 약 1Å 내지 약 10000Å, 예를 들어, 약 1Å 내지 약 5000Å일 수 있다. 도 3 내지 도 5에서 정공 수송 영역(HTR1, HTR2, HTR3)을 구성하는 각 층들은 모두 동일한 두께를 갖는 것으로 도시되었으나 정공 수송 영역(HTR1, HTR2, HTR3)의 각 층들은 모두 상이한 두께를 가질 수 있다.
- [0087] 정공 수송층(HTL)의 두께는 약 30Å 내지 약 1000Å 일 수 있다. 예를 들어, 전자 저지층(EBL)의 두께는 약 10Å 내지 약 1000Å일 수 있다. 정공 수송 영역(HTR1, HTR2, HTR3)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 정공 수송 특성을 얻을 수 있다.
- [0088] 발광층(EML)은 정공 수송 영역(HTR1, HTR2, HTR3) 상에 배치된다. 발광층(EML)은 예를 들어 약 100Å 내지 약 1000Å 또는, 약 100Å 내지 약 300Å의 두께를 갖는 것일 수 있다. 발광층(EML)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0089] 정공 수송 영역(HTR1, HTR2, HTR3)은, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0090] 일 실시예의 유기 전계 발광 소자들(OLED1, OLED2, OLED3)에서 발광층(EML)은 안트라센 유도체, 피렌 유도체, 플루오란텐 유도체, 크리센 유도체, 디하이드로벤즈안트라센 유도체, 또는 트리페닐렌 유도체를 포함하는 것일 수 있다. 구체적으로, 발광층(EML)은 안트라센 유도체 또는 피렌 유도체를 포함하는 것일 수 있다.
- [0091] 발광층(EML)은 호스트 물질로 당 기술분야에 알려진 일반적인 재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 발광층(EML)은 호스트 물질로 DPEPO(Bis[2-(diphenylphosphino)phenyl] ether oxide), CBP(4,4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl), mCP(1,3-Bis(carbazol-9-yl)benzene), PPF (2,8-Bis(diphenylphosphoryl)dibenzo[b,d]furan), TcTa(4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine) 및 TPBi(1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazole-2-yl)benzene) 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다. 다만, 이에 의하여 한정되는 것은 아니며, 예를 들어, Alq₃(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), CBP(4,4'-bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl), PVK(poly(n-vinylcabazole), ADN(9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene), TCTA(4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine), TPBi(1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazole-2-yl)benzene), TBADN(3-tert-butyl-9,10-di(naphth-2-yl)anthracene), DSA(distyrylarylene), CDBP(4,4'-bis(9-carbazolyl)-2,2'-dimethylbiphenyl), MADN(2-Methyl-9,10-bis(naphthalen-2-yl)anthracene), DPEPO(bis[2-(diphenylphosphino)phenyl]ether oxide), CP1(Hexaphenyl cyclotriphosphazene), UGH2 (1,4-Bis(triphenylsilyl)benzene), DPSiO₃ (Hexaphenylcyclotrisiloxane), DPSiO₄ (Octaphenylcyclotetra siloxane), PPF(2,8-Bis(diphenylphosphoryl)dibenzofuran) 등을 호스트 재료로 사용할 수 있다.
- [0092] 일 실시예에서 발광층(EML)은 공지의 도펀트 재료로, 스티릴 유도체(예를 들어, 1, 4-bis[2-(3-N-

ethylcarbazyryl)vinyl]benzene(BCzVB), 4-(di-p-tolylamino)-4'-[(di-p-tolylamino)styryl]stilbene(DPAVB), N-(4-((E)-2-(6-((E)-4-(diphenylamino)styryl)naphthalen-2-yl)vinyl)phenyl)-N-phenylbenzenamine(N-BDAVBi), 페릴렌 및 그 유도체(예를 들어, 2, 5, 8, 11-Tetra-t-butylperylene(TBP)), 피렌 및 그 유도체(예를 들어, 1, 1-dipyrene, 1, 4-dipyrenylbenzene, 1, 4-Bis(N, N-Diphenylamino)pyrene) 등의 2,5,8,11-Tetra-t-butylperylene(TBP)) 등을 포함할 수 있다.

