



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0111323
(43) 공개일자 2024년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H10K 85/60 (2023.01) C09K 11/06 (2006.01)
H10K 50/13 (2023.01) H10K 50/81 (2023.01)
H10K 50/82 (2023.01) H10K 50/844 (2023.01)
H10K 59/35 (2023.01) H10K 59/38 (2023.01)
H10K 85/30 (2023.01) H10K 85/40 (2023.01)

(52) CPC특허분류

H10K 85/6572 (2023.02)
H10K 50/13 (2023.02)

(21) 출원번호 10-2022-0190480

(22) 출원일자 2022년12월30일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)

(72) 발명자

임준범

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

김경우

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

네이트특허법인

전체 청구항 수 : 총 14 항

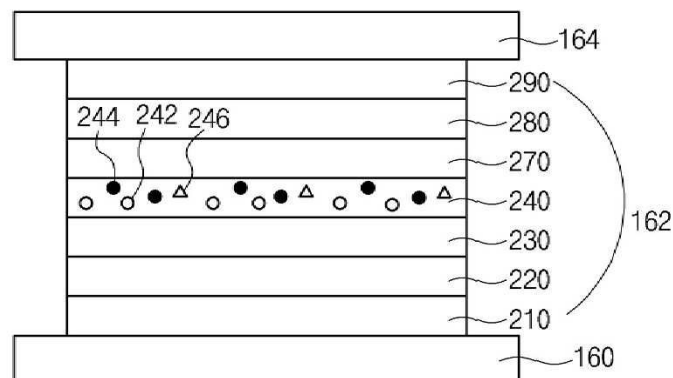
(54) 발명의 명칭 유기발광다이오드 및 유기발광장치

(57) 요약

본 발명은, 제 1 전극과; 상기 제 1 전극과 마주하는 제 2 전극과; 제 1 발광물질층을 포함하고 상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 제 1 발광부를 포함하고, 상기 제 1 발광물질층은 제 1 p형 호스트와 제 1 n형 호스트를 포함하며, 상기 제 1 p형 호스트와 상기 제 1 n형 호스트에 의해 엑시플렉스가 형성되는 것을 특징으로 하는 유기발광다이오드와 이를 포함하는 유기발광장치를 제공한다.

대표도 - 도3

D1



(52) CPC특허분류

H10K 50/81 (2023.02)
H10K 50/82 (2023.02)
H10K 50/844 (2023.02)
H10K 59/35 (2023.02)
H10K 85/346 (2023.02)
H10K 85/40 (2023.02)
H10K 85/657 (2023.02)
H10K 85/6574 (2023.02)
H10K 85/6576 (2023.02)

(72) 발명자

장지선

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

안한진

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

김준연

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

최동훈

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

조민주

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

강민지

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

명세서

청구범위

청구항 1

제 1 전극과;

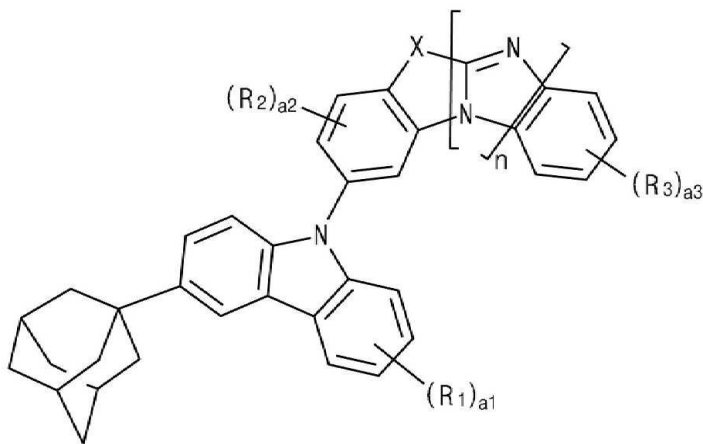
상기 제 1 전극과 마주하는 제 2 전극과;

제 1 발광물질층을 포함하고 상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 제 1 발광부를 포함하고,

상기 제 1 발광물질층은 제 1 p형 호스트와 제 1 n형 호스트를 포함하며,

상기 제 1 p형 호스트는 화학식1로 표시되고,

[화학식1]



