



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0033117
(43) 공개일자 2019년03월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5004 (2013.01)
H01L 27/3225 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0121288
(22) 출원일자 2017년09월20일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
(72) 발명자
김성욱
경기도 화성시 동탄반석로 264, 104동 1002호(석우동, 동탄 예당마을대우푸르지오아파트)
배성수
서울특별시 성동구 고산자로 164, 110동 1304호(행당동, 행당한신아파트)
(뒀면에 계속)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 표시 장치

(57) 요약

일 실시예에 따른 유기 발광 소자는 제1 전극, 상기 제1 전극과 중첩하는 제2 전극, 그리고 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 유기층을 포함하고, 상기 유기층은 정공 수송 물질과 p-도펀트를 포함하는 정공 수송 영역을 포함하며, 상기 정공 수송 영역에 도핑되는 상기 p-도펀트의 도핑 함량이 1 중량% 초과이면 하기 식 1을 만족하고, 상기 p-도펀트의 도핑 함량이 1 중량% 이하이면 하기 식 2를 만족한다.

$$\text{HOMO_HTM} - \text{LUMO_p-도펀트} < -0.05 \text{ eV (식 1)}$$

$$\text{HOMO_HTM} - \text{LUMO_p-도펀트} > -0.05 \text{ eV (식 2)}$$

상기 식 1 및 식 2에서 HOMO_HTM은 상기 정공 수송 물질의 HOMO 에너지이고 LUMO_p-도펀트는 상기 p-도펀트의 LUMO 에너지이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 51/5056 (2013.01)

(72) 발명자

정혜인

경기도 수원시 권선구 권선로694번길 26, 105동
1203호 (권선동, 권선SKVIEW)

김동현

경기도 성남시 분당구 미금로 216, 906동 1506호
(금곡동, 청솔마을주공9단지아파트)

김슬옹

경기도 수원시 권선구 곡선로50번길 37-15, 303호
(곡반정동)

나이쵸 츠요시

경기도 수원시 영통구 봉영로1517번길 76, 632
동404호 (영통동, 동보.신명아파트)

조환희

경기도 화성시 동탄시범한빛길 10, 235동 1703호
(반송동, 시범한빛마을한화꿈에그린아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

제1 전극,

상기 제1 전극과 중첩하는 제2 전극, 그리고

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 유기층을 포함하고,

상기 유기층은 정공 수송 물질과 p-도펀트를 포함하는 정공 수송 영역을 포함하며,

상기 정공 수송 영역에 도핑되는 상기 p-도펀트의 도핑 함량이 1 중량% 초과면 하기 식 1을 만족하고, 상기 p-도펀트의 도핑 함량이 1 중량% 이하이면 하기 식 2를 만족하는 유기 발광 소자:

$$\text{HOMO_HTM} - \text{LUMO_p-도펀트} < -0.05 \text{ eV} \text{ (식 1)}$$

$$\text{HOMO_HTM} - \text{LUMO_p-도펀트} > -0.05 \text{ eV} \text{ (식 2)}$$

상기 식 1 및 식 2에서 HOMO_HTM은 상기 정공 수송 물질의 HOMO 에너지이고 LUMO_p-도펀트는 상기 p-도펀트의 LUMO 에너지이다.

청구항 2

제1항에서,

상기 정공 수송 물질은 $-5.3 \text{ eV} < \text{HOMO_HTM} < -4.9 \text{ eV}$ 를 만족하고,

상기 p-도펀트는 $-5.25 \text{ eV} < \text{LUMO_p-도펀트} < -4.85 \text{ eV}$ 를 만족하는 유기 발광 소자.

청구항 3

제1항에서,

상기 p-도펀트는 상기 정공 수송 영역의 전체 함량 대비 0.25 중량% 내지 20 중량%로 포함되는 유기 발광 소자.

청구항 4

제1항에서,

상기 p-도펀트를 포함하는 상기 정공 수송 영역의 두께는 10 Å 내지 300 Å인 유기 발광 소자.

청구항 5

제1항에서,

상기 유기층은 발광층을 더 포함하고,

상기 발광층에서 정공과 전자의 재결합은 상기 정공 수송 영역에 인접하게 발생하는 유기 발광 소자.

청구항 6

제1항에서,

상기 식 1에서,

상기 HOMO_HTM와 상기 LUMO_p-도펀트의 차이의 절대값이 클수록 유기 발광 소자의 발광 효율이 증가하는 유기 발광 소자.

청구항 7

제1항에서,

상기 식 2에서,

상기 p-도펀트의 도핑 농도가 감소할수록 유기 발광 소자의 발광 효율이 증가하는 유기 발광 소자.

청구항 8

제1항에서,

상기 p-도펀트를 포함하는 상기 정공 수송 영역의 두께가 감소할수록 유기 발광 소자의 발광 효율이 증가하는 유기 발광 소자.

청구항 9

기판 위에 위치하는 트랜지스터, 그리고

상기 트랜지스터와 연결된 유기 발광 소자를 포함하고,

상기 유기 발광 소자는,

제1 전극,

상기 제1 전극과 중첩하는 제2 전극, 그리고

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 유기층을 포함하고,

상기 유기층은 전자 수송 영역, 정공 수송 영역 및 정공과 전자가 재결합되는 발광층을 포함하며,

상기 정공과 상기 전자는 상기 전자 수송 영역보다 상기 정공 수송 영역에 인접한 상기 발광층에서 재결합하는 표시 장치.

청구항 10

제9항에서,

상기 정공 수송 영역은 정공 수송 물질과 p-도펀트를 포함하며,

상기 정공 수송 영역에 도핑되는 상기 p-도펀트의 도핑 함량이 1 중량% 초과이면 하기 식 1을 만족하고, 상기 p-도펀트의 도핑 함량이 1 중량% 이하이면 하기 식 2를 만족하는 표시 장치:

$$\text{HOMO_HTM} - \text{LUMO_p-도펀트} < -0.05 \text{ eV (식 1)}$$

$$\text{HOMO_HTM} - \text{LUMO_p-도펀트} > -0.05 \text{ eV (식 2)}$$

상기 식 1 및 식 2에서 상기 HOMO_HTM은 상기 정공 수송 물질의 HOMO 에너지이고 상기 LUMO_p-도펀트는 상기 p-도펀트의 LUMO 에너지이다.

청구항 11

제10항에서,

상기 정공 수송 물질은 $-5.3 \text{ eV} < \text{HOMO_HTM} < -4.9 \text{ eV}$ 를 만족하고,

상기 p-도펀트는 $-5.25 \text{ eV} < \text{LUMO_p-도펀트} < -4.85 \text{ eV}$ 를 만족하는 표시 장치.

청구항 12

제10항에서,

상기 p-도펀트는 상기 정공 수송 영역의 전체 함량 대비 0.25 중량% 내지 20 중량%로 포함되는 표시 장치.

청구항 13

제10항에서,

상기 p-도펀트를 포함하는 상기 정공 수송 영역의 두께는 10 Å 내지 300 Å인 표시 장치.

청구항 14

제10항에서,

상기 식 1에서,

상기 HOMO_HTM와 상기 LUMO_p-도펀트의 차이의 절대값이 클수록 상기 유기 발광 소자의 발광 효율이 증가하는 표시 장치.

청구항 15

제10항에서,

상기 식 2에서,

상기 p-도펀트의 도핑 농도가 감소할수록 유기 발광 소자의 발광 효율이 증가하는 표시 장치.

청구항 16

제10항에서,

상기 p-도펀트를 포함하는 상기 정공 수송 영역의 두께가 감소할수록 유기 발광 소자의 발광 효율이 증가하는 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

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

배경 기술

[0002] 유기 발광 소자(organic light emitting device)는 자발광형 소자로서, 종래의 소자에 비하여, 시야각이 넓고 콘트라스트가 우수할 뿐만 아니라, 응답시간이 빠르며, 휘도, 구동전압 및 응답속도 특성이 우수하고 다색화가 가능하다.

[0003] 유기 발광 소자는 기판 상부에 제1 전극이 배치되어 있고, 제1 전극 상부에 정공 수송 영역(hole transport region), 발광층, 전자 수송 영역(electron transport region) 및 제2 전극이 순차적으로 형성되어 있는 구조를 가질 수 있다. 제1 전극으로부터 주입된 정공은 정공 수송 영역을 경유하여 발광층으로 이동하고, 제2 전극으로부터 주입된 전자는 전자 수송 영역을 경유하여 발광층으로 이동한다. 정공 및 전자와 같은 캐리어들은 발광층 영역에서 재결합하여 엑시톤(exciton)을 생성한다. 이 엑시톤이 여기 상태에서 기저상태로 변하면서 광이 생성된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 실시예들은 발광 효율이 향상된 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 표시 장치에 대한 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 일 실시예에 따른 유기 발광 소자는 제1 전극, 상기 제1 전극과 중첩하는 제2 전극, 그리고 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 유기층을 포함하고, 상기 유기층은 정공 수송 물질과 p-도펀트를 포함하는 정공 수송 영역을 포함하며, 상기 정공 수송 영역에 도핑되는 상기 p-도펀트의 도핑 함량이 1 중량% 초과면 하기 식 1을 만족하고, 상기 p-도펀트의 도핑 함량이 1 중량% 이하인 경우 하기 식 2를 만족한다.

[0006] $\text{HOMO_HTM} - \text{LUMO_p-도펀트} < -0.05 \text{ eV}$ (식 1)

[0007] $\text{HOMO_HTM} - \text{LUMO_p-도펀트} > -0.05 \text{ eV}$ (식 2)

- [0008] 상기 식 1 및 식 2에서 HOMO_HTM은 상기 정공 수송 물질의 HOMO 에너지이고 LUMO_p-도펀트는 상기 p-도펀트의 LUMO 에너지이다.
- [0009] 상기 정공 수송 물질은 $-5.3 \text{ eV} < \text{HOMO_HTM} < -4.9 \text{ eV}$ 를 만족하고, 상기 p-도펀트는 $-5.25 \text{ eV} < \text{LUMO_p-도펀트} < -4.85 \text{ eV}$ 를 만족할 수 있다.
- [0010] 상기 p-도펀트는 상기 정공 수송 영역의 전체 함량 대비 0.25 중량% 내지 20 중량%로 포함될 수 있다.
- [0011] 상기 p-도펀트를 포함하는 상기 정공 수송 영역의 두께는 10 Å 내지 300 Å일 수 있다.
- [0012] 상기 유기층은 발광층을 더 포함하고, 상기 발광층에서 정공과 전자의 재결합은 상기 정공 수송 영역에 인접하게 발생할 수 있다.
- [0013] 상기 식 1에서, 상기 HOMO_HTM와 상기 LUMO_p-도펀트의 차이의 절대값이 클수록 유기 발광 소자의 발광 효율이 증가할 수 있다.
- [0014] 상기 식 2에서, 상기 p-도펀트의 도핑 농도가 감소할수록 유기 발광 소자의 발광 효율이 증가할 수 있다.
- [0015] 상기 p-도펀트를 포함하는 상기 정공 수송 영역의 두께가 감소할수록 유기 발광 소자의 발광 효율이 증가할 수 있다.
- [0016] 일 실시예에 따른 표시 장치는 기판 위에 위치하는 트랜지스터, 그리고 상기 트랜지스터와 연결된 유기 발광 소자를 포함하고, 상기 유기 발광 소자는, 제1 전극, 상기 제1 전극과 중첩하는 제2 전극, 그리고 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 위치하는 유기층을 포함하고, 상기 유기층은 정공 수송 영역 및 정공과 전자가 재결합되는 발광층을 포함하며, 상기 정공과 상기 전자는 상기 정공 수송 영역에 인접한 상기 발광층에서 재결합한다.

발명의 효과

- [0017] 실시예들에 따른 유기 발광 소자는 고효율, 고휘도 및 장수명을 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1, 도 2, 도 3 및 도 4는 일 실시예에 따른 유기 발광 소자의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.
 도 5는 도 1의 유기 발광 소자를 포함하는 표시 장치의 일부 단면도이다.
 도 6은 발광층 내에서 도핑 영역에 따른 발광 효율을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 여러 실시예들에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0020] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.
- [0021] 또한, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다. 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 그리고 도면에서, 설명의 편의를 위해, 일부 층 및 영역의 두께를 과장되게 나타내었다.
- [0022] 또한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 또는 "상에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다. 또한, 기준이 되는 부분 "위에" 또는 "상에" 있다고 하는 것은 기준이 되는 부분의 위 또는 아래에 위치하는 것이고, 반드시 중력 반대 방향 쪽으로 "위에" 또는 "상에" 위치하는 것을 의미하는 것은 아니다.
- [0023] 또한, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

- [0024] 또한, 명세서 전체에서, "평면상"이라 할 때, 이는 대상 부분을 위에서 보았을 때를 의미하며, "단면상"이라 할 때, 이는 대상 부분을 수직으로 자른 단면을 옆에서 보았을 때를 의미한다.
- [0025] 이하에서는 도 1을 참조하여 일 실시예에 따른 유기 발광 소자에 대해 설명한다. 도 1은 본 발명의 일 실시예를 따르는 유기 발광 소자의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0026] 유기 발광 소자는 제1 전극(110), 유기층(150) 및 제2 전극(190)을 포함한다.
- [0027] 제1 전극(110)의 하부 또는 제2 전극(190)의 상부에는 기관이 추가로 배치될 수 있다. 상기 기관으로는 기계적 강도, 열안정성, 투명성, 표면 평활성, 취급 용이성 및 방수성이 우수한 유리 기관 또는 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.
- [0028] 제1 전극(110)은 기관 상부에 제1 전극용 물질을 증착하거나 스퍼터링하여 형성될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 제1 전극(110)이 애노드일 경우 제1 전극용 물질은 높은 일함수를 갖는 물질 중에서 선택될 수 있다. 제1 전극(110)을 통한 정공 주입이 용이할 수 있다.
- [0029] 제1 전극(110)은 반사형 전극, 반투과형 전극 또는 투과형 전극일 수 있다. 투과형 전극인 제1 전극(110)을 형성하기 위하여, 제1 전극용 물질은, 산화인듐주석(ITO), 산화인듐아연(IZO), 산화주석(SnO₂), 산화아연(ZnO) 및 이의 임의의 조합 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 제1 전극(110)을 형성하기 위하여, 제1 전극용 물질은, 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag) 및 이의 임의의 조합 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0030] 제1 전극(110)은 단일층인 단층 구조 또는 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(110)은 ITO/Ag/ITO의 3층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0031] 제1 전극(110) 상부에는 유기층(150)이 배치되어 있다. 유기층(150)은 발광층을 포함한다. 유기층(150)은 제1 전극(110)과 발광층 사이에 개재된 정공 수송 영역(hole transport region) 및 발광층과 제2 전극(190) 사이에 개재된 전자 수송 영역(electron transport region)을 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 정공 수송 영역은, i) 단일 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조, ii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조 또는 iii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0033] 상기 정공 수송 영역은, 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 발광 보조층 및 전자 저지층(EBL) 중에서 선택된 적어도 하나의 층을 포함할 수 있다.
- [0034] 예를 들어, 상기 정공 수송 영역은, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조를 갖거나, 제1 전극(110)으로부터 차례로 적층된 정공 주입층/정공 수송층, 정공 주입층/정공 수송층/발광 보조층, 정공 주입층/발광 보조층, 정공 수송층/발광 보조층 또는 정공 주입층/정공 수송층/전자 저지층의 다층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 정공 수송 영역은 하기와 같은 식 1 및 식 2를 만족할 수 있다. 구체적으로, 정공 수송 영역에 도핑되는 p-도펀트의 도핑 함량이 1 중량% 초과인 경우 식 1을 만족할 수 있으며, p-도펀트의 도핑 함량이 1 중량% 이하인 경우 식 2를 만족할 수 있다.
- [0036] $HOMO_HTM - LUMO_p\text{-도펀트} < -0.05 \text{ eV}$ (식 1)
- [0037] $HOMO_HTM - LUMO_p\text{-도펀트} > -0.05 \text{ eV}$ (식 2)
- [0038] 상기 식 1 및 식 2에서 HOMO_HTM은 정공 수송 물질의 HOMO 에너지이고, 정공 수송 물질의 HOMO 에너지는 $-5.3 \text{ eV} < HOMO_HTM < -4.9 \text{ eV}$ 를 만족한다. 상기 식 1 및 식 2에서 상기 LUMO_p-도펀트는 정공 수송 영역에 주입되는 p-도펀트의 LUMO 에너지이고 p-도펀트의 LUMO 에너지는 $-5.25 \text{ eV} < LUMO_p\text{-도펀트} < -4.85 \text{ eV}$ 를 만족한다.
- [0039] 구체적으로 일 실시예에 따른 정공 수송 영역에서, 정공 수송 물질의 HOMO 에너지는 $-5.3 \text{ eV} < HOMO_HTM < -4.9 \text{ eV}$ 를 만족할 수 있다. 정공 수송 물질의 HOMO 에너지의 절대값이 증가함으로써 정공이 발광층으로 과도하게 주입되는 것을 방지할 수 있다. 발광층에 적정 수준의 정공이 제공될 수 있으므로, 발광층에 공급되는 정공과 전자의 주입량이 균형을 이루어 발광 효율이 증가할 수 있다.
- [0040] 정공 수송 영역에 제공되는 p-도펀트의 LUMO 에너지는 $-5.25 \text{ eV} < LUMO_p\text{-도펀트} < -4.85 \text{ eV}$ 를 만족할 수

있다. 정공 수송 영역에 제공되는 p-도펀트의 LUMO 에너지의 절대값이 상기와 같은 범위를 만족하면서 작아지는 경우, 발광층으로 제공되는 정공의 주입량을 제어할 수 있다. p-도펀트의 LUMO 에너지의 절대값이 작아지면 일정한 정공 수송 물질의 HOMO 에너지와의 차이가 증가할 수 있다. 이에 따르면 발광층으로 이동하는 정공에 필요한 에너지가 증가한다. 즉, 과도한 양의 정공이 발광층으로 주입되는 것을 방지하여 발광층에 적정 수준의 정공이 주입되도록 할 수 있다.