- [0093] 발광층은 적색광, 녹색광, 또는 청색광 중 어느 하나를 발광할 수 있다.
- [0094] 일 실시예의 유기 전계 발광 소자들(OLED1, OLED2, OLED3)에서, 전자 수송 영역(ETR)은 발광층(EML) 상에 배치된다. 전자 수송 영역(ETR)은, 정공 저지층(HBL), 전자 수송층(ETL) 및 전자 주입층(EIL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0095] 전자 수송 영역(ETR)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0096] 예를 들어, 전자 수송 영역(ETR)은 전자 주입층(EIL) 또는 전자 수송층(ETL)의 단일층의 구조를 가질 수도 있고, 전자 주입 물질과 전자 수송 물질로 이루어진 단일층 구조를 가질 수도 있다. 또한, 전자 수송 영역(ETR)은, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층의 구조를 갖거나, 발광층(EML)으로부터 차례로 적층된 전자 수송층(ETL)/전자 주입층(EIL), 정공 저지층(HBL)/전자 수송층(ETL)/전자 주입층(EIL) 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 전자 수송 영역(ETR)의 두께는 예를 들어, 약 1000Å 내지 약 1500Å인 것일 수 있다.
- [0097] 전자 수송 영역(ETR)은, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0098] 전자 수송 영역(ETR)이 전자 수송층(ETL)을 포함할 경우, 전자 수송 영역(ETR)은 안트라센계 화합물을 포함하는 것일 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, 전자 수송 영역은 예를 들어, Alq₃(Tris(8-hydroxyquinolinato)aluminum), 1,3,5-tri[(3-pyridyl)-phen-3-yl]benzene, 2,4,6-tris(3'-(pyridin-3-yl)biphenyl-3-yl)-1,3,5-triazine, 2-(4-(N-phenylbenzoimidazolyl-1-yl)phenyl)-9,10-dinaphthylanthracene, TPBi(1,3,5-Tri(1-phenyl-1H-benzo[d]imidazol-2-yl)phenyl), BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), Bphen(4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline), TAZ(3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole), NTAZ(4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole), tBu-PBD(2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole), BA1q(Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,O8)-(1,1'-Biphenyl-4-olato)aluminum), Bebq₂(berylliumbis(benzoquinolin-10-olate), ADN(9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene) 및 이들의 혼합물을 포함하는 것일 수 있다. 전자 수송층(ETL)들의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들어 약 150Å 내지 약 500Å일 수 있다. 전자 수송층(ETL)들의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 전자 수송 특성을 얻을 수 있다.
- [0099] 전자 수송 영역(ETR)이 전자 주입층(EIL)을 포함할 경우, 전자 수송 영역(ETR)은 LiF, LiQ(Lithium quinolate), Li₂O, BaO, NaCl, CsF, Yb와 같은 란타넘 금속, 또는 RbCl, RbI와 같은 할로겐화 금속 등이 사용될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 전자 주입층(EIL)은 또한 전자 수송 물질과 절연성의 유기 금속염(organo metal salt)이 혼합된 물질로 이루어질 수 있다. 유기 금속염은 에너지 밴드 갭(energy band gap)이 대략 4eV 이상의 물질이 될 수 있다. 구체적으로 예를 들어, 유기 금속염은 금속 아세테이트(metal acetate), 금속 벤조에이트(metal benzoate), 금속 아세토아세테이트(metal acetoacetate), 금속 아세틸아세토네이트(metal acetylacetonate) 또는 금속 스테아레이트(stearate)를 포함할 수 있다. 전자 주입층(EIL)들의 두께는 약 1Å 내지 약 100Å, 약 3Å 내지 약 90Å일 수 있다. 전자 주입층(EIL)들의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 전자 주입 특성을 얻을 수 있다.
- [0100] 전자 수송 영역(ETR)은 앞서 언급한 바와 같이, 정공 저지층(HBL)을 포함할 수 있다. 정공 저지층(HBL)은 예를 들어, BCP(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 및 Bphen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0101] 제2 전극(EL2)은 전자 수송 영역(ETR) 상에 배치된다. 제2 전극(EL2)은 공통 전극 또는 음극일 수 있다. 제2 전극(EL2)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다. 제2 전극(EL2)이 투과형 전극인 경우, 제2

전극(EL2)은 투명 금속 산화물, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 이루어질 수 있다.