화학식1에서, a1, a3 각각은 독립적으로 0 내지 4의 정수이고, a2는 0 내지 3의 정수이며, n은 0 또는 1이고,

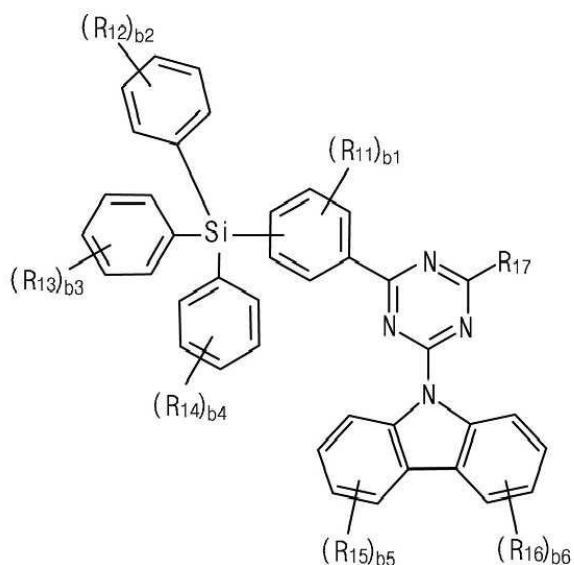
X는 NR₄, O 또는 S이며,

R₁, R₂, R₃ 각각은 독립적으로 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3~C30의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되고,

R₄는 수소, 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3~C30의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되며,

상기 제 1 n형 호스트는 화학식3으로 표시되고,

[화학식3]



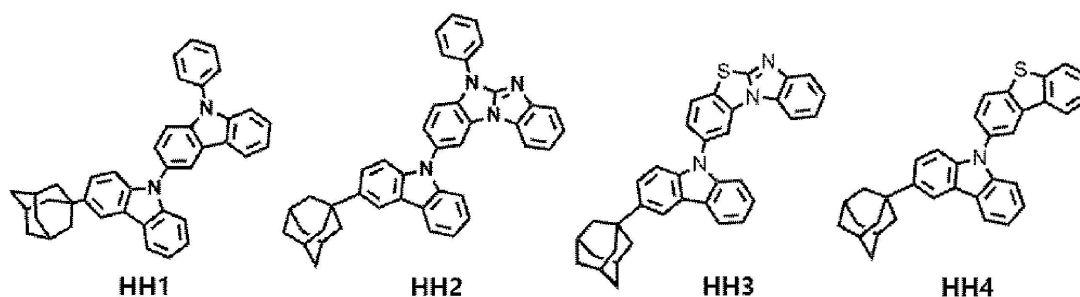
화학식3에서, b1, b5, b6 각각은 0 내지 4의 정수이고, b2 내지 b4 각각은 독립적으로 0 내지 5의 정수이며, R₁₁ 내지 R₁₇ 각각은 독립적으로 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20의 알콕기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C5 내지 C60의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되는 유기발광다이오드.