[0041] 정공 수송 영역에 포함되는 p-도펀트의 함량이 1 중량% 초과인 경우에 전술한 식 1)을 만족하는 정공 수송 영역이 제공될 수 있다. 구체적으로 p-도펀트의 함량이 클수록 발광층으로 제공되는 정공의 주입량이 과도하게 증가할 수 있다. 본 발명은 무분별하게 주입되는 정공을 제어하고, 적정 수준의 정공을 주입하고자 한다. 따라서 정공 수송 영역에 포함되는 p-도펀트의 함량이 1 중량% 초과인 경우에는 식 1)에 따라 발광층으로 이동하는 정공에 요구되는 에너지를 증가시켜 정공의 이동을 제어할 수 있다. 이에 따르면 발광층으로 제공되는 정공의 주입량을 적정 수준으로 제어할 수 있다.

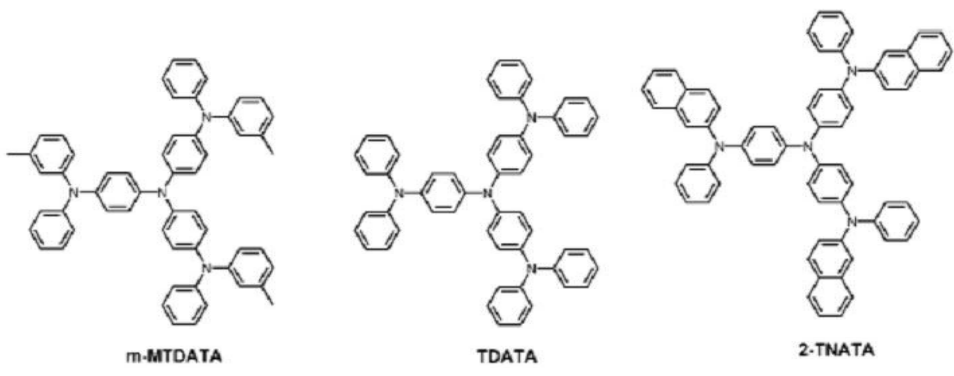
[0042] 이와 반대로 정공 수송 영역에 제공되는 p-도펀트의 함량이 1 중량% 이하인 경우 전술한 식 2)를 만족하는 정공 수송 영역이 제공될 수 있다. 정공 수송 영역에 포함되는 p-도펀트의 함량이 작은 경우, 발광층으로 이동하는 정공에 요구되는 에너지가 작더라도, p-도펀트의 함량 자체가 작으므로 발광층으로 주입되는 정공의 주입량을 제어할 수 있다.

[0043] 이때 본 발명의 일 실시예에 따라 정공 수송 영역에 제공되는 p-도펀트의 함량은 정공 수송 영역의 총 함량 대비 약 0.25 중량% 내지 약 20 중량%일 수 있다.

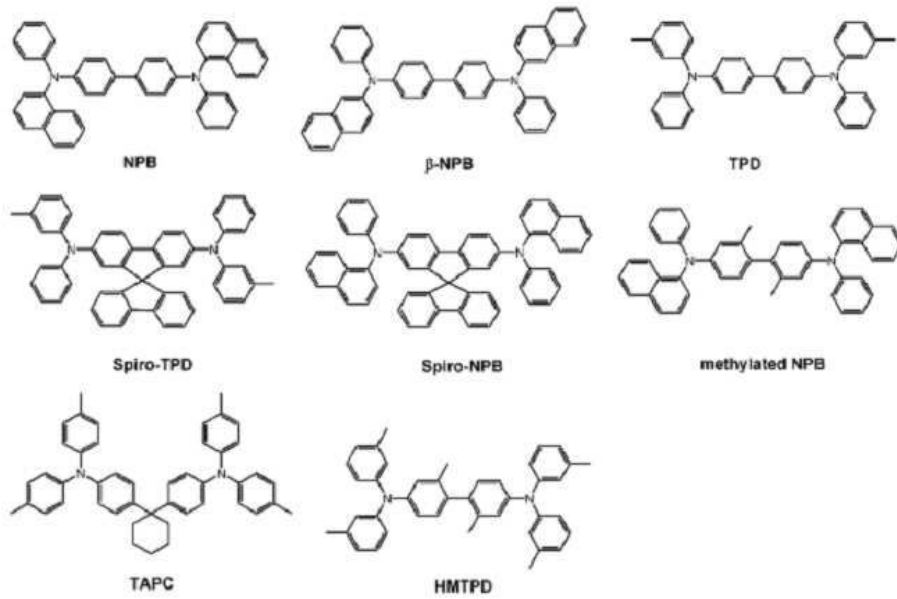
[0044] 한편 정공 수송 영역의 두께는 약 300 Å이하일 수 있으며 약 10 Å이상일 수 있다. 정공 수송 영역의 두께가 약 300 Å초과인 경우, 정공 수송 영역의 두께가 두꺼워 발광층으로 제공되는 정공의 주입량이 과다할 수 있으며, 정공 수송 영역의 두께가 약 10 Å미만인 경우 제공되는 정공의 양이 극히 미미하여 발광이 거의 일어나지 않을 수 있다.

[0045] 상기 정공 수송 영역, 정공 주입층 및 정공 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 정공 수송 특성을 얻을 수 있다.

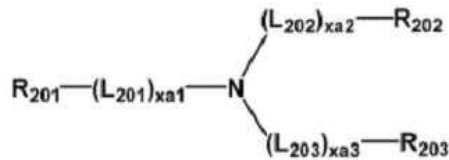
[0046] 한편 정공 수송 영역은, m-MTDATA, TDATA, 2-TNATA, NPB(NPD), β-NPB, TPD, Spiro-TPD, Spiro-NPB, 메틸화된-NPB, TAPC, HMTPD, TCTA(4,4',4"-tris(N-carbazolyl)triphenylamine (4,4',4"-트리스(N-카바졸일)트리페닐아민)), Pani/DBSA (Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid (폴리아닐린/도데실벤젠설포산)), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate) (폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(4-스티렌설포네이트))), Pani/CSA (Polyaniline/Camphor sulfonic acid (폴리아닐린/캄페르설포산)), PANI/PSS (Polyaniline/Poly(4-styrenesulfonate) (폴리아닐린/폴리(4-스티렌설포네이트))), 하기 화학식 201로 표시되는 화합물 및 하기 화학식 202로 표시되는 화합물 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.



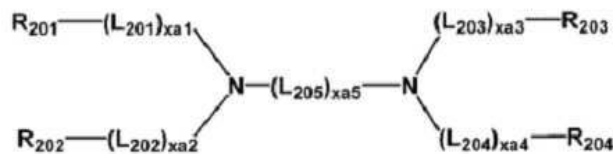
[0047]



<화학식 201>

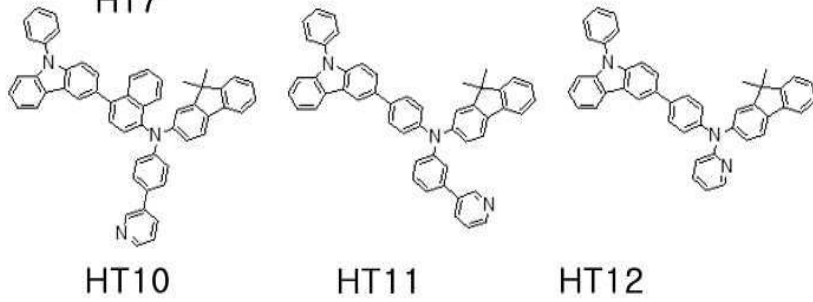
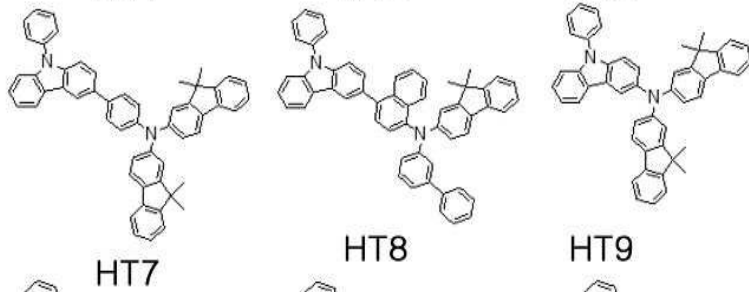
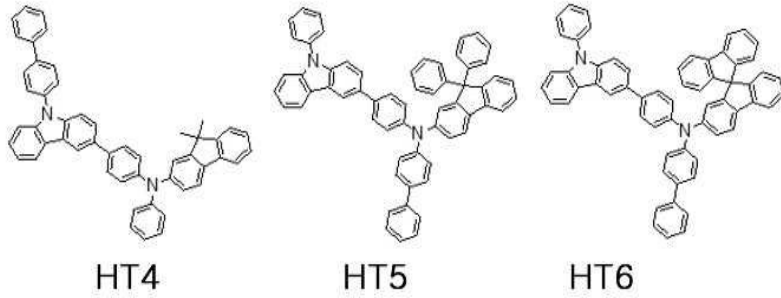
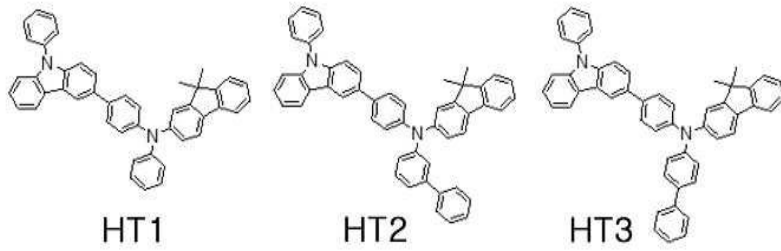


<화학식 202>

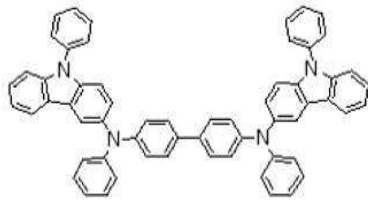


상기 화학식 201 및 202 중, L₂₀₁ 내지 L₂₀₄는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고, L₂₀₅은, *-O-*', *-S-*', *-N(Q₂₀₁)-*', 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₂₀알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고, xa1 내지 xa4는 서로 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중에서 선택되고, xa5는 1 내지 10의 정수 중에서 선택되고, R₂₀₁ 내지 R₂₀₄ 및 Q₂₀₁은 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택될 수 있다.

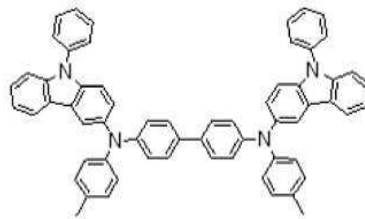
상기 정공 수송 영역은 하기 화합물 HT1 내지 HT43 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



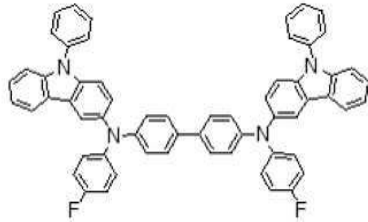
[0051]



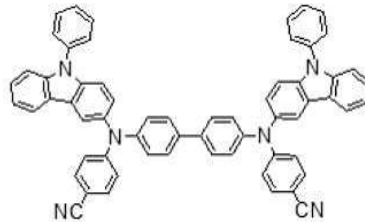
HT13



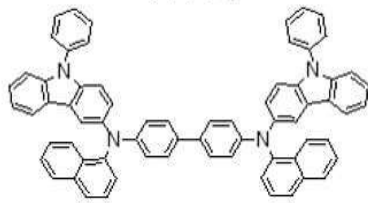
HT14



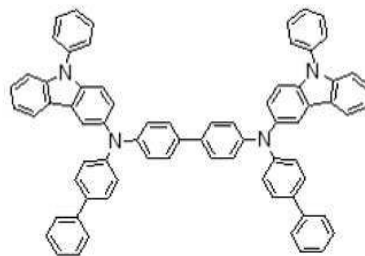
HT15



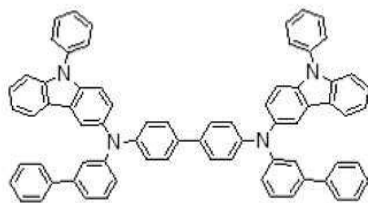
HT16



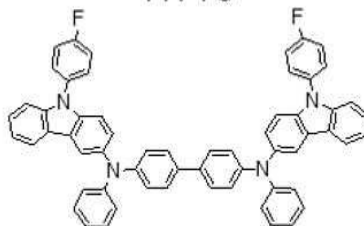
HT17



HT18



HT19



HT20

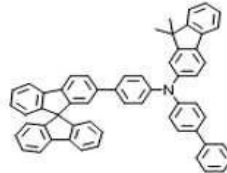
[0052]



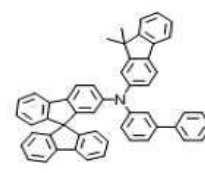
HT21



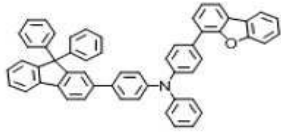
HT22



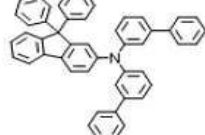
HT23



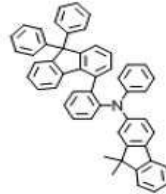
HT24



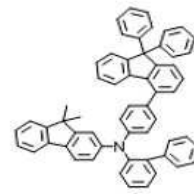
HT25



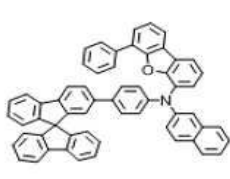
HT26



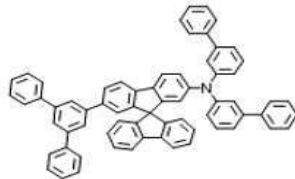
HT27



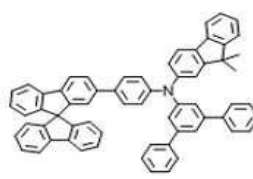
HT28



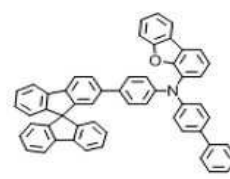
HT29



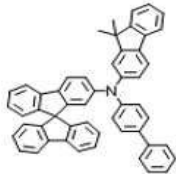
HT30



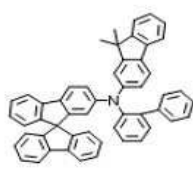
HT31



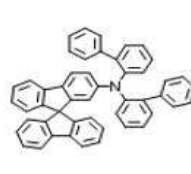
HT32



HT33



HT34

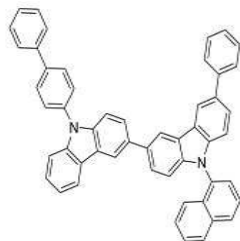


HT35

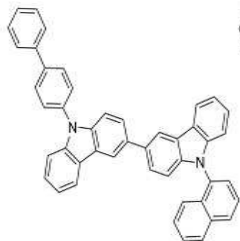


HT36

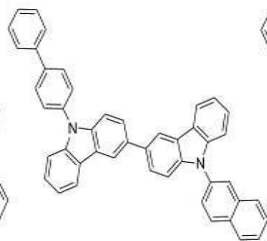
[0053]



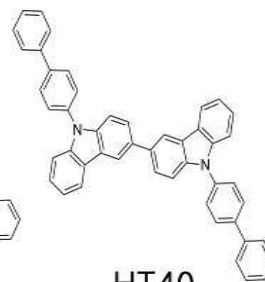
HT37



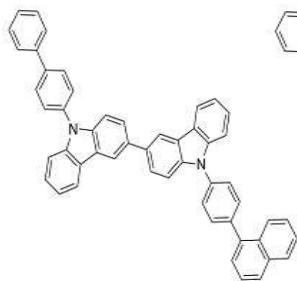
HT38



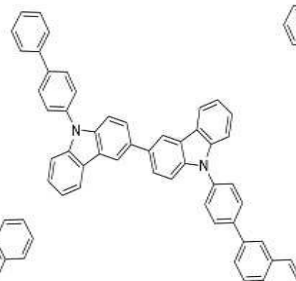
HT39



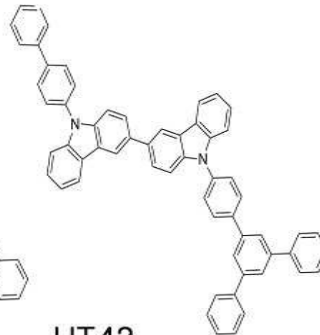
HT40



HT41



HT42



HT43

[0054]

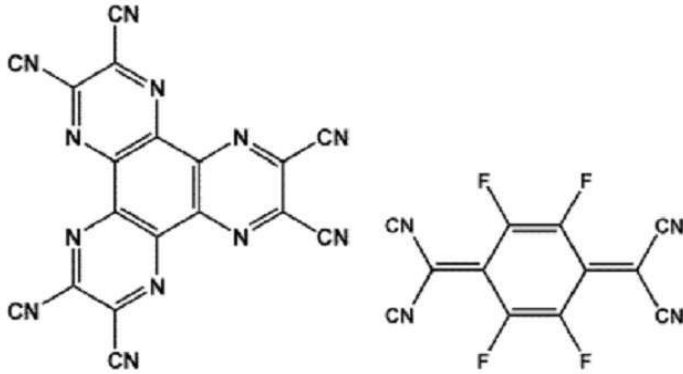
[0055]

상기 발광 보조층은 발광층에서 방출되는 광의 파장에 따른 광학적 공진 거리를 보상하여 광 방출 효율을 증가시키는 역할을 하는 층이고, 상기 전자 저지층은 전자 수송 영역으로부터의 전자 주입을 방지하는 역할을 하는 층이다. 상기 발광 보조층 및 전자 저지층에는 상술한 바와 같은 물질이 포함될 수 있다.