[0102] 제2 전극(EL2)이 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 경우, 제2 전극(EL2)은 Ag, Mg, Cu, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Mo, Ti 또는 이들을 포함하는 화합물이나 혼합물(예를 들어, Ag와 Mg의 혼합물)을 포함할 수 있다. 또는 상기 물질로 형성된 반사막이나 반투과막 및 ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 형성된 투명 도전막을 포함하는 복수의 층 구조일 수 있다.

[0103] 도시하지는 않았으나, 제2 전극(EL2)은 보조 전극과 연결될 수 있다. 제2 전극(EL2)가 보조 전극과 연결되면, 제2 전극(EL2)의 저항을 감소시킬 수 있다.

[0104] 한편, 도면에 도시되지는 않았으나, 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(OLED1, OLED2, OLED3)의 제2 전극(EL2) 상에는 캡핑층(미도시)이 더 배치될 수 있다. 캡핑층(미도시)은 예를 들어, α-NPD, NPB, TPD, m-MTDATA, Alq3, CuPc, TPD15(N4,N4,N4',N4'-tetra (biphenyl-4-yl) biphenyl-4,4'-diamine), TCTA(4,4',4"- Tris (carbazol sol-9-yl) triphenylamine), N, N'-bis (naphthalen-1-yl) 등을 포함하는 것일 수 있다.

[0105] 유기 전계 발광 소자(OLED1, OLED2, OLED3)에서, 제1 전극(EL1)과 제2 전극(EL2)에 각각 전압이 인가됨에 따라 제1 전극(EL1)으로부터 주입된 정공(hole)은 정공 수송 영역(HTR)을 거쳐 발광층(EML)으로 이동되고, 제2 전극(EL2)로부터 주입된 전자가 전자 수송 영역(ETR)을 거쳐 발광층(EML)으로 이동된다. 전자와 정공은 발광층(EML)에서 재결합하여 여기자(exciton)를 생성하며, 여기자가 여기 상태에서 바닥 상태로 떨어지면서 발광하게 된다.

[0106] 도 6은 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자의 휘도에 따른 전류 효율을 나타낸 그래프이다.

[0107] 이하에서는, 실시예, 비교예 및 도 6을 참조하면서, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 금속 할로젠 화합물을 포함하는 제1 정공 주입층(HIL1)을 포함하는 유기 전계 발광 소자(OLED1, OLED2, OLED3)에 대해서 구체적으로 설명한다. 또한, 이하에 나타내는 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 일 예시이며, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0108] (유기 전계 발광 소자의 제작)

[0109] 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자는 KI를 이용하여 제1 정공 주입층을 제1 전극 상에 직접 배치되도록 5Å 두께로 증착하였고, 제1 정공 주입층 상에 유기 화합물 만을 포함하는 제2 정공 주입층을 형성 하였다. 비교예에 따른 유기 전계 발광 소자는 제1 정공 주입층이 배치 되지 않은 것을 제외하고는 실시예와 동일하게 제작 되었다.

[0110] (유기 전계 발광 소자의 특성 평가)

[0111] 실시예 및 비교예에 따른 유기 전계 발광 소자의 특성을 평가하기 위하여 구동 전압, 및 소자 효율을 측정하였다. 표 1의 평가 결과는 구동 전압 4.6V에서의 전류 효율(cd/A)을 나타내었다.