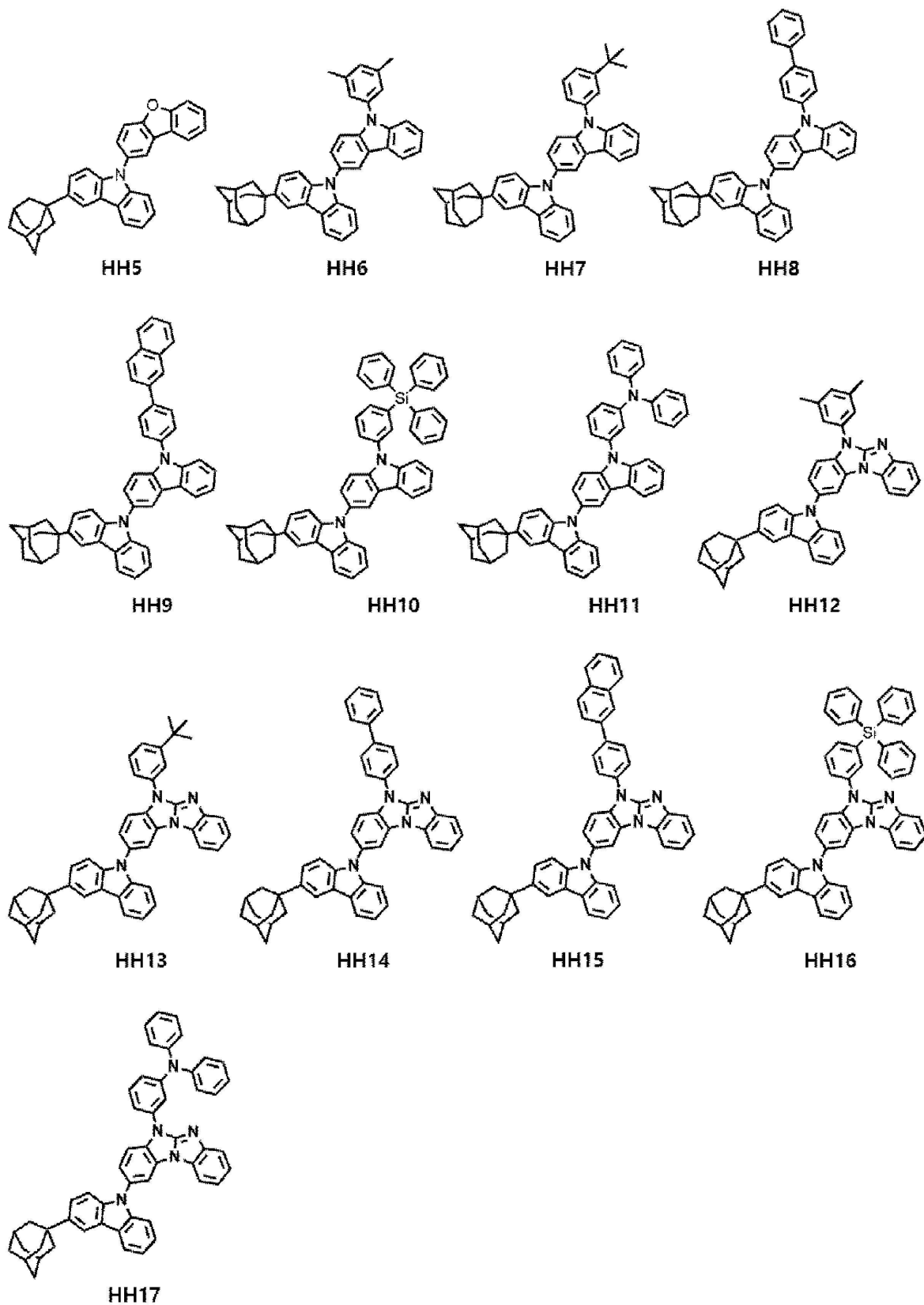
청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 p형 호스트는 화학식2의 화합물 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광다이오드.

[화학식2]