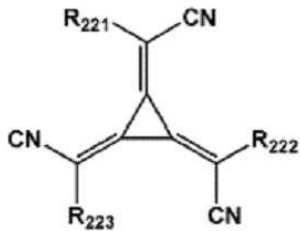
[0056]

상기 정공 수송 영역은 상술한 바와 같은 물질 외에, 도전성 향상을 위하여 전하-생성 물질을 더 포함할 수 있다. 상기 전하-생성 물질은 상기 정공 수송 영역 내에 균일하게 또는 불균일하게 분산되어 있을 수 있다. 상기 전하-생성 물질은 예를 들면, p-도펀트일 수 있다. 상기 p-도펀트는, 퀴논 유도체, 금속 산화물 및 시아노기-함유 화합물 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 p-도펀트는, TCNQ (Tetracyanoquinodimethane) 및 F4-TCNQ (2,3,5,6-Tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane) 등과 같은 퀴논 유도체; 텅스텐 산화물 및 몰리브덴 산화물 등과 같은 금속 산화물; HAT-CN (1,4,5,8,9,11-hexaazatriphenylene-hexacarbonitrile); 하기 화학식 221로 표시되는 화합물, 및 하기 화학식 P1 내지 P18 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

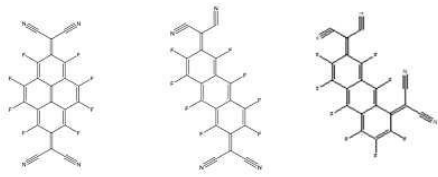
<HAT-CN> <F4-TCNQ>



<화학식 221>



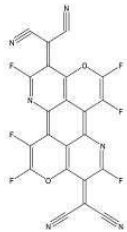
[0057]



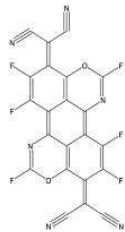
P1

P2

P3



P4



P5



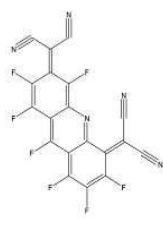
P6



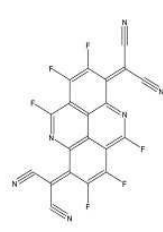
P7



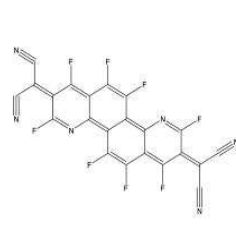
P8



P9

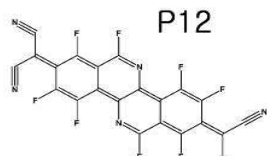


P10

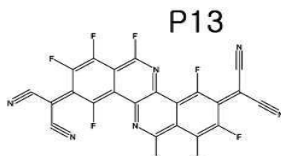


P11

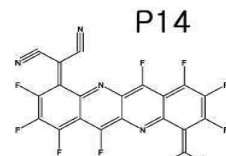
[0058]



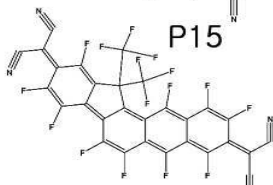
P12



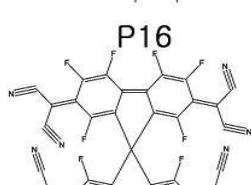
P13



P14



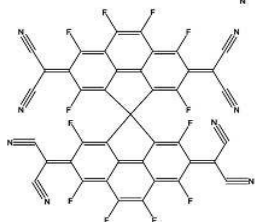
P15



P16



P17



P18

[0059]

[0060]

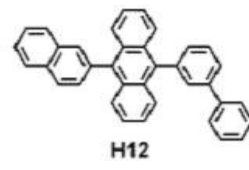
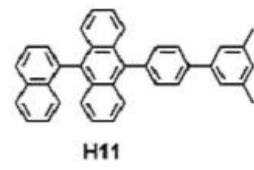
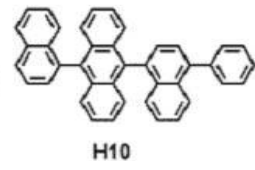
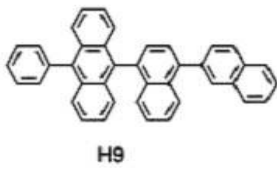
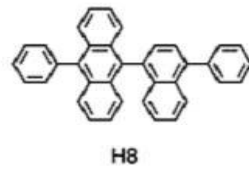
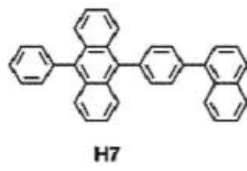
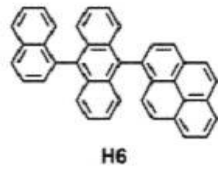
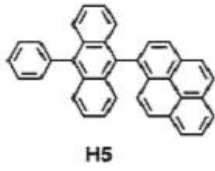
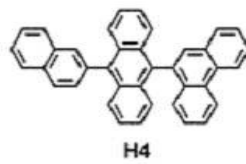
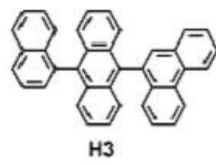
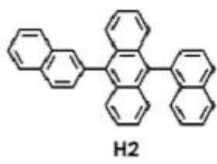
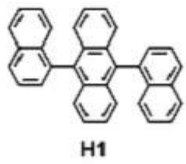
상기 화학식 221 중, R₂₂₁ 내지 R₂₂₃은 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되며, 상기 R₂₂₁ 내지 R₂₂₃ 중 적어도 하나는 시아노기, -F, -Cl, -Br, -I, -R로 치환된 C₁-C₂₀알킬기, -Cl로 치환된 C₁-C₂₀알킬기, -Br로 치환된 C₁-C₂₀알킬기 및 -I로 치환된 C₁-C₂₀알킬기 중에서 선택된 적어도 하나의 치환기를 갖는다.

[0061]

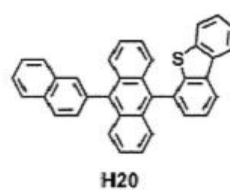
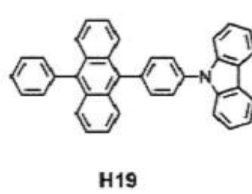
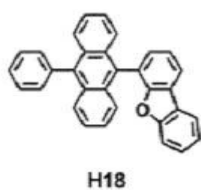
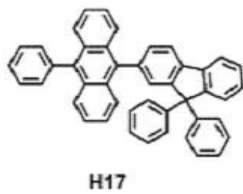
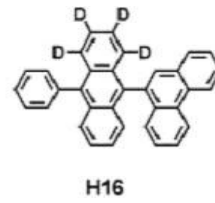
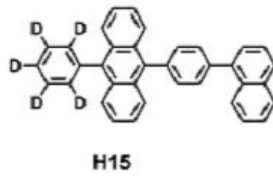
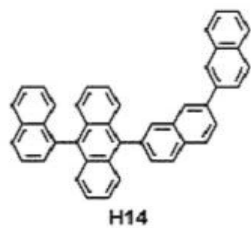
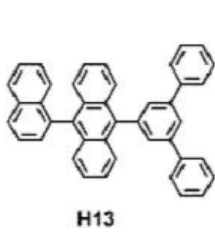
전술한 바와 같은 정공 수송 영역에 따르면 발광층으로 제공되는 정공의 주입량을 제어할 수 있다. 과도한 양의

정공이 발광층으로 주입되는 것을 방지하고 적정 수준의 정공을 발광층으로 제공함으로써 정공과 전자 사이의 충돌이 증가하여 재결합에 의한 엑시톤 형성이 증가한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자는 발광 효율이 증가할 수 있다.

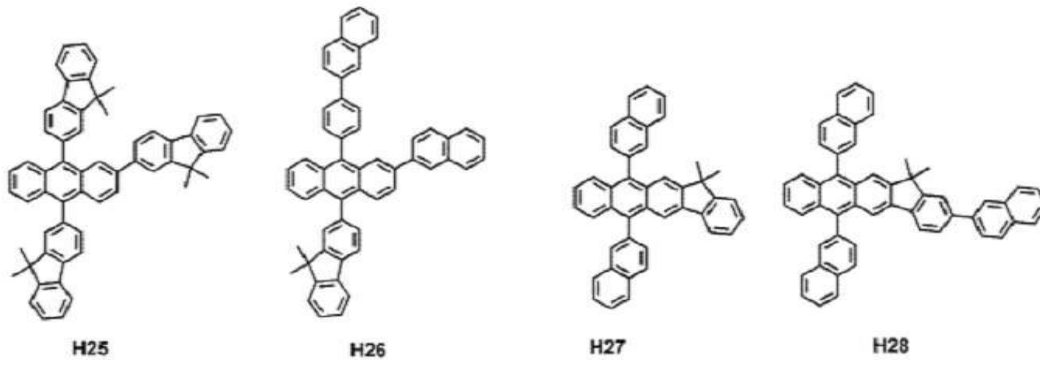
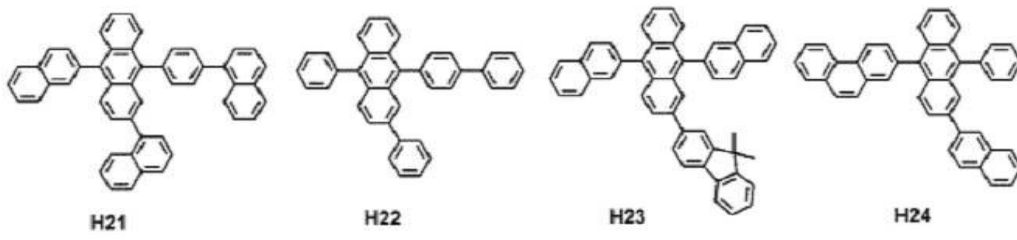
- [0062] 유기 발광 소자가 풀 컬러 유기 발광 소자일 경우, 발광층은, 개별 부화소별로, 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층으로 패터닝될 수 있다. 또는, 상기 발광층은, 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층 중에서 선택된 2 이상의 층이 접촉 또는 이격되어 적층된 구조를 갖거나, 적색광 방출 물질, 녹색광 방출 물질 및 청색광 방출 물질 중에서 선택된 2 이상의 물질이 층구분없이 혼합된 구조를 가져, 백색광을 방출할 수 있다.
- [0063] 본 발명의 일 실시예에 따르면 발광층은 후술할 전자 수송 영역보다 정공 수송 영역에 인접한 영역에서 정공과 전자의 재결합이 원활하게 발생할 수 있다. 발광층 전 영역에서 엑시톤이 형성될 수 있으나, 출광량이 가장 큰 영역은 정공 수송 영역에 인접하게 위치할 수 있다.
- [0064] 전술한 정공 수송 영역에 따르면 발광층으로 제공되는 정공의 주입량을 제어하므로 발광층 중에서 정공 수송 영역에 인접한 위치에 다수의 정공이 위치할 수 있다. 이에 따라 전자와 정공이 재결합하여 형성되는 엑시톤의 분포 역시 정공 수송 영역에 인접할 수 있다.
- [0065] 발광층은 호스트 및 도펀트를 포함할 수 있다. 상기 도펀트는 인광 도펀트 및 형광 도펀트 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 발광층 중 도펀트의 함량은 통상적으로 호스트 약 100 중량부에 대하여, 약 0.01 내지 약 15 중량부의 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0066] 상기 발광층의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å 예를 들면 약 200Å 내지 약 600Å 일 수 있다. 상기 발광층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 발광 특성을 나타낼 수 있다.
- [0067] 상기 호스트는 하기 화학식 301로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다.
- [0068] <화학식 301>
- [0069] $[Ar_{301}]_{xb11}-[(L_{301})_{xb1}-R_{301}]_{xb21}$
- [0070] 상기 화학식 301 중, Ar_{301} 은 치환 또는 비치환된 C_5-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고, $Xb11$ 은 1, 2 또는 3이고, L_{301} 은, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{10} 시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{10} 시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고, $xb1$ 는 0 내지 5의 정수 중에서 선택되고, R_{301} 은, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60} 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60} 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{10} 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{10} 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, $-Si(Q_{301})(Q_{302})(Q_{303})$, $-N(Q_{301})(Q_{302})$, $-B(Q_{301})(Q_{302})$, $-C(=O)(Q_{301})$, $-S(=O)_2(Q_{301})$ 및 $-P(=O)(Q_{301})(Q_{302})$ 중에서 선택되고, $xb21$ 는 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고, Q_{301} 내지 Q_{303} 는 서로 독립적으로, C_1-C_{10} 알킬기, C_1-C_{10} 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 및 나프틸기 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0071] 또 다른 예로서, 상기 호스트는 알칼리 토금속 착체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 호스트는 Be 착체 (예를 들면, 하기 화합물 H55), Mg 착체 및 Zn 착체 중에서 선택될 수 있다.
- [0072] 상기 호스트는 ADN (9,10-Di(2-naphthyl)anthracene), MADN (2-Methyl-9,10-bis(naphthalen-2-yl)anthracene), TBADN (9,10-di-(2-naphthyl)-2-t-butyl-anthracene), CBP (4,4'-bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl), mCP (1,3-di-9-carbazolylbenzene), TCP (1,3,5-tri(carbazol-9-yl)benzene) 및 하기 화합물 H1 내지 H55 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



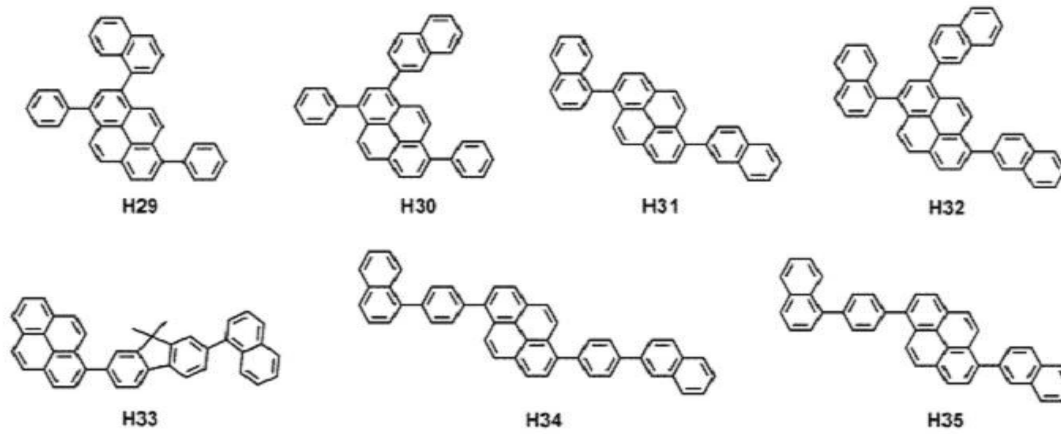
[0073]



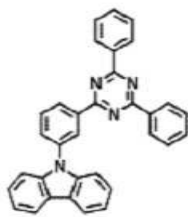
[0074]



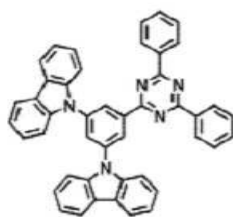
[0075]



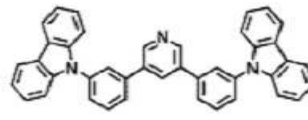
[0076]



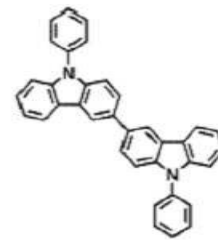
H36



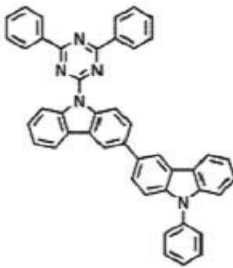
H37



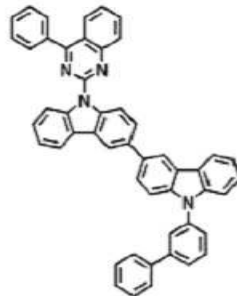
H38



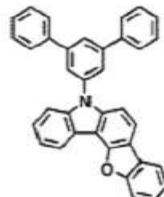
H39



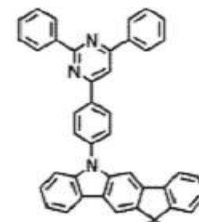
H40



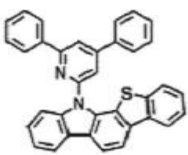
H41



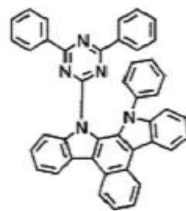
H42



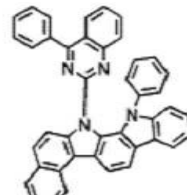
H43



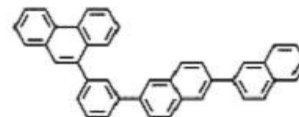
H44



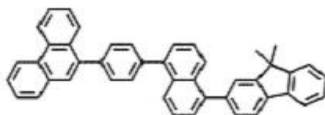
H45



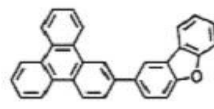
H46



H47



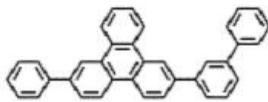
H48



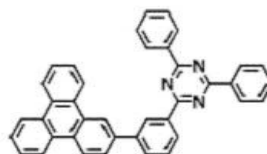
H49



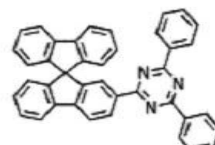
H50



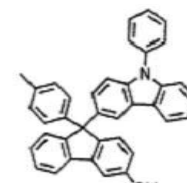
H51



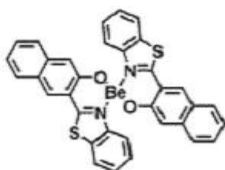
H52



H53



H54



H55

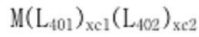
[0077]

[0078]

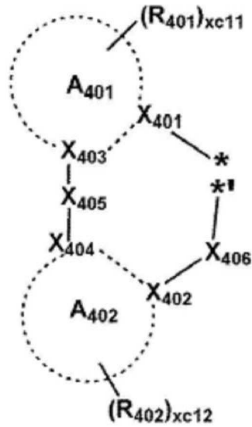
[0079]

[0080] 상기 인광 도펀트는 하기 화학식 401로 표시되는 유기금속 착체를 포함할 수 있다.