표 1

	구동 전압(V)	전류 효율(cd/A)
실시예	4.6	9.2
비교예	4.6	8.3

[0113] 표 1을 참조할 때, 실시예는 4.6V의 구동 전압에서 9.2cd/A의 전류 효율을 나타냈고, 비교예는 4.6V의 구동 전압에서 8.3cd/A의 전류 효율을 나타냈다. 실시예의 경우 비교예에 비하여 10% 이상의 전류 효율 상승 효과가 나타났다.

[0114] 도 6은 실시예 및 비교예를 4.6V의 동일한 구동전압에서 휘도 별로 전류 효율을 측정하여 나타낸 그래프이다. 도 6을 참조할 때, 실시예는 전 휘도 영역에서 비교예에 비하여 약 10% 이상의 전류 효율 상승 효과가 나타났다.

[0115] 이는 금속 할로젠 화합물로 구성된 제1 정공 주입층이 더 추가됨으로써 정공주입효율이 증가했기 때문인 것으로 판단된다.

[0116] 실시 예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 또한 본 발명에 개시된 실시 예는 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니고, 하기의 특허 청구의 범위 및 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0117] DD: 표시 장치

OLED, OLED1, OLED2, OLED3: 유기 전계 발광 소자

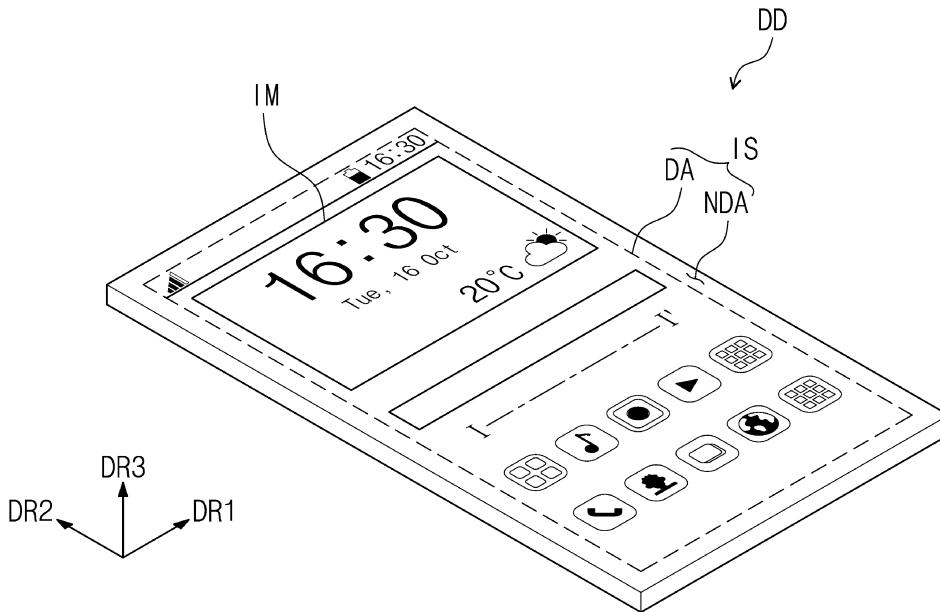
HTR, HTR1, HTR2, HTR3: 정공 수송 영역

HIL1: 제1 정공 주입층 HIL2: 제2 정공 주입층

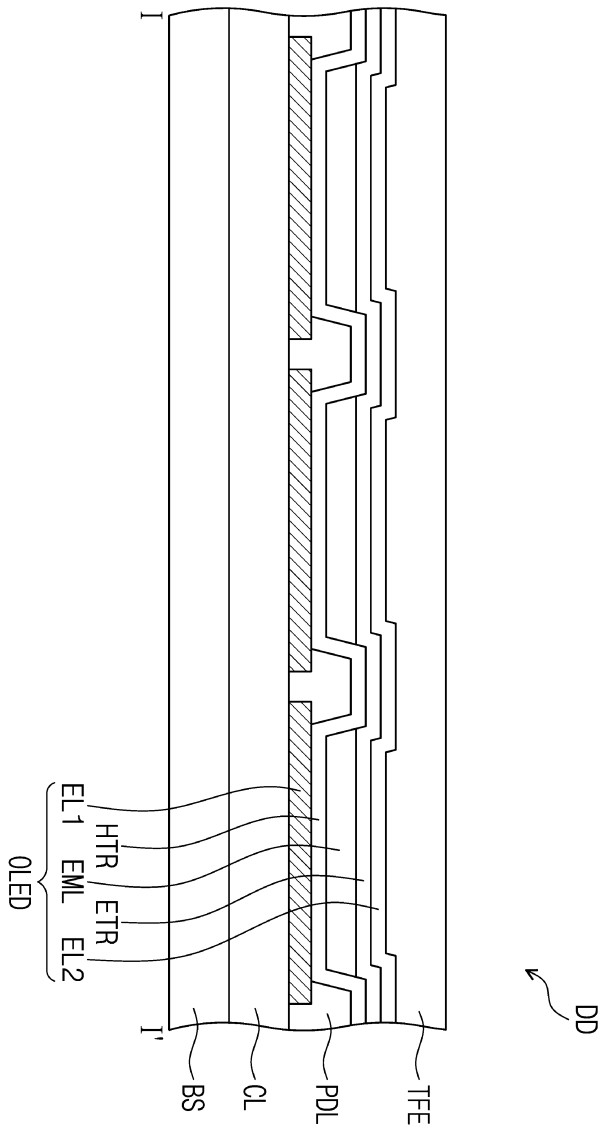
HTL: 정공 수송층

도면

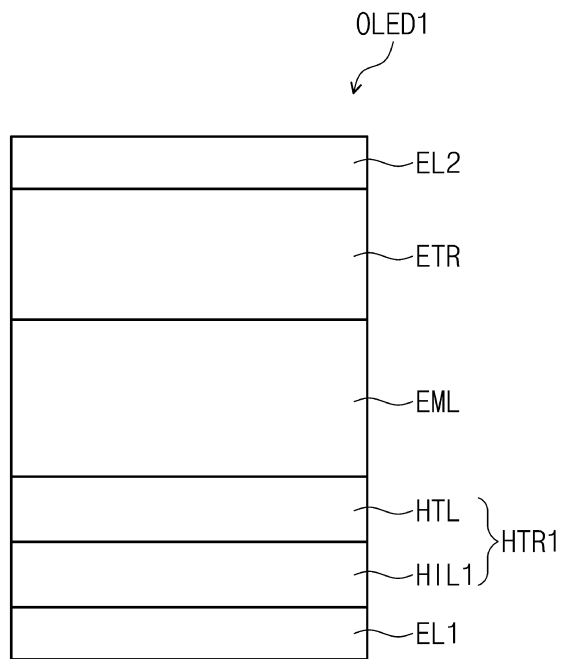
도면1



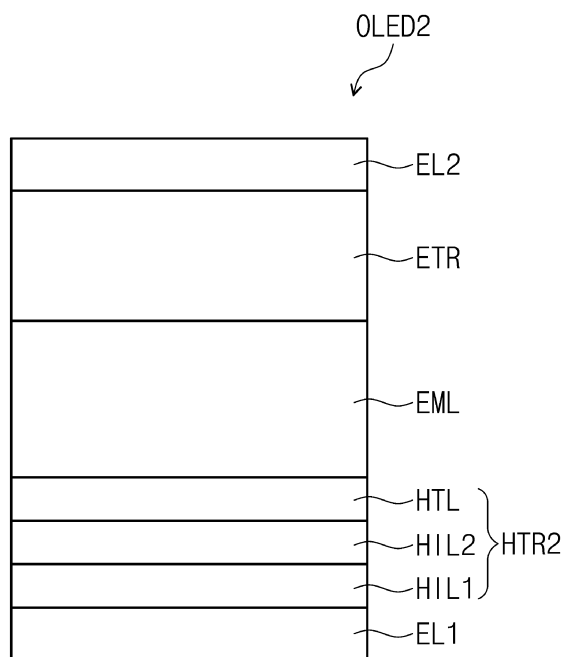
도면2



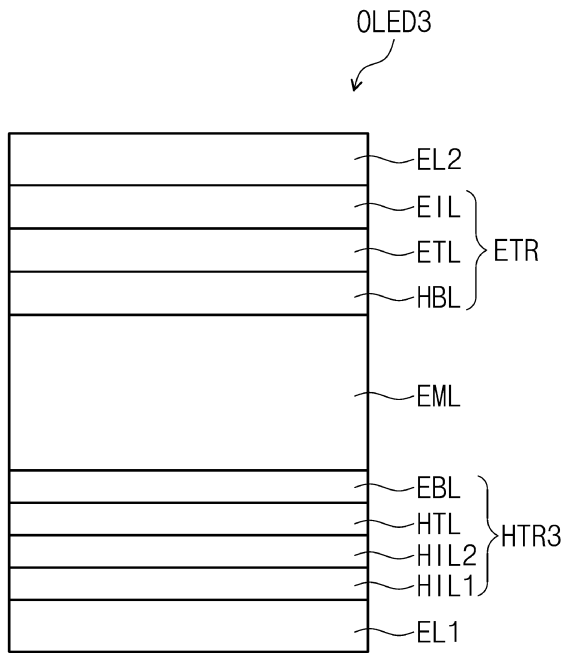
도면3



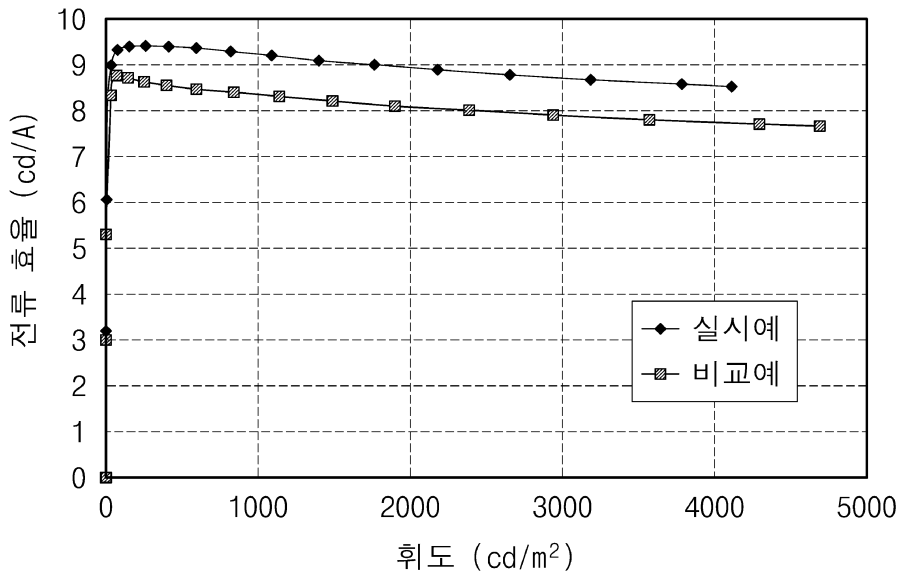
도면4



도면5



도면6



专利名称(译)	有机电致发光器件和包括该有机电致发光器件的显示装置		
公开(公告)号	KR1020200072647A	公开(公告)日	2020-06-23
申请号	KR1020180160303	申请日	2018-12-12
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
[标]发明人	박영룡 김원종 서동규 안정희 유병욱 김형필 이병석		
发明人	박영룡 김원종 서동규 안정희 유병욱 김형필 이병석		
IPC分类号	H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5056 H01L51/5088 H01L27/3244 H01L51/5012 H01L51/5072 H01L2251/558		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机电致发光器件包括:第一电极;以及第二电极。空穴传输区,设置在第一电极上;发射层设置在空穴传输区域上;设置在发光层上的电子传输区域;第二电极设置在电子传输区域上。空穴传输区域可以包括第一空穴注入层,该第一空穴注入层包括金属卤素化合物,该金属卤素化合物包括与碱金属,碱土金属和镧系金属中的至少一种键合的卤素原子。空穴传输区基本上不含有机化合物。