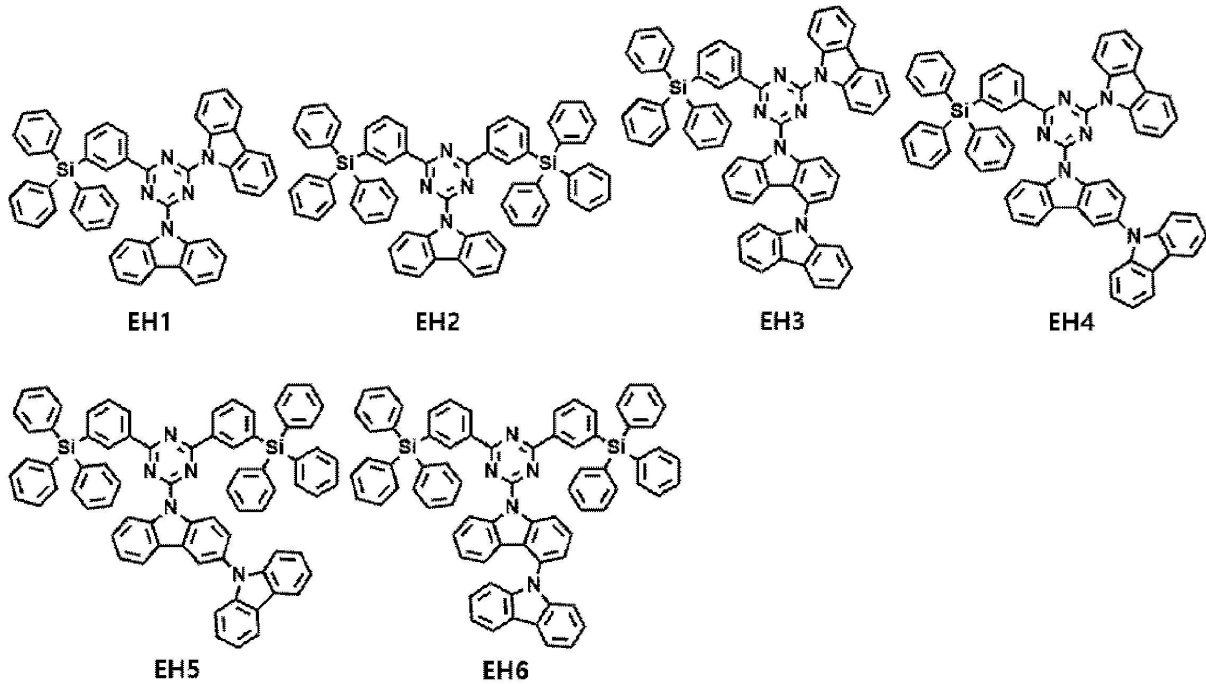


청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 n형 호스트는 화학식4의 화합물 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광다이오드.

[화학식4]



청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 p형 호스트와 상기 제 1 n형 호스트에 의해 엑시플렉스가 형성되는 것을 특징으로 하는 유기발광다이오드.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 엑시플렉스는 435 내지 470nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖는 것을 특징으로 하는 유기발광다이오드.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

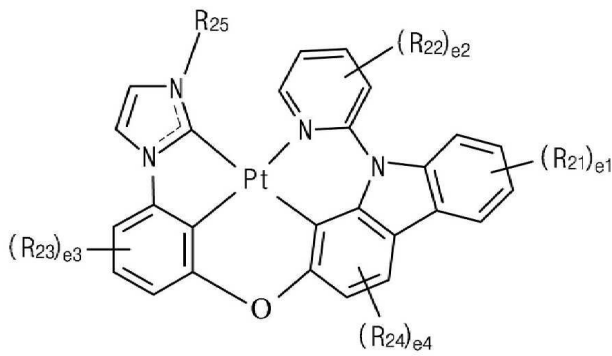
상기 제 1 발광물질층은 제 1 도펀트를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광다이오드.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 도펀트는 화학식5로 표시되고,

[화학식5]



화학식5에서, e1, e2 각각은 독립적으로 0 내지 4의 정수이며, e3는 0 내지 3의 정수이고, e4는 0 내지 2의 정수이며,

R₂₁ 내지 R₂₄ 각각은 독립적으로 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되며,

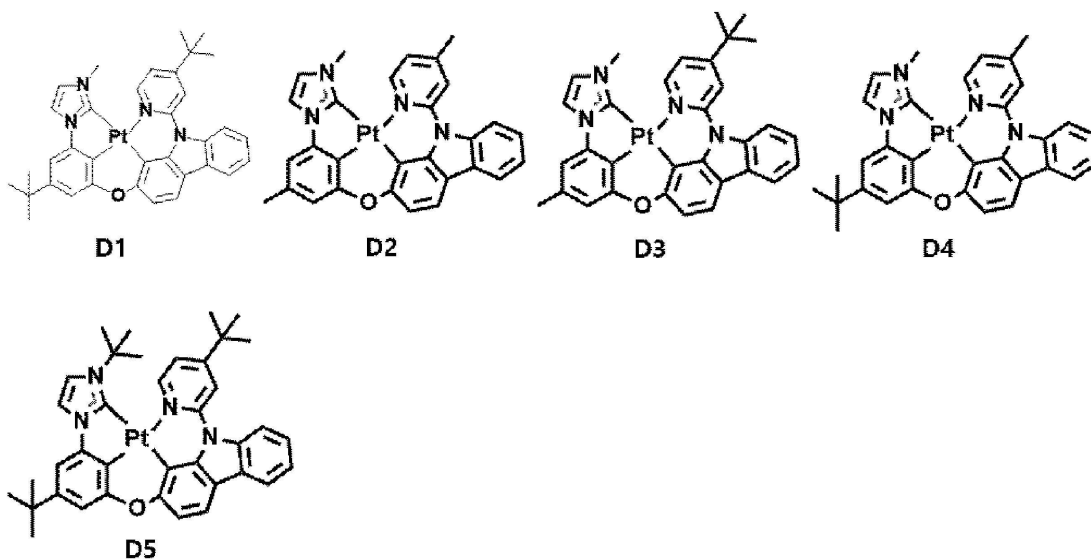
R₂₅는 수소, 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3~C30의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되는 것을 특징으로 하는 유기발광다이오드.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 도펀트는 화학식6의 화합물 중 하나인 것을 특징으로 하는 유기발광다이오드.