<화학식 401>



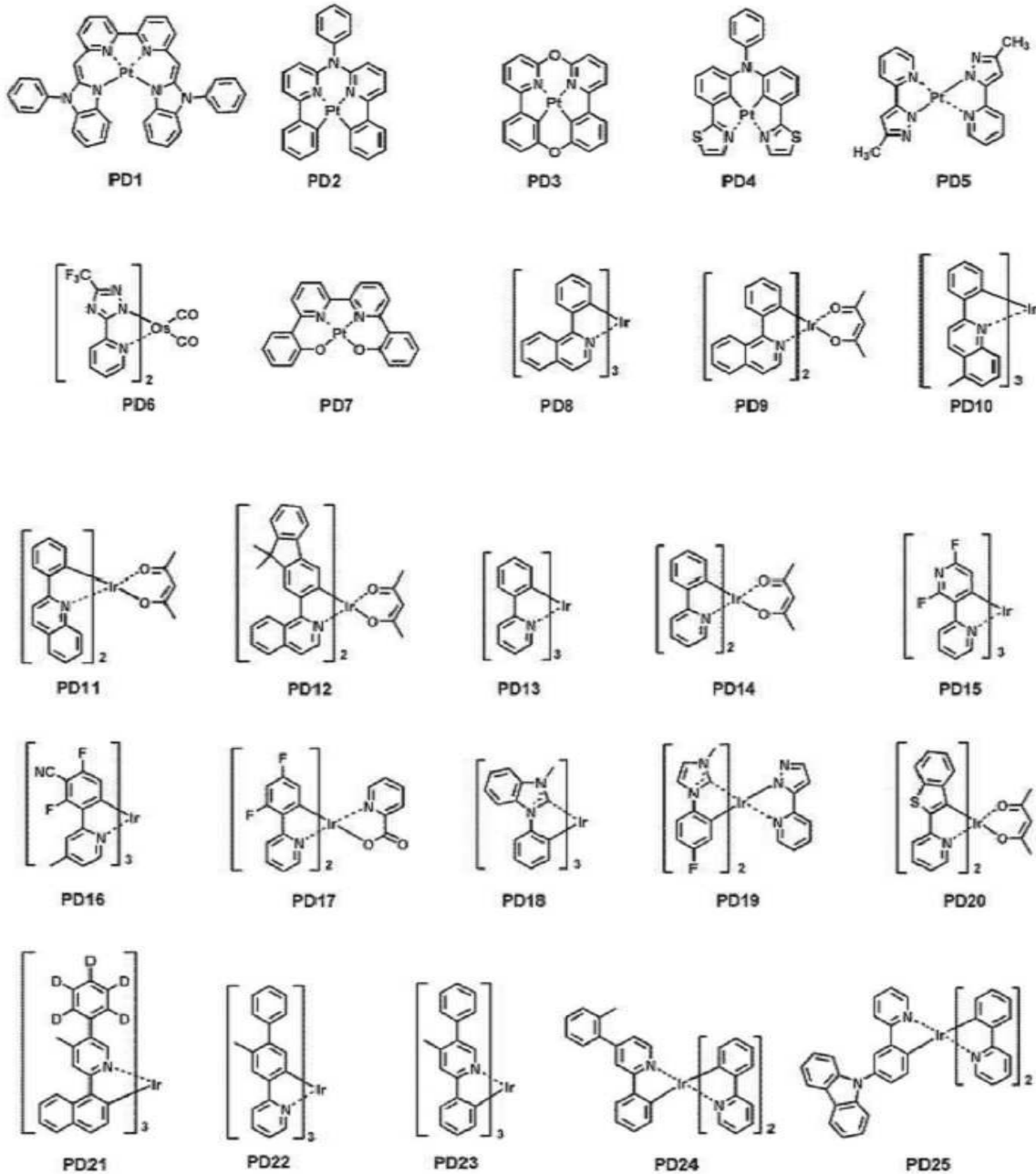
<화학식 402>



[0081]

[0082] 상기 화학식 401 및 402 중, M은 이리듐(Ir), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 로듐(Rh) 및 툴륨(Tm) 중에서 선택되고, L₄₀₁은 상기 화학식 402로 표시되는 리간드 중에서 선택되고, xc1은 1, 2 또는 3이고, xc1이 2 이상일 경우 2 이상의 L₄₀₁은 서로 동일하거나 상이하고, L₄₀₂는 유기 리간드이고, xc2는 0 내지 4의 정수 중에서 선택되고, xc2가 2 이상일 경우 2 이상의 L₄₀₂는 서로 동일하거나 상이하고, X₄₀₁ 내지 X₄₀₄는 서로 독립적으로, 질소 또는 탄소이고, X₄₀₁과 X₄₀₃은 단일 결합 또는 이중 결합을 통하여 연결되고, X₄₀₂와 X₄₀₄는 단일 결합 또는 이중 결합을 통하여 연결되고, A₄₀₁ 및 A₄₀₂는 서로 독립적으로, C₅-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹이고, X₄₀₅는 단일 결합, *-O-*, *-S-*, *-C(=O)-*, *-N(Q₄₁₁)-*, *-C(Q₄₁₁)(Q₄₁₂)-*, *-C(Q₄₁₁)=C(Q₄₁₂)-*, *-C(Q₄₁₁)=* 또는 *=C(Q₄₁₁)=*이고, 상기 Q₄₁₁ 및 Q₄₁₂는, 수소, 중수소, C₁-C₂₀알킬기, C₁-C₂₀알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 또는 나프틸기이고, X₄₀₆은 단일 결합, O 또는 S이고, R₄₀₁ 및 R₄₀₂는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 -Si(Q₄₀₁)(Q₄₀₂)(Q₄₀₃), -N(Q₄₀₁)(Q₄₀₂), -B(Q₄₀₁)(Q₄₀₂), -C(=O)(Q₄₀₁), -S(=O)₂(Q₄₀₁) 및 -P(=O)(Q₄₀₁)(Q₄₀₂) 중에서 선택되고, 상기 Q₄₀₁ 내지 Q₄₀₃은 서로 독립적으로, C₁-C₁₀알킬기, C₁-C₁₀알콕시기, C₆-C₂₀아릴기 및 C₁-C₂₀헤테로아릴기 중에서 선택되고, xc11 및 xc12는 서로 독립적으로, 0 내지 10의 정수 중에서 선택되고, 상기 화학식 402 중 * 및 ‡는 상기 화학식 401 중 M과의 결합 사이트이다.

[0083] 또는, 상기 인광 도펀트는 예를 들어, 하기 화합물 PD1 내지 PD25 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



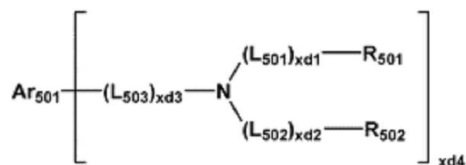
[0084]

[0085]

[0086]

상기 형광 도펀트는 하기 화학식 501로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다.

<화학식 501>



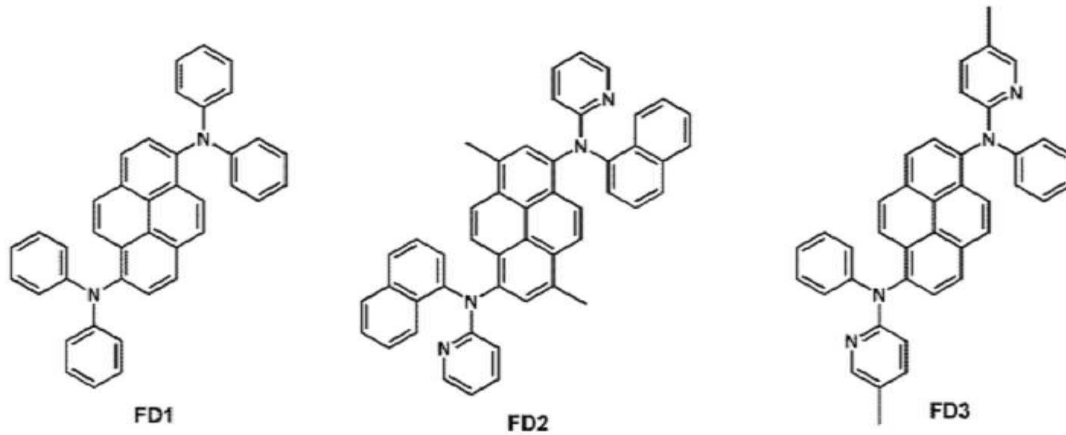
[0087]

[0088]

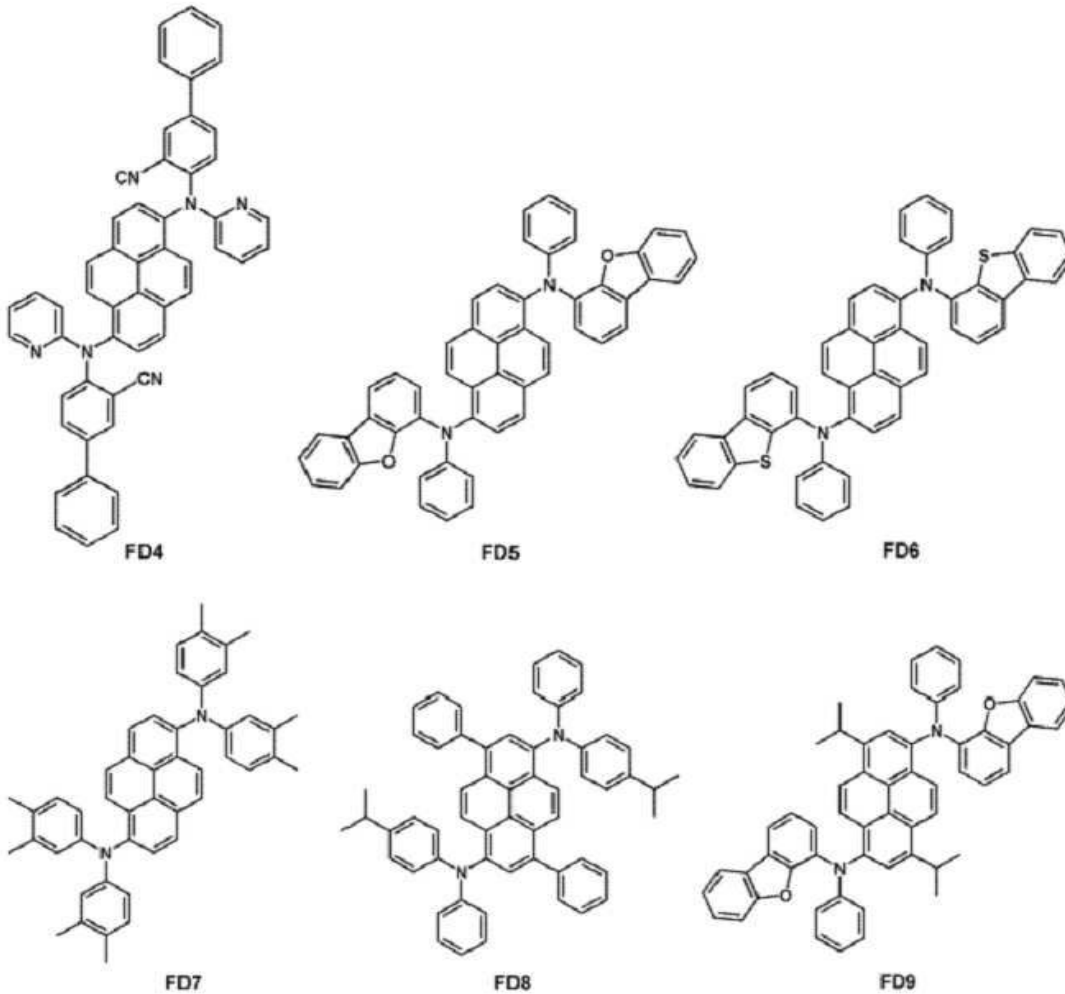
상기 화학식 501 중, Ar₅₀₁은 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹이고, L₅₀₁ 내지 L₅₀₃은 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치

환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고, xd1 내지 xd3는 서로 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중에서 선택되고, R₅₀₁ 및 R₅₀₂는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고, Xd4는 1 내지 6의 정수 중에서 선택될 수 있다.

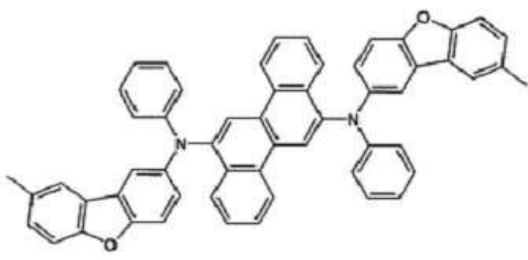
[0089] 예를 들어, 상기 형광 도펀트는 하기 화합물 FD1 내지 FD22 중에서 선택될 수 있다.



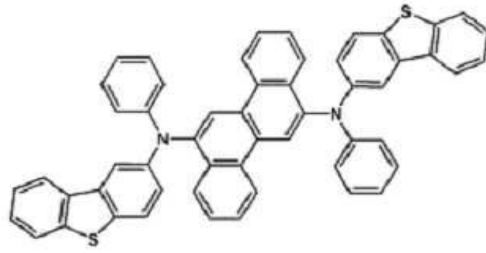
[0090]



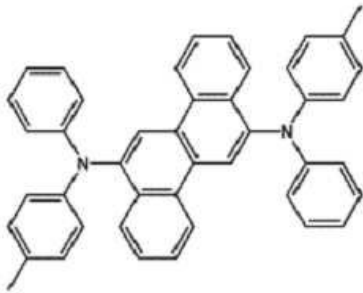
[0091]



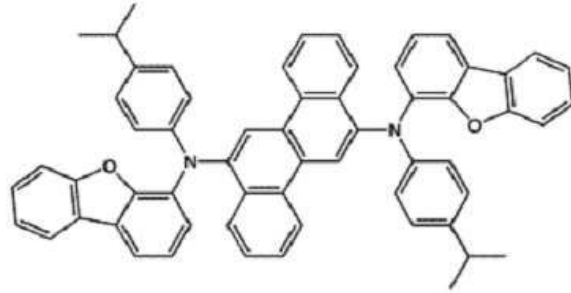
FD10



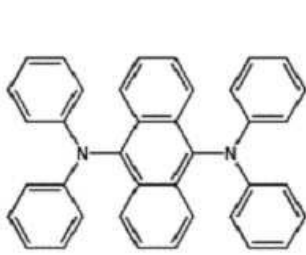
FD11



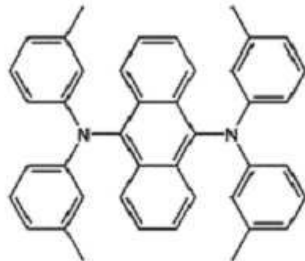
FD12



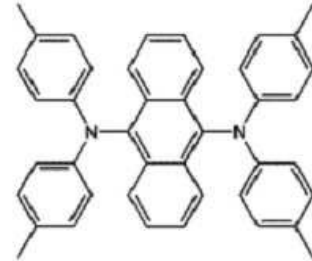
FD13



FD14

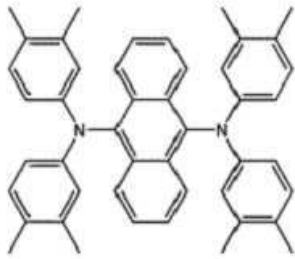


FD15

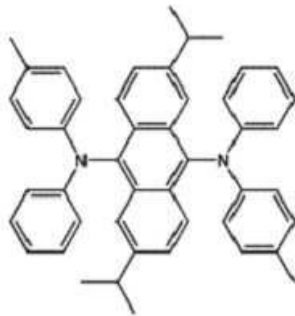


FD16

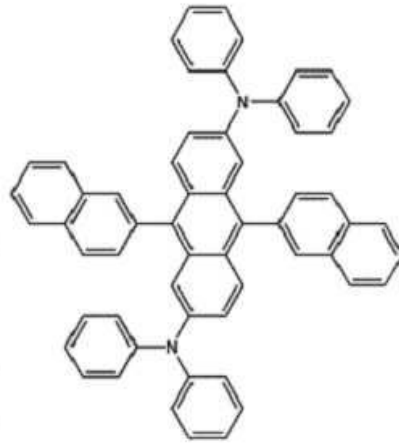
[0092]



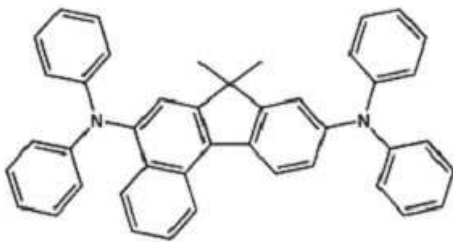
FD17



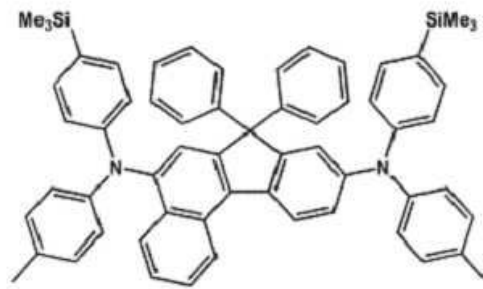
FD18



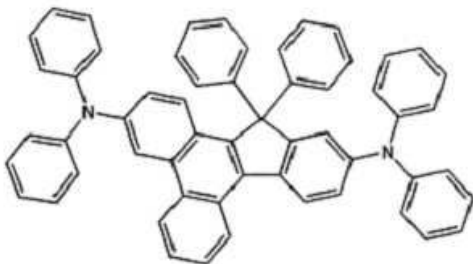
FD19



FD20



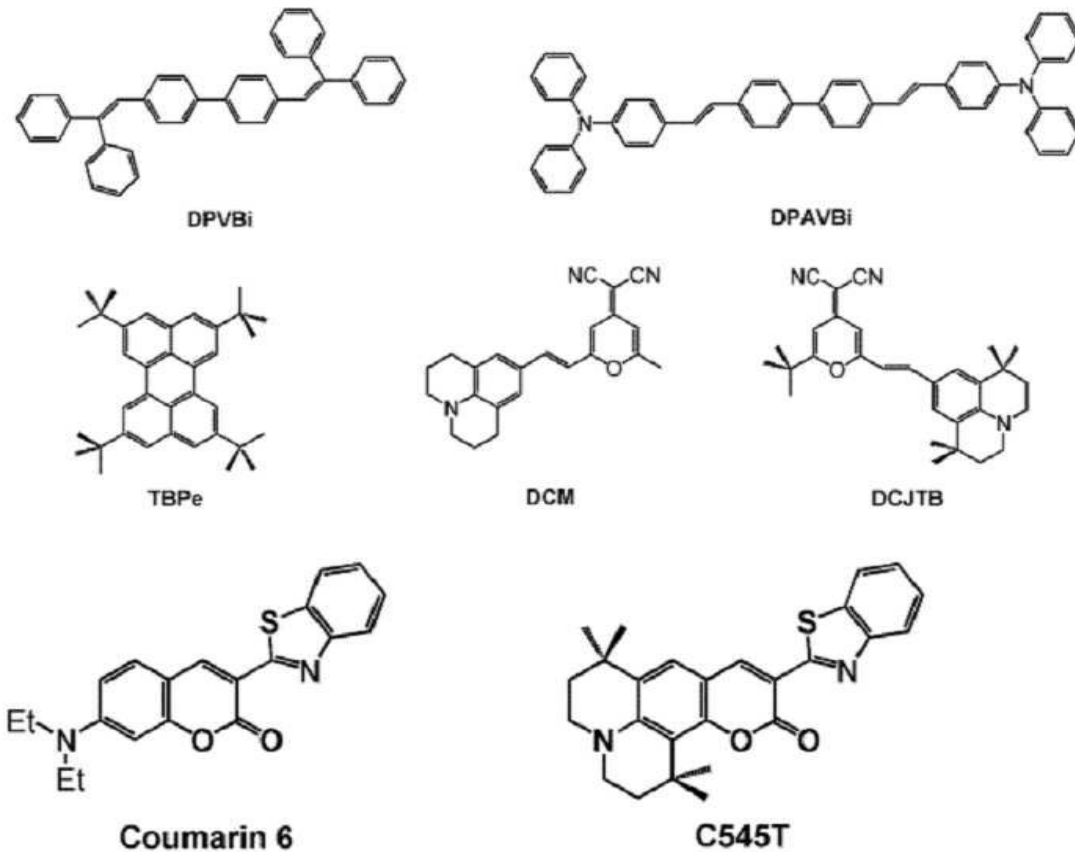
FD21



FD22

[0093]

[0094] 또는, 상기 형광 도펀트는 하기 화합물들 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



[0095]

[0096] 일 실시예에 따른 상기 전자 수송 영역은 i) 단일 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조, ii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조 또는 iii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.

[0097] 상기 전자 수송 영역은, 버퍼층, 정공 저지층, 전자 조절층, 전자 수송층(ETL) 및 전자 주입층 중에서 선택된 적어도 하나의 층을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0098] 예를 들어, 상기 전자 수송 영역은, 발광층으로부터 차례로 적층된 전자 수송층/전자 주입층, 정공 저지층/전자 수송층/전자 주입층, 전자 조절층/전자 수송층/전자 주입층, 또는 버퍼층/전자 수송층/전자 주입층 등의 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0099] 상기 전자 수송 영역(예를 들면, 상기 전자 수송 영역 중 버퍼층, 정공 저지층, 전자 조절층 또는 전자 수송층)은, π 전자 결핍성 함질소 고리를 적어도 하나 포함할 금속-비함유 화합물을 포함할 수 있다.

[0100] 상기 " π 전자 결핍성 함질소 고리"는, 고리-형성 모이어티로서, 적어도 하나의 *-N=* 모이어티를 갖는 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹을 의미한다. 예를 들어, 상기 " π 전자 결핍성 함질소 고리"는, i) 적어도 하나의 *-N=* 모이어티를 갖는 5원 내지 7원 헤테로모노시클릭 그룹이거나, ii) 적어도 하나의 *-N=* 모이어티를 갖는 5원 내지 7원 헤테로모노시클릭 그룹 중 2 이상이 서로 축합되어 있는 헤테로폴리시클릭 그룹이거나, 또는 iii) 적어도 하나의 *-N=* 모이어티를 갖는 5원 내지 7원 헤테로모노시클릭 그룹 중 적어도 하나와, 적어도 하나의 C₅-C₆₀카보시클릭 그룹이 서로 축합되어 있는 헤테로폴리시클릭 그룹일 수 있다.

[0101] 상기 π 전자 결핍성 함질소 고리의 구체예로는, 이미다졸, 피라졸, 티아졸, 이소티아졸, 옥사졸, 이속사졸, 피리딘, 피라진, 피리미딘, 피리다진, 인다졸, 푸린(purine), 퀴놀린, 이소퀴놀린, 벤조퀴놀린, 프탈라진, 나프티리딘, 퀴놀살린, 퀴나졸린, 시놀린, 페난트리딘, 아크리딘, 페난트롤린, 페나진, 벤조이미다졸, 이소벤조티아졸, 벤조옥사졸, 이소벤조옥사졸, 트리아졸, 테트라졸, 옥사디아졸, 트리아진, 티아디아졸, 이미다

조피리딘, 이미다조피리미딘, 아자카바졸 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

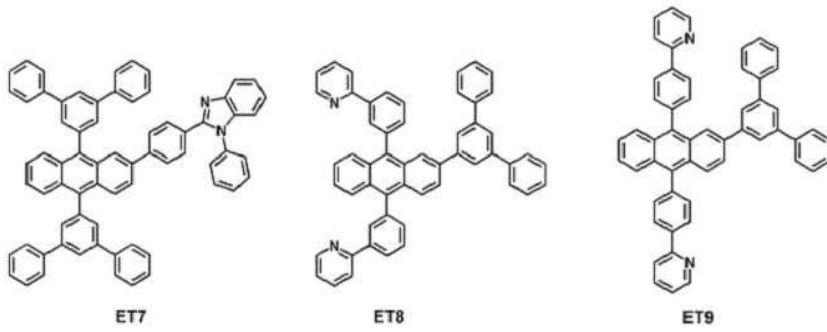
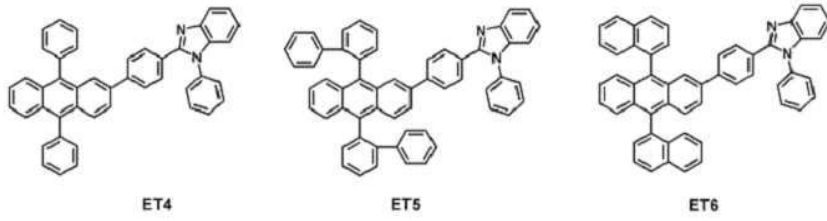
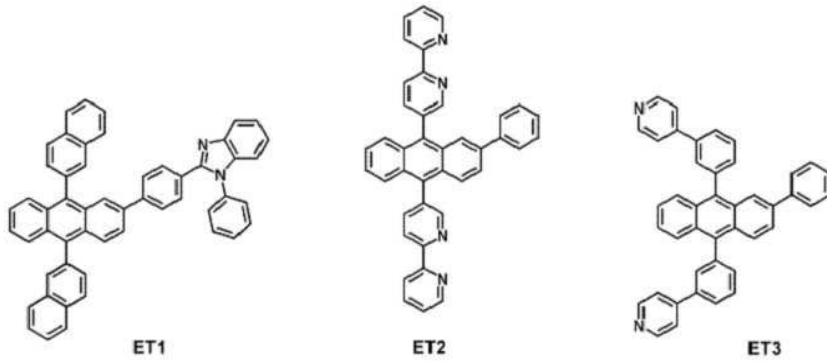
[0102] 상기 전자 수송 영역은 하기 화학식 601로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다.

[0103] <화학식 601>

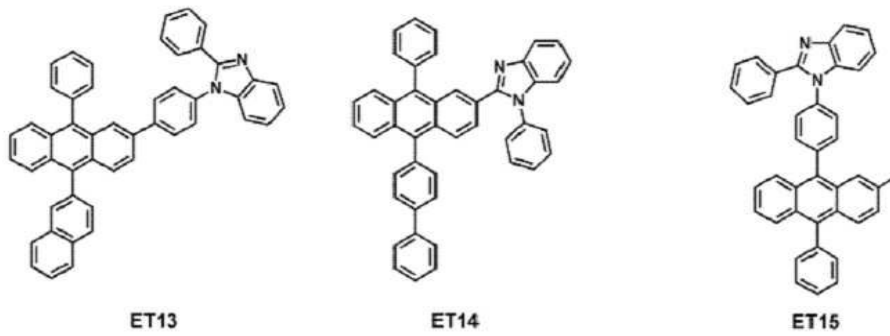
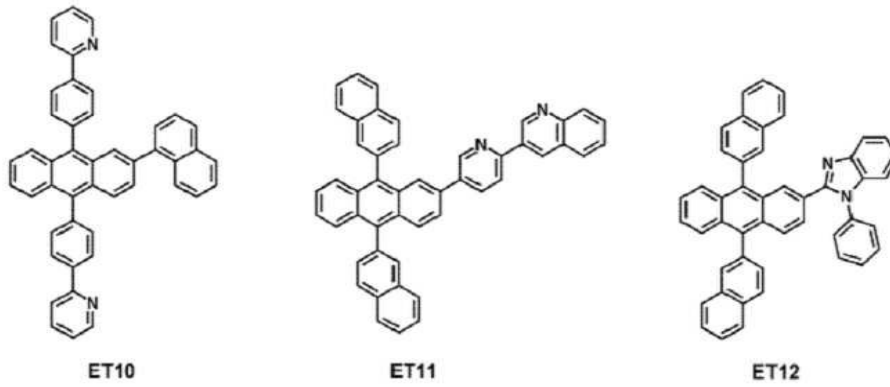
[0104] $[Ar_{601}]_{xe11}-(L_{601})_{xe1}-R_{601}]_{xe21}$

[0105] 상기 화학식 601 중, Ar_{601} 은 치환 또는 비치환된 C_5-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고, $xe11$ 은 1, 2 또는 3이고, L_{601} 은, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{10} 시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{10} 시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고, $xe1$ 은 0 내지 5의 정수 중에서 선택되고, R_{601} 은, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{10} 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{10} 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{10} 헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{60} 아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, $-Si(Q_{601})(Q_{602})(Q_{603})$, $-C(=O)(Q_{601})$, $-S(=O)_2(Q_{601})$ 및 $-P(=O)(Q_{601})(Q_{602})$ 중에서 선택되고, 상기 Q_{601} 내지 Q_{603} 은 서로 독립적으로, C_1-C_{10} 알킬기, C_1-C_{10} 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 또는 나프틸기이고, $xe21$ 은 1 내지 5의 정수 중에서 선택된다. 일 실시예에 따르면, 상기 $xe11$ 개의 Ar_{601} 및 $xe21$ 개의 R_{601} 중 적어도 하나는, 상술한 바와 같은 π 전자 결핍성 함질소 고리를 포함할 수 있다.

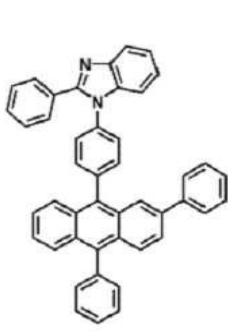
[0106] 상기 전자 수송 영역은 하기 화합물 ET1 내지 ET36 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



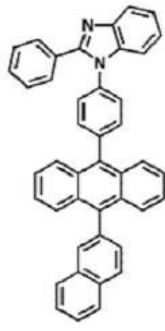
[0107]



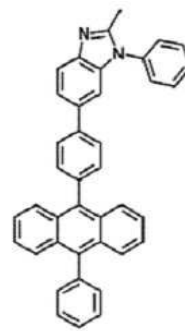
[0108]



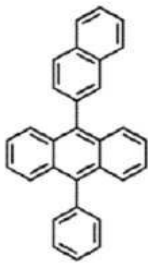
ET16



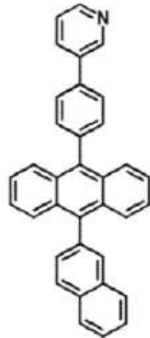
ET17



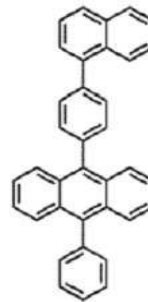
ET18



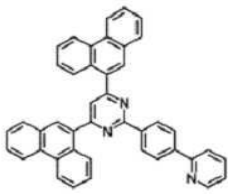
ET19



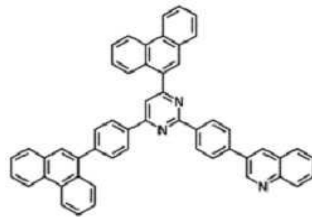
ET20



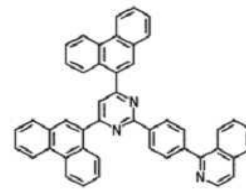
ET21



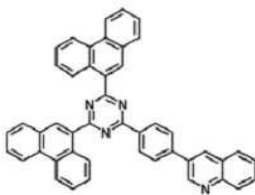
ET22



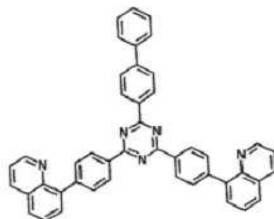
ET23



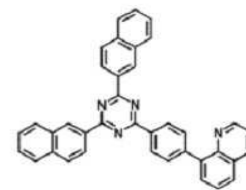
ET24



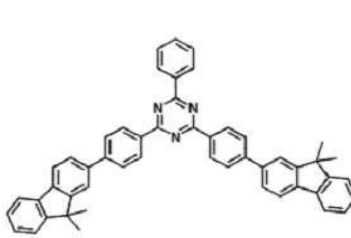
ET25



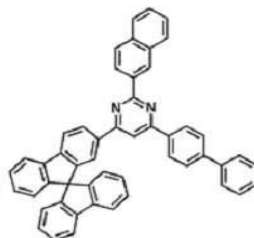
ET26



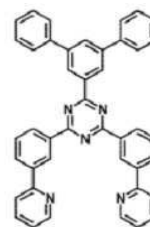
ET27



ET28



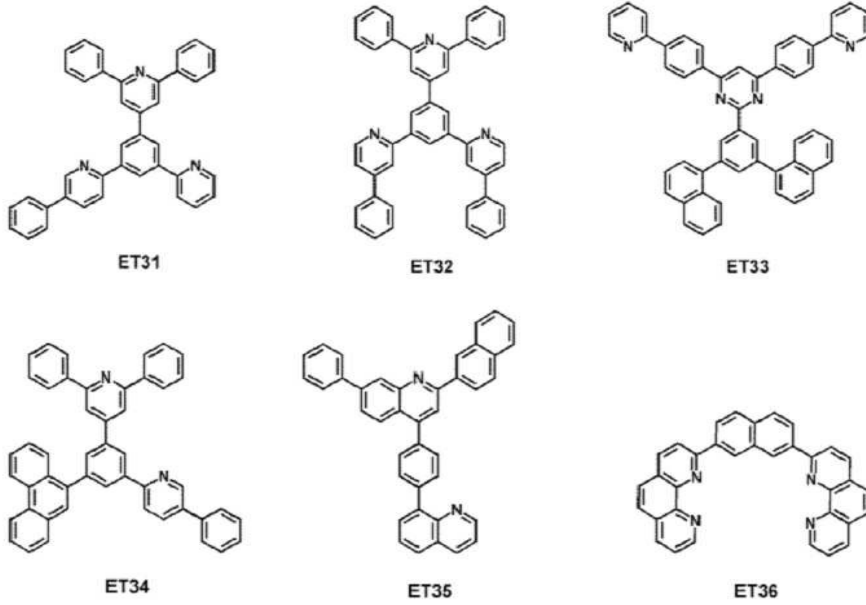
ET29



ET30

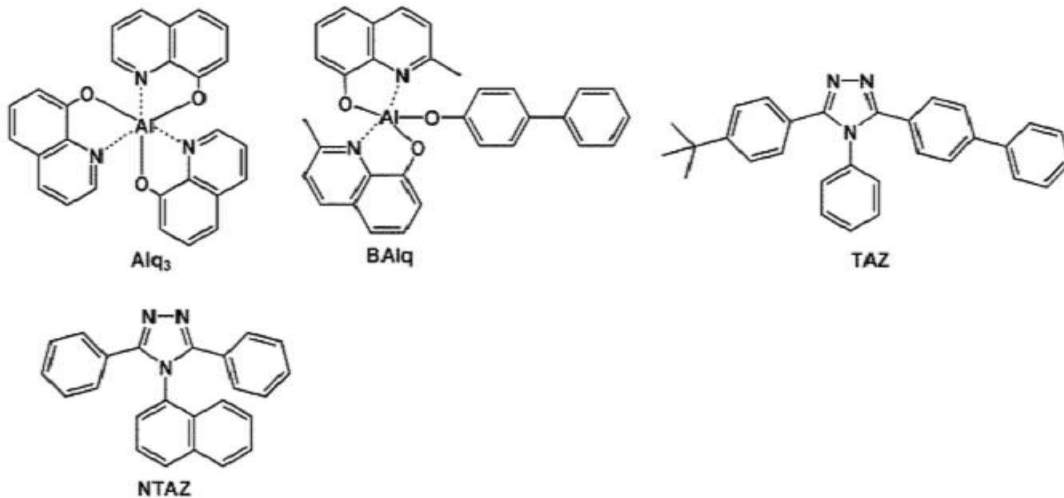
[0109]

[0110]



[0111]

[0112] 또는, 상기 전자 수송 영역은 BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), Bphen(4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline), Alq₃, Balq, TAZ(3-(Biphenyl-4-yl)-5-(4-tert-butylphenyl)-4-phenyl-4H-1,2,4-triazole), 및 NTAZ 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물을 포함할 수 있다.



[0113]

[0114] 상기 버퍼층, 정공 저지층 또는 전자 조절층의 두께는 서로 독립적으로, 약 20Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 30Å 내지 약 300Å일 수 있다. 상기 버퍼층, 정공 저지층 또는 전자 조절층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 정공 저지 특성 또는 전자 조절 특성을 얻을 수 있다.

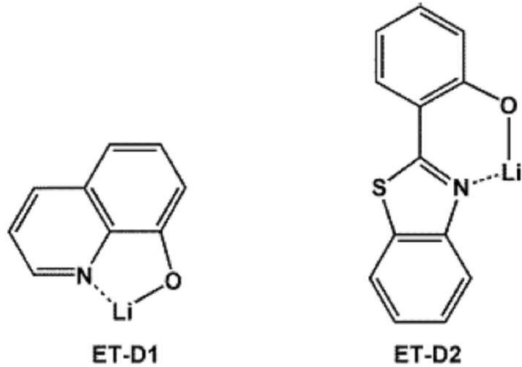
[0115] 상기 전자 수송층의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 150Å 내지 약 500Å일 수 있다. 상기 전자 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0116] 상기 전자 수송 영역(예를 들면, 상기 전자 수송 영역 중 전자 수송층)은 상술한 바와 같은 물질 외에, 금속-함유 물질을 더 포함할 수 있다.

[0117] 상기 금속-함유 물질은 알칼리 금속 착체 및 알칼리 토금속 착체 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 알칼리 금속 착체의 금속 이온은, Li 이온, Na 이온, K 이온, Rb 이온 및 Cs 이온 중에서 선택될 수 있고, 상기 알칼리 토금속 착체의 금속 이온은 Be 이온, Mg 이온, Ca 이온, Sr 이온 및 Ba 이온 중에서 선택될 수 있다. 상기 알칼리 금속 착체 및 알칼리 토금속 착체의 금속 이온에 배워된 리간드는, 서로 독립적으로, 히드록시

퀴놀린, 히드록시이소퀴놀린, 히드록시벤조퀴놀린, 히드록시아크리딘, 히드록시페난트리딘, 히드록시페닐옥사졸, 히드록시페닐티아졸, 히드록시디페닐옥사디아졸, 히드록시디페닐티아디아졸, 히드록시페닐피리딘, 히드록시페닐벤조이미다졸, 히드록시페닐벤조티아졸, 비피리딘, 페난트롤린 및 시클로펜타다이엔 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0118] 예를 들면, 상기 금속-함유 물질은 Li 착체를 포함할 수 있다. 상기 Li 착체는, 예를 들면, 하기 화합물 ET-D1(리튬 퀴놀레이트, LiQ) 또는 ET-D2를 포함할 수 있다.



[0119] 상기 전자 수송 영역은, 제2전극(190)으로부터의 전자 주입을 용이하게 하는 전자 주입층을 포함할 수 있다. 상기 전자 주입층은 상기 제2전극(190)과 직접(directly) 접촉할 수 있다.

[0121] 상기 전자 주입층은 i) 단일 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조, ii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조 또는 iii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.

[0122] 상기 전자 주입층은 환원성 도펀트를 포함할 수 있다. 상기 환원성 도펀트는, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 희토류 금속 화합물, 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체 및 희토류 금속 착체 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0123] 상기 알칼리 금속은, Na, K, Rb 및 Cs 중에서 선택될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 알칼리 금속은 K, Rb 또는 Cs일 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 상기 알칼리 금속은 Rb 또는 Cs일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0124] 상기 알칼리 토금속은, Ca, Sr, 및 Ba 중에서 선택될 수 있다. 상기 희토류 금속은 Sc, Y, Ce, Tb, Yb, Gd 및 Tb 중에서 선택될 수 있다. 상기 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물 및 상기 희토류 금속 화합물은, 상기 알칼리 금속, 상기 알칼리 토금속 및 희토류 금속의 산화물 및 할로겐화물(예를 들면, 불화물, 염화물, 브롬화물, 요오드화물 등) 중에서 선택될 수 있다.

[0125] 상기 알칼리 금속 화합물은, Li_2O , Cs_2O , K_2O 등과 같은 알칼리 금속 산화물 및 LiF, NaF, CsF, KF, LiI, NaI, CsI, KI 등과 같은 알칼리 금속 할로겐화물 중에서 선택될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 알칼리 금속 화합물은, LiF, Li_2O , NaF, LiI, NaI, CsI, KI 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

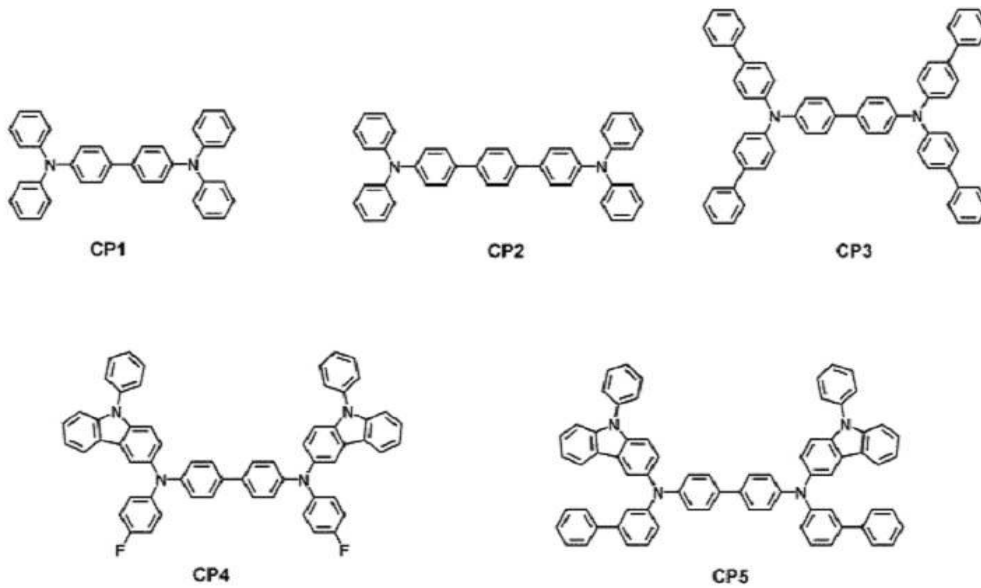
[0126] 상기 알칼리 토금속 화합물은, BaO, SrO, CaO, $Ba_xSr_{1-x}O(0 < x < 1)$, $Ba_xCa_{1-x}O(0 < x < 1)$ 등과 같은 알칼리 토금속 화합물 중에서 선택될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 알칼리 토금속 화합물은, BaO, SrO 및 CaO 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0127] 상기 희토류 금속 화합물은, YbF_3 , ScF_3 , ScO_3 , Y_2O_3 , Ce_2O_3 , GdF_3 , 및 TbF_3 중에서 선택될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 희토류 금속 화합물은 YbF_3 , ScF_3 , TbF_3 , YbI_3 , ScI_3 , TbI_3 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0128] 상기 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체 및 희토류 금속 착체는, 상술한 바와 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속 및 희토류 금속의 이온을 포함하고, 상기 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체 및 희토류 금속 착체의 금속 이온에 배워된 리간드는, 서로 독립적으로, 히드록시퀴놀린, 히드록시이소퀴놀린, 히드록시벤조퀴놀린, 히드록시아크리딘, 히드록시페난트리딘, 히드록시페닐옥사졸, 히드록시페닐티아졸, 히드록시디페닐옥사디아졸, 히

트록시페닐티아디아졸, 히드록시페닐피리딘, 히드록시페닐벤조이미다졸, 히드록시페닐벤조티아졸, 비피리딘, 페난트롤린 및 시클로펜타다이엔 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0129] 상기 전자 주입층은 상술한 바와 같은 환원성 도펀트만으로 이루어져 있거나, 상기 환원성 도펀트 외에 유기물을 더 포함할 수 있다. 상기 전자 주입층이 상기 환원성 도펀트 및 유기물을 포함할 경우, 상기 환원성 도펀트는 상기 유기물로 이루어진 매트릭스에 균일 또는 불균일하게 분산되어 있을 수 있다.
- [0130] 상기 전자 주입층의 두께는 약 1Å 내지 약 100Å, 약 3Å 내지 약 90Å일 수 있다. 상기 전자 주입층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 주입 특성을 얻을 수 있다.
- [0131] 유기층(150) 상부에는 제2전극(190)이 배치되어 있다. 상기 제2전극(190)은 전자 주입 전극인 캐소드(cathode)일 수 있는데, 이 때, 상기 제2전극(190)용 물질로는 낮은 일함수를 가지는 금속, 합금, 전기전도성 화합물 및 이들의 혼합물을 사용할 수 있다.
- [0132] 제2 전극(190)은, 리튬(Li), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag), ITO 및 IZO 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제2 전극(190)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다.
- [0133] 제2전극(190)은 단일층인 단층 구조 또는 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0134] 한편, 도 2의 유기 발광 소자는 제1 캡핑층(210), 제1전극(110), 유기층(150) 및 제2전극(190)이 차례로 적층된 구조를 갖고, 도 3의 유기 발광 소자는 제1전극(110), 유기층(150), 제2전극(190) 및 제2 캡핑층(220)이 차례로 적층된 구조를 갖고, 도 4의 유기 발광 소자는 제1 캡핑층(210), 제1 전극(110), 유기층(150), 제2 전극(190) 및 제2 캡핑층(220)이 차례로 적층된 구조를 갖는다.
- [0135] 도 2 내지 도 4 중 제1 전극(110), 유기층(150) 및 제2전극(190)에 대한 설명은 도 1에 대한 설명을 참조한다.
- [0136] 유기층(150) 중 발광층에서 생성된 광은 반투과형 전극 또는 투과형 전극인 제1전극(110) 및 제1 캡핑층(210)을 지나 외부로 취출될 수 있고, 유기층(150) 중 발광층에서 생성된 광은 반투과형 전극 또는 투과형 전극인 제2전극(190) 및 제2 캡핑층(220)을 지나 외부로 취출될 수 있다.
- [0137] 제1 캡핑층(210) 및 제2 캡핑층(220)은 보강 간섭의 원리에 의하여 외부 발광 효율을 향상시키는 역할을 할 수 있다.
- [0138] 제1 캡핑층(210) 및 제2 캡핑층(220)은 서로 독립적으로, 유기물로 이루어진 유기 캡핑층, 무기물로 이루어진 무기 캡핑층, 또는 유기물 및 무기물을 포함한 복합 캡핑층일 수 있다.
- [0139] 제1 캡핑층(210) 및 제2 캡핑층(220) 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 카보시클릭 화합물, 헤테로시클릭 화합물, 아민계 화합물, 포르핀 유도체 (porphine derivatives), 프탈로시아닌 유도체 (phthalocyanine derivatives), 나프탈로시아닌 유도체 (naphthalocyanine derivatives), 알칼리 금속 착체 및 알칼리 토금속 착체 중에서 선택된 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다. 상기 카보시클릭 화합물, 헤테로시클릭 화합물 및 아민계 화합물은, 선택적으로, O, N, S, Se, Si, F, Cl, Br 및 I 중에서 선택된 적어도 하나의 원소를 포함한 치환기로 치환될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 제1 캡핑층(210) 및 제2 캡핑층(220) 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 아민계 화합물을 포함할 수 있다.
- [0140] 다른 실시예에 따르면, 상기 제1 캡핑층(210) 및 제2 캡핑층(220) 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 상기 화학식 201로 표시되는 화합물 또는 상기 화학식 202로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다.
- [0141] 또 다른 실시예에 따르면, 제1 캡핑층(210) 및 제2 캡핑층(220) 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 상기 화합물 HT1 내지 HT43 및 하기 화합물 CP1 내지 CP5 중에서 선택된 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



- [0142]
- [0143] 이상, 상기 유기 발광 소자를 도 1 내지 4를 참조하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0144] 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 발광층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층은 각각, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여, 소정 영역에 형성될 수 있다.
- [0145] 진공 증착법에 의하여 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 발광층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층을 각각 형성할 경우, 증착 조건은, 예를 들면, 약 100 내지 약 500°C의 증착 온도, 약 10^{-8} 내지 약 10^{-3} torr의 진공도 및 약 0.01 내지 약 100Å/sec의 증착 속도 범위 내에서, 형성하고자 하는 층에 포함될 화합물 및 형성하고자 하는 층의 구조를 고려하여 선택될 수 있다.
- [0146] 스핀 코팅법에 의하여 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 발광층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층을 각각 형성할 경우, 코팅 조건은, 예를 들면, 약 2000rpm 내지 약 5000rpm의 코팅 속도 및 약 80°C 내지 200°C의 열처리 온도 범위 내에서, 형성하고자 하는 층에 포함될 화합물 및 형성하고자 하는 층의 구조를 고려하여 선택될 수 있다.
- [0147] 이하, 본 명세서에서 사용되는 치환기들 중 대표적인 치환기의 정의를 살펴보면 다음과 같다 (치환기를 한정하는 탄소 수는 비제한적인 것으로서 치환기의 특성을 제한하지는 않으며, 본 명세서에서 정의하지 않은 치환기는 일반적인 정의에 따른다).
- [0148] 본 명세서 중 C₁-C₆₀알킬기는, 탄소수 1 내지 60의 선형 또는 분지형 지방족 탄화수소 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, 구체적인 예에는, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 이소부틸기, sec-부틸기, ter-부틸기, 펜틸기, iso-아밀기, 헥실기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₁-C₆₀알킬렌기는 상기 C₁-C₆₀알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다.
- [0149] 본 명세서 중 C₂-C₆₀알케닐기는, 상기 C₂-C₆₀알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소 이중 결합을 포함한 탄화수소 그룹을 의미하며, 이의 구체적인 예에는, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₂-C₆₀알케닐렌기는 상기 C₂-C₆₀알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0150] 본 명세서 중 C₂-C₆₀알키닐기는, 상기 C₂-C₆₀알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소 삼중 결합을 포함한 탄화수소 그룹을 의미하며, 이의 구체적인 예에는, 에티닐기, 프로피닐기, 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₂-C₆₀알키닐렌기는 상기 C₂-C₆₀알키닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0151] 본 명세서 중 C₁-C₆₀알콕시기는, -OA₁₀₁(여기서, A₁₀₁은 상기 C₁-C₆₀알킬기임)의 화학식을 갖는 1가 그룹을 의미하며, 이의 구체적인 예에는, 메톡시기, 에톡시기, 이소프로필옥시기 등이 포함된다.

- [0152] 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알킬기는, 탄소수 3 내지 10의 1가 포화 탄화수소 모노시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 시클로프로필기, 시클로부틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알킬렌기는 상기 C₃-C₁₀시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0153] 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기는, N, O, Si, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 모노시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 1,2,3,4-옥사트리아졸리딘기(1,2,3,4-oxatriazolidiny), 테트라히드로푸라닐기(tetrahydrofuranly), 테트라히드로티오펜기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기는 상기 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0154] 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알케닐기는 탄소수 3 내지 10의 1가 모노시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 이중 결합을 가지나, 방향족성(aromaticity)을 갖지 않는 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기는 상기 C₃-C₁₀시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0155] 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기는 N, O, Si, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 모노시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 이중 결합을 갖는다. 상기 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기의 구체예에는, 4,5-디히드로-1,2,3,4-옥사트리아졸일기, 2,3-히드로푸라닐기, 2,3-히드로티오펜기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기는 상기 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0156] 본 명세서 중 C₆-C₆₀아릴기는 탄소수 6 내지 60개의 카보시클릭 방향족 시스템을 갖는 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, C₆-C₆₀아릴렌기는 탄소수 6 내지 60개의 카보시클릭 방향족 시스템을 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다. 상기 C₆-C₆₀아릴기의 구체예에는, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 페난트레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기 등을 포함된다. 상기 C₆-C₆₀아릴기 및 C₆-C₆₀아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 상기 2 이상의 고리들은 서로 축합될 수 있다.
- [0157] 본 명세서 중 C₁-C₆₀헤테로아릴기는 N, O, Si, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 헤테로시클릭 방향족 시스템을 갖는 1가 그룹을 의미하고, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기는 N, O, Si, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 헤테로시클릭 방향족 시스템을 갖는 2가 그룹을 의미한다. 상기 C₁-C₆₀헤테로아릴기의 구체예에는, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기 등이 포함된다. 상기 C₁-C₆₀헤테로아릴기 및 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리들은 서로 축합될 수 있다.
- [0158] 본 명세서 중 C₆-C₆₀아릴옥시기는 -OA₁₀₂(여기서, A₁₀₂는 상기 C₆-C₆₀아릴기임)를 가리키고, 상기 C₆-C₆₀아릴티오기(arylthio)는 -SA₁₀₃(여기서, A₁₀₃은 상기 C₆-C₆₀아릴기임)를 가리킨다.
- [0159] 본 명세서 중 1가 비-방향족 축합다환 그룹(non-aromatic condensed polycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소만을 포함하고, 분자 전체가 비-방향족성(non-aromaticity)을 갖는 1가 그룹(예를 들면, 탄소수 8 내지 60을 가짐)을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹의 구체예에는, 플루오레닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0160] 본 명세서 중 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹(non-aromatic condensed heteropolycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소 외에 N, O, Si, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 포함하고, 분자 전체가 비-방향족성을 갖는 1가 그룹(예를 들면, 탄소수 1 내지 60을 가짐)을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 구체예에는, 카바졸일기 등이 포함된다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

- [0161] 본 명세서 중 C₅-C₆₀카보시클릭 그룹이란, 고리-형성 원자로서 탄소만을 포함한 탄소수 5 내지 60의 모노시클릭 또는 폴리시클릭 그룹을 의미한다. 상기 C₅-C₆₀카보시클릭 그룹은 방향족 카보시클릭 그룹 또는 비-방향족 카보시클릭 그룹일 수 있다. 상기 C₅-C₆₀카보시클릭 그룹은 벤젠과 같은 고리, 페닐기와 같은 1가 그룹 또는 페닐렌기와 같은 2가 그룹일 수 있다. 또는, 상기 C₅-C₆₀카보시클릭 그룹에 연결된 치환기에 개수에 따라, 상기 C₅-C₆₀카보시클릭 그룹은 3가 그룹 또는 4가 그룹일 수 있는 등 다양한 변형이 가능하다.
- [0162] 본 명세서 중 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹이란, 상기 C₅-C₆₀카보시클릭 그룹과 동일한 구조를 갖되, 고리-형성 원자로서, 탄소(탄소수는 1 내지 60일 수 있음) 외에, N, O, Si, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 포함한 그룹을 의미한다.
- [0163] 본 명세서 중, 상기 치환된 C₅-C₆₀카보시클릭 그룹, 치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, 치환된 C₃-C₁₀시클로알킬렌기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기, 치환된 C₆-C₆₀아릴렌기, 치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, 치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알킬기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, 치환된 C₃-C₁₀시클로알케닐기, 치환된 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, 치환된 C₆-C₆₀아릴기, 치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, 치환된 C₁-C₆₀헤테로아릴기, 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 치환기 중 적어도 하나는, 중수소(-D), -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기; 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q₁₁)(Q₁₂)(Q₁₃), -N(Q₁₁)(Q₁₂), -B(Q₁₁)(Q₁₂), -C(=O)(Q₁₁), -S(=O)₂(Q₁₁) 및 -P(=O)(Q₁₁)(Q₁₂) 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기 및 C₁-C₆₀알콕시기; C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q₂₁)(Q₂₂)(Q₂₃), -N(Q₂₁)(Q₂₂), -B(Q₂₁)(Q₂₂), -C(=O)(Q₂₁), -S(=O)₂(Q₂₁) 및 -P(=O)(Q₂₁)(Q₂₂) 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및 -Si(Q₃₁)(Q₃₂)(Q₃₃), -N(Q₃₁)(Q₃₂), -B(Q₃₁)(Q₃₂), -C(=O)(Q₃₁), -S(=O)₂(Q₃₁) 및 -P(=O)(Q₃₁)(Q₃₂) 중에서 선택되고, 상기 Q₁₁ 내지 Q₁₃, Q₂₁ 내지 Q₂₃ 및 Q₃₁ 내지 Q₃₃은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, 비페닐기 및 터페닐기 중에서 선택될 수 있다.
- [0164] 본 명세서 중 "Ph"는 페닐기를 의미하고, "Me"는 메틸기를 의미하고, "Et"는 에틸기를 의미하고, "ter-Bu" 또는 "Bu^t"은 tert-부틸기를 의미하고, "OMe"는 메톡시기를 의미한다.
- [0165] 본 명세서 중 "비페닐기"는 "페닐기로 치환된 페닐기"를 의미한다. 상기 "비페닐기"는, 치환기가 "C₆-C₆₀아릴

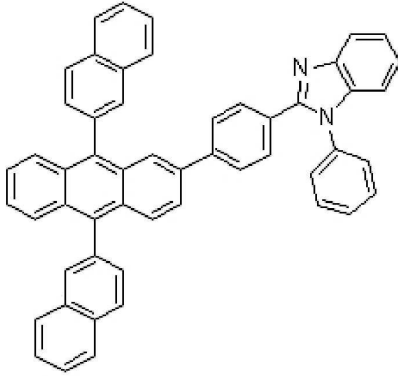
기"인 "치환된 페닐기"에 속한다. 본 명세서 중 "터페닐기"는 "비페닐기로 치환된 페닐기"를 의미한다. 상기 "터페닐기"는, 치환기가 "C₆-C₆₀아릴기로 치환된 C₆-C₆₀아릴기"인 "치환된 페닐기"에 속한다. 본 명세서 중 * 및 *'은 다른 정의가 없는 한, 해당 화학식 중 이웃한 원자와의 결합 사이트를 의미한다.

- [0166] 그러면 이하에서, 도 5를 참고로 하여 일 실시예에 따른 표시 장치를 설명한다. 도 5는 일 실시예에 따른 표시 장치의 단면도이다.
- [0167] 도 5를 참고로 하면, 기판(110)에 산화규소 또는 질화규소 등으로 만들어진 차단층(blocking layer)(111)이 위치한다.
- [0168] 차단층(111) 상에 반도체층(151)이 위치한다. 반도체층(151)은 불순물로 도핑된 소스 영역(153) 및 드레인 영역(155)을 포함하고, 소스 영역(153) 및 드레인 영역(155) 사이에 위치한 채널 영역(154)을 포함한다.
- [0169] 게이트 절연막(140)은 반도체층(151) 및 차단층(111) 상에 위치하며 산화규소 또는 질화규소를 포함할 수 있다. 제어 전극(124)은 반도체층(151)의 채널 영역(154)과 중첩하며, 게이트 절연막(140) 위에 위치한다.
- [0170] 층간 절연막(160)은 제어 전극(124) 및 게이트 절연막(140) 상에 위치한다. 층간 절연막(160)은 제1 접촉 구멍(165) 및 제2 접촉 구멍(163)을 갖는다.
- [0171] 데이터선(171), 입력 전극(173) 및 출력 전극(175)을 포함하는 데이터 도전체는 층간 절연막(160) 상에 위치한다.
- [0172] 출력 전극(175)은 제1 접촉 구멍(165)을 통하여 드레인 영역(155)에 연결되어 있다. 또한, 입력 전극(173)은 제2 접촉 구멍(163)을 통하여 소스 영역(153)에 연결되어 있다.
- [0173] 보호막(180)은 데이터 도전체(171, 173, 175) 및 층간 절연막(160) 상에 위치하며, 보호막(180)은 접촉 구멍(185)을 갖는다.
- [0174] 화소 전극(190)은 보호막(180) 상에 위치한다. 화소 전극(190)은 접촉 구멍(185)을 통하여 출력 전극(175)과 연결되어 있다. 격벽(361)은 보호막(180) 상에 위치한다. 화소 전극(190)과 중첩하여 발광 소자층(370)이 위치하고, 발광 소자층(370)과 중첩하도록 공통 전극(270)이 위치한다. 발광 소자는 화소 전극(190), 발광 소자층(370) 및 공통 전극(270)을 포함한다.
- [0175] 이때, 화소 전극(190)은 정공 주입 전극인 애노드일 수 있고, 도 1 내지 도 4에서 설명한 제1 전극(110)에 대응하며, 공통 전극(270)은 전자 주입 전극인 캐소드일 수 있고, 도 1 내지 도 4에서 설명한 제2 전극(190)에 대응할 수 있다. 그러나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 표시 장치의 구동 방법에 따라 화소 전극(190)이 캐소드가 되고, 공통 전극(270)이 애노드가 될 수도 있다.
- [0176] 발광 소자층(370)은 전술한 도 1에서 설명한 유기층(150)을 포함할 수 있으며 이에 대한 설명은 생략한다.
- [0177] 공통 전극(270)과 중첩하여 봉지층(390)이 위치한다. 봉지층(390)은 유기물 또는 무기물을 포함할 수 있으며, 또는 유기물과 무기물이 번갈아 적층되어 있을 수도 있다. 봉지층(390)은 외부의 수분, 열, 기타 오염으로부터 표시 장치를 보호할 수 있다.
- [0178] 상기 설명한 표시 장치의 구조는 예시적인 것으로, 본 개시의 일 실시예에 따른 발광 소자는 다른 구조를 갖는 표시 장치에 적용될 수 있음 또한 자명하다.
- [0179] 이하에서는 실시예 및 비교예를 참고하여 본 발명에 따른 효과에 대해 살펴보기로 한다.
- [0180] 실시예 1은 코닝(corning) 15Ω/cm² (1200Å) ITO 유리 기판을 50mm x 50mm x 0.7mm 크기로 잘라서 이소프로필알코올과 순수를 이용하여 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 자외선을 조사하고 오존에 노출시켜 세정하고, 진공 증착 장치에 ITO 유리 기판을 설치하여 애노드를 제조하였다.
- [0181] 상기 기판 상부에 상기 HT22으로 표시되는 화합물과 3 중량%의 상기 P1으로 표시되는 화합물을 100Å 두께로 진공 증착하고, 공지의 정공 수송 물질을 600Å의 두께로 진공 증착하여 정공 수송 영역을 형성하였다.
- [0182] 상기 정공 수송 영역 상부에 청색 형광 호스트와 청색 형광 도펀트인 DPAVBi을 중량비 95:5로 동시 증착하여 20nm의 두께의 발광층을 형성하였다.

[0183] 이어서 상기 발광층 상부에 하기 화학식 6-1로 표현되는 화합물과 하기 화학식 6-2로 표현되는 화합물을 1:1 비율로 공증착하여 300Å의 두께의 전자 수송 영역을 형성하였다.

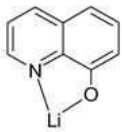
[0184] 상기 전자 수송 영역 상부에 할로겐화 알칼리금속인 LiQ를 10Å의 두께로 증착하여 전자 주입 영역을 형성하고, Al를 1000Å의 두께로 진공 증착하여 캐소드를 형성하였다.

[0185] <화학식 6-1>



[0186]

[0187] <화학식 6-2>



[0188]

[0189] 실시예 2는 전술한 실시예 1에서 상기 HT22로 표현되는 화합물이 상기 HT37로 표현되는 화합물로 대체되는 것을 제외하고 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0190] 실시예 3은 전술한 실시예 1에서 상기 HT22로 표현되는 화합물이 상기 HT39로 표현되는 화합물로 대체되는 것을 제외하고 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0191] 비교예 1은 전술한 실시예 1에서 상기 HT22로 표현되는 화합물이 상기 HT1로 표현되는 화합물로 대체되는 것을 제외하고 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0192] 실시예 1 내지 3 및 비교예 1은 정공 수송 물질의 HOMO 에너지 레벨에 차이가 있으며 나머지 조건은 대부분이 동일하다.

[0193] 실시예 1 내지 3과 비교예 1에 대해 표 1을 참조하여 살펴본다. 본 발명의 일 실시예와 같이 p-도펀트의 도핑 함량이 3 중량% 이상인 경우, HOMO-HTM - LUMO-p-도펀트 값은 -0.05 미만일 수 있다. 이와 같은 식 1을 만족하는 경우, 실시예에 따른 유기 발광 소자의 효율이 이를 만족하지 않는 비교예 대비 최대 40%까지 증가함을 알 수 있었다.

[0194] 본 발명의 실시예에 따르면 발광층으로 제공되는 정공의 주입량을 제어하기 위해서는 정공의 주입량을 증가시키는 p-도펀트의 함량이 낮을수록 유리하다. 그러나 실시예 1 내지 3과 비교예 1과 같이 p-도펀트의 함량이 다소 높은 경우에도 식 1을 만족함에 따라 정공 이동에 필요한 에너지 크기가 커지므로 발광층으로 제공되는 정공의 주입량을 적정 수준으로 제어할 수 있음을 확인하였다.

표 1

[0195]

유기발광소자	HOMO_HTM (eV)	LUMO_p-도펀트 (eV)	HOMO_HTM - LUMO_p-도펀트 (eV)	도핑농도 (중량%)	효율[cd/A]
실시예1	-5.20	-5.05	-0.15	3	1.3
실시예2	-5.25	-5.05	-0.2	3	1.4
실시예3	-5.15	-5.05	-0.10	3	1.1
비교예1	-5.10	-5.05	-0.05	3	1.0

[0196] 다음 실시예 4는 전술한 실시예에서 정공 수송 영역이 상기 HT1으로 표시되는 화합물을 포함하고 p-도펀트가 상기 P2로 표시되는 화합물인 것을 제외하고 실시예 1과 동일하다. 실시예 5는 p-도펀트가 상기 P3로 표시되는 화합물인 것을 제외하고 실시예 4와 동일하다. 비교예 2는 상기 p-도펀트가 P1로 표시되는 화합물인 것을 제외하고 실시예 4와 동일하다. 실시예 4, 실시예 5 및 비교예 2는 p-도펀트의 LUMO 에너지 레벨에 차이가 있으며 나머지 조건은 대부분이 동일하다.

[0197] 표 2를 참조하여 실시예 및 비교예에 대해 살펴보면, 실시예 4 및 5의 경우 비교예 2에 비해 약 30% 정도 광 효율이 향상됨을 알 수 있었다. 실시예 4 및 실시예 5의 경우 비교예 2에 비해 p-도펀트의 LUMO 에너지가 크다. 이에 따르면 정공 수송 물질의 HOMO 에너지가 일정한 경우 p-도펀트의 LUMO 에너지에 따라 정공 수송 물질의 HOMO 에너지와 p-도펀트의 LUMO 에너지 사이의 차이(절대값)가 커질 수 있다. 상기 에너지 차이가 커지면 정공이 이동하기 위해 필요한 에너지가 증가하므로 발광층으로 정공이 과도하게 주입되는 것을 방지하고 적정 수준으로 공급되도록 할 수 있다. 이에 따라 유기 발광 소자의 발광 효율이 증가됨을 확인하였다.

표 2

[0198]

유기발광소자	HOMO_HTM (eV)	LUMO_p-도펀트 (eV)	HOMO_HTM - LUMO_p-도펀트 (eV)	도핑농도 (중량%)	효율[cd/A]
실시예4	-5.10	-5.01	-0.09	3%	1.3
실시예5	-5.10	-4.99	-0.11	3%	1.35
비교예2	-5.10	-5.05	-0.05	3%	1.0

[0199] 실시예 6은 정공 수송 영역이 HT1로 표시되는 화합물을 포함하고 p-도펀트의 함량이 1.0%인 것을 제외하고 실시예 1과 동일하다. 실시예 7은 주입되는 p-도펀트의 함량이 0.5 중량%인 것을 제외하고 실시예 6과 동일하며, 실시예 8은 주입되는 p-도펀트의 함량이 0.25%인 것을 제외하고 실시예 6과 동일하다. 비교예 3은 주입되는 p-도펀트의 함량이 3.0 중량%인 것을 제외하고 실시예 6과 동일하다.

[0200] 표 3을 참조하면, 실시예 6 내지 8에 따라 정공 수송 영역에 도핑되는 p-도펀트의 함량이 감소할수록 발광 소자의 효율이 증가함을 확인하였다. p-도펀트의 도핑 함량이 클수록 발광층에 제공되는 정공의 주입량이 증가한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 주입되는 p-도펀트의 함량이 작을수록 발광층으로 제공되는 정공의 주입량이 제어되어, 발광층에서 발광 효율이 오히려 증가함을 확인하였다. 즉 단순히 많은 양의 정공이 주입되기 보다는 적정 수준의 정공이 주입됨으로써 발광 효율이 증가함을 알 수 있었다.

표 3

[0201]

유기발광소자	HOMO_HTM (eV)	LUMO_p-도펀트 (eV)	HOMO_HTM - LUMO_p-도펀트 (eV)	도핑농도 (중량%)	효율[cd/A]
실시예6	-5.10	-5.05	-0.05	1.0%	1.05
실시예7	-5.10	-5.05	-0.05	0.5%	1.15
실시예8	-5.10	-5.05	-0.05	0.25%	1.30
비교예3	-5.10	-5.05	-0.05	3%	1.0

[0202] 실시예 9는 전술한 실시예 1에서 상기 HT1으로 표시되는 화합물을 포함하고 p-도펀트를 포함하는 정공 수송 영역의 두께가 50 Å인 것을 제외하고 실시예 1과 동일하며, 실시예 10은 p-도펀트를 포함하는 정공 수송 영역의 두께가 30 Å인 것을 제외하고 실시예 9와 동일하며, 비교예 4는 p-도펀트를 포함하는 정공 수송 영역의 두께가 100 Å인 것을 제외하고 실시예 9와 동일하다.

[0203] 표 4를 참조하면, p-도펀트를 포함하는 정공 수송 영역의 두께가 감소할수록 발광층의 발광 효율이 증가함을 확인하였다. p-도펀트를 포함하는 정공 수송 영역의 두께가 두꺼운 경우 발광층으로 제공되는 정공의 주입량이 증가한다. 그러나 발광층으로 단순히 많은 양의 정공이 제공되기 보다는 본 발명의 일 실시예와 같이 얇은 두께의 정공 수송 영역이 제공됨으로써 적정 수준의 정공이 주입되어 발광 효율이 증가할 수 있음을 확인하였다.

표 4

유기발광소자	HOMO_HTM (eV)	LUMO_p-도펀트 (eV)	HOMO_HTM - LUMO_p-도펀트 (eV)	도핑농도 (중량%)	두께(Å)	효율[cd/A]
실시예9	-5.10	-5.05	-0.05	0.5%	50	1.20
실시예10	-5.10	-5.05	-0.05	0.5%	30	1.40
비교예 4	-5.10	-5.05	-0.05	0.5%	100	1.15

[0205] 전술한 실시예들에 따르면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자는 정공 수송 영역에 제공되는 p-도펀트의 도핑 농도 및 p-도펀트를 포함하는 정공 수송 영역의 두께를 제어함으로써 발광층으로 제공되는 정공의 주입량을 조절하여 발광 효율을 증가시키고자 한다. 또한 도핑 농도 및 두께를 차치하더라도 정공 수송 물질과 p-도펀트의 에너지 레벨을 조절하여 발광층으로 정공이 과다하게 주입되는 것을 방지하여 적정 수준의 정공을 제공하고자 한다. 이에 따른 유기 발광 소자는 향상된 광효율을 가질 수 있다.

[0206] 이하에서는 도 6을 참조하여 실시예 및 비교예에 따른 영역 1 내지 3에서의 발광 효율을 살펴본다. 도 6은 발광층 내에서 도핑 영역에 따른 발광 효율을 나타낸 그래프이다. 구체적으로 발광층을 두께 방향을 따라 3개의 영역으로 구분하고 각 영역에만 도펀트를 도핑하여 각 영역에서 발현되는 발광 효율을 살펴본다. 영역 1은 발광층에서 정공 수송 영역에 인접한 영역이고 영역 3은 발광층에서 제2 전극에 인접한 영역이며 영역 2는 영역 1과 영역 3 사이에 위치하는 영역이다. 본 명세서에서 '발광 영역'이란 전자와 정공의 결합에 의한 발광이 우세하게 나타나는 영역을 의미한다.

[0207] 비교예 1에 따른 발광 소자의 경우 발광 영역이 발광층 내의 중앙(영역 2)에 위치하고 있는 반면 실시예 2에 따른 발광 소자의 경우 정공 수송 영역에 인접한 영역 1에 형성됨을 확인할 수 있었다.

[0208] 실시예에 따른 발광 소자의 경우 정공 주입 제어에 따라 발광 영역이 정공 수송 영역에 인접한 영역으로 이동되고 발광 영역을 더욱 밀집화됨에 따라 발광 영역 내에서 정공과 전자가 만날 확률이 높아지면서 발광층 내에서 엑시톤의 형성 확률이 높아짐을 알 수 있다. 발광층 내에서 엑시톤의 형성 확률이 높아지면 호스트에서 생성된 다량의 엑시톤이 도판트로의 에너지 전이되어 더욱 높은 효율을 발현할 수 있게 된다. 정공 주입의 제한은 결과적으로 발광층 내에서의 발광 영역을 밀집시키는데 효과적이며 결과적으로 발광 소자의 효율을 높일 수 있다.

[0209] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

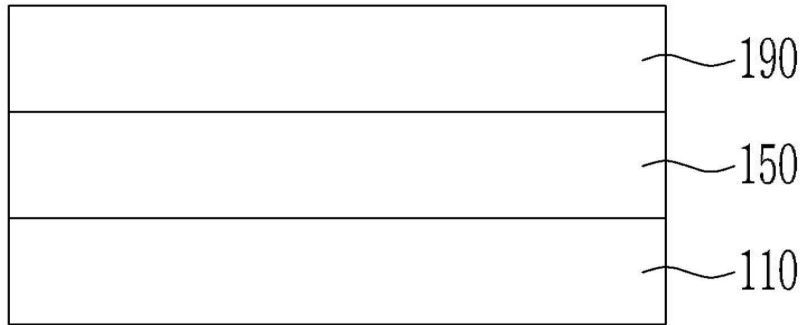
부호의 설명

- [0210] 110: 제1 전극
- 150: 유기층

- 190: 제2 전극
- 210: 제1 캡핑층
- 220: 제2 캡핑층

도면

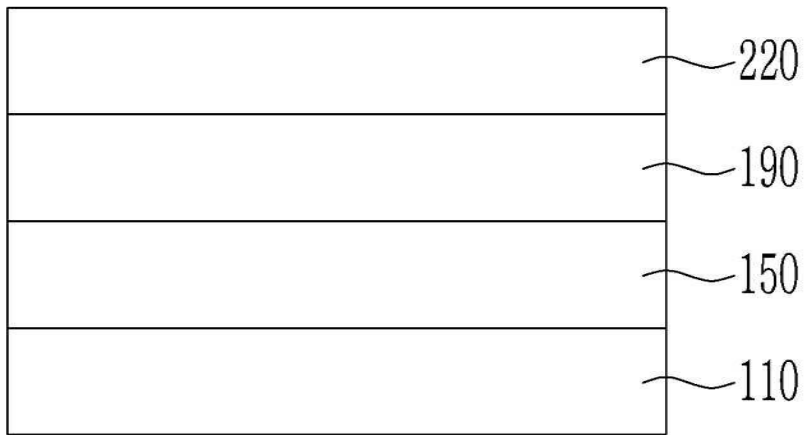
도면1



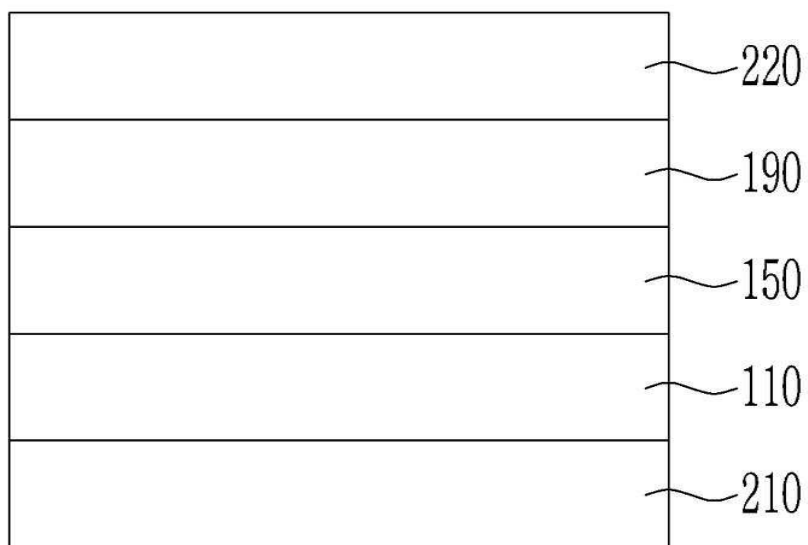
도면2



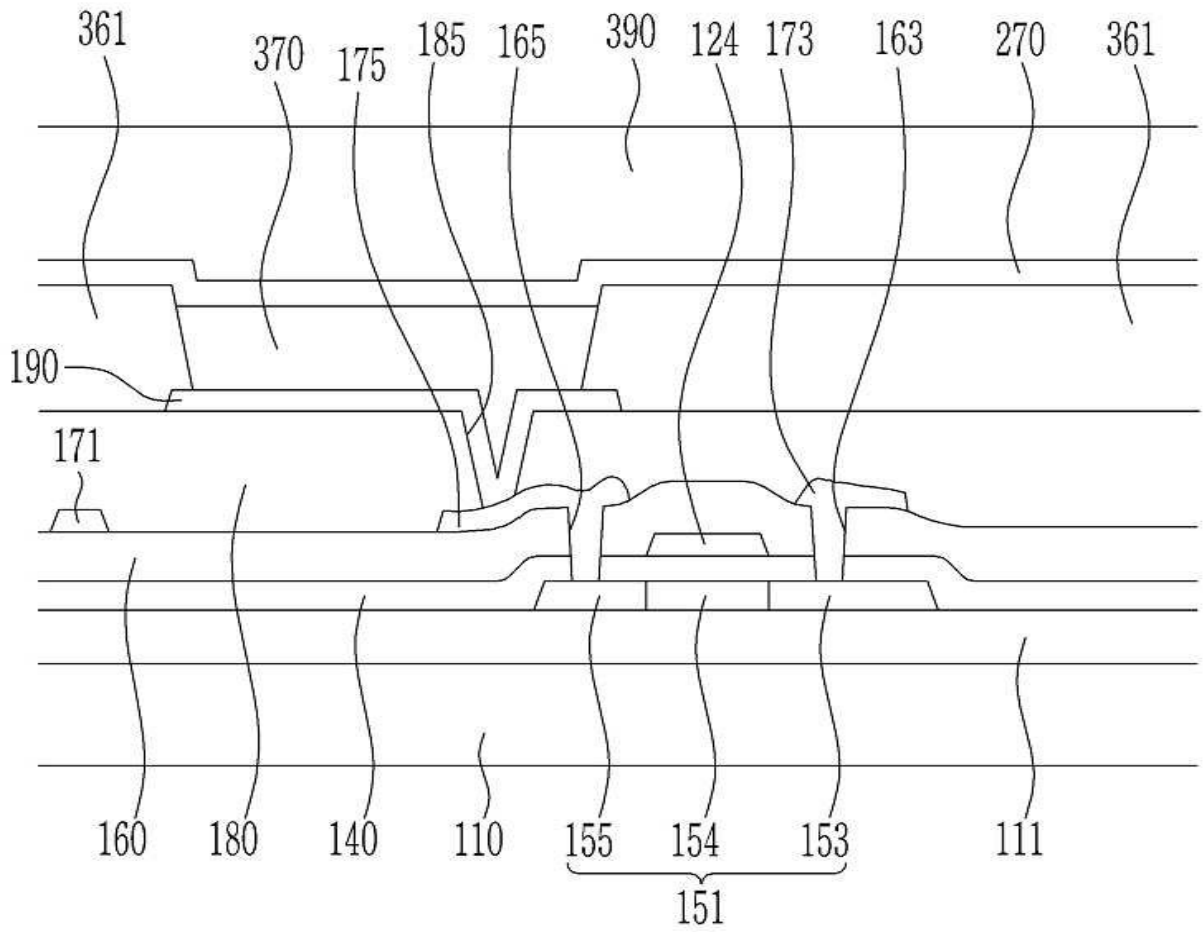
도면3



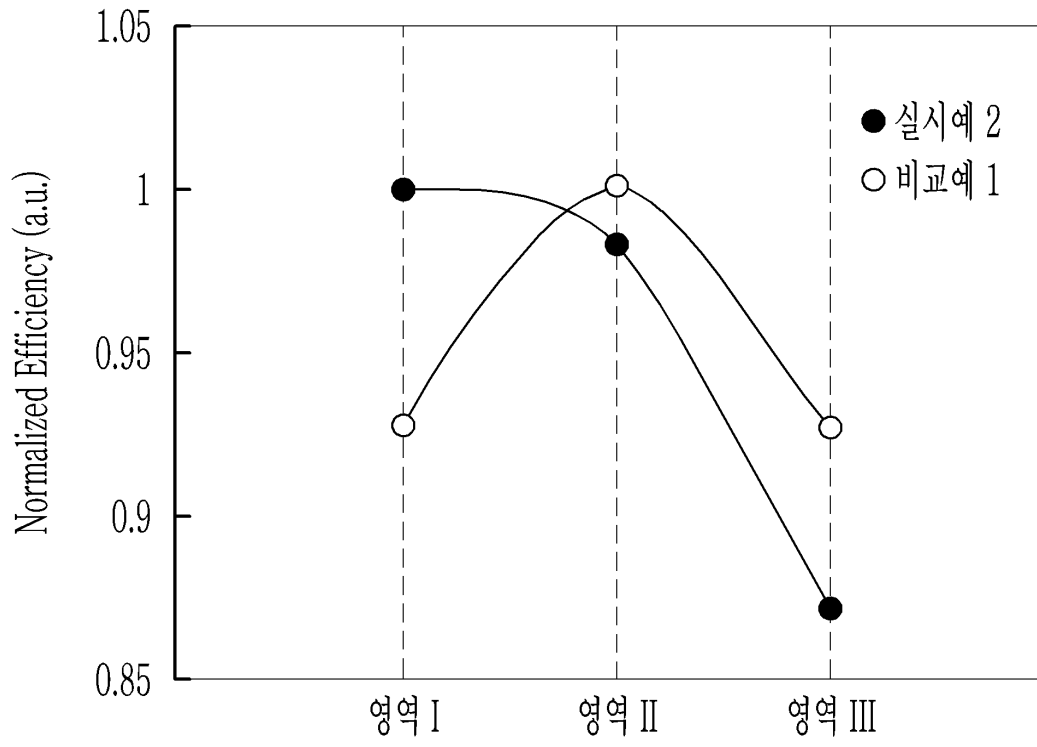
도면4



도면5



도면6



专利名称(译)	有机发光器件和包括其的显示器件		
公开(公告)号	KR1020190033117A	公开(公告)日	2019-03-29
申请号	KR1020170121288	申请日	2017-09-20
[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	김성욱 배성수 장혜인 김동현 김슬옹 나이조츠요시 조환희		
发明人	김성욱 배성수 정혜인 김동현 김슬옹 나이조 츠요시 조환희		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5004 H01L27/3225 H01L51/5056 B82Y20/00 H01L27/3244 H01L51/0051 H01L51/006 H01L51/0072 H01L51/506 H01L2251/552 H01L51/5012 H01L51/56		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据一个实施例的有机发光二极管包括：第一电极；与第一电极重叠的第二电极；和位于第一电极和第二电极之间的有机层，其中，有机层包括空穴传输材料；和包括p型掺杂剂的空穴传输区，其中，所述空穴传输区中掺杂的p型掺杂剂的掺杂含量大于1wt%，且满足以下等式1，所述p型掺杂剂的掺杂含量为1wt%如果为%以下，则满足下述式2。
 $HOMO_HTM-LUMO_p-掺杂剂 -0.05 eV$ (等式2) 在方程式1和2中， $HOMO_HTM$ 是空穴传输材料的HOMO能量，而 $LUMO_p-掺杂剂$ 是p掺杂剂的LUMO能量。