[화학식6]



청구항 9

제 7 항에 있어서,

제 2 발광물질층을 포함하고 상기 제 1 발광부와 상기 제 2 전극 사이에 위치하는 제 2 발광부를 더 포함하며,

상기 제 2 청색 발광물질층은 제 2 p형 호스트, 제 2 n형 호스트, 제 2 도펀트를 포함하고,

상기 제 2 p형 호스트는 상기 화학식1로 표시되며, 상기 제 2 n형 호스트는 상기 화학식3으로 표시되고, 상기 제 2 도펀트는 상기 화학식5로 표시되는 것을 특징으로 하는 유기발광다이오드.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

적색 발광물질층과 녹색 발광물질층을 포함하고 상기 제 1 발광부와 상기 제 2 발광부 사이에 위치하는 제 3 발광부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광다이오드.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

황록색 발광층을 포함하고 상기 제 1 발광부와 상기 제 2 전극 사이에 위치하는 제 2 발광부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광다이오드.

청구항 12

기판과;

상기 기판 상부에 위치하는 제 1 항 내지 제 11 항 중 하나에 기재된 유기발광다이오드와;

상기 유기발광다이오드를 덮는 인캡슐레이션층을 포함하는 유기발광장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 기판에는 적색 화소영역, 녹색 화소영역 및 청색 화소영역이 정의되고, 상기 유기발광다이오드는 상기 적색 화소영역, 상기 녹색 화소영역 및 상기 청색 화소영역에 대응되며,

상기 적색 화소영역, 상기 녹색 화소영역 및 상기 청색 화소영역에 대응하여 상기 기판과 상기 유기발광다이오드 사이 또는 상기 유기발광다이오드 상부에 구비되는 컬러필터층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광장치.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 기판에는 적색 화소영역, 녹색 화소영역 및 청색 화소영역이 정의되고, 상기 유기발광다이오드는 상기 적색 화소영역, 상기 녹색 화소영역 및 상기 청색 화소영역에 대응되며,

상기 적색 화소영역 및 상기 녹색 화소영역에 대응하여 상기 기판과 상기 유기발광다이오드 사이 또는 상기 유기발광다이오드 상부에 구비되는 색변환층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기발광장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 높은 발광효율과 향상된 수명을 갖는 유기발광다이오드 및 유기발광장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 표시장치의 대형화에 따라 공간 점유가 적은 평면표시소자의 요구가 증대되고 있는데, 이러한 평면표시소자 중 하나로서 유기발광다이오드(organic light emitting diode: OLED)의 기술이 빠른 속도로 발전하고 있다.

[0004] 유기발광다이오드는 전자 주입 전극(음극)과 정공 주입 전극(양극) 사이에 형성된 발광물질층에 음극과 양극으로부터 전자와 정공이 주입되면 전자와 정공이 쌍을 이룬 후 소멸하면서 빛을 내는 소자이다. 플라스틱 같은 휨수 있는(flexible) 투명 기판 위에도 소자를 형성할 수 있을 뿐 아니라, 낮은 전압에서 (10V이하) 구동이 가능하고, 또한 전력 소모가 비교적 적으며, 색감이 뛰어나다는 장점이 있다.

[0005] 유기발광다이오드는, 기판 상부에 형성되며 양극인 제 1 전극, 제 1 전극과 이격하며 마주하는 제 2 전극, 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 위치하는 유기 발광층을 포함한다.

[0006] 예를 들어, 유기발광표시장치는 적색 화소영역, 녹색 화소영역 및 청색 화소영역을 포함하고, 각 화소영역에 유기발광다이오드가 형성된다.

[0007] 그런데, 유기발광다이오드는 충분한 발광효율, 수명을 구현하지 못하고, 이에 따라 유기발광표시장치 역시 발광효율, 수명에서 한계를 갖게 된다.

발명의 내용

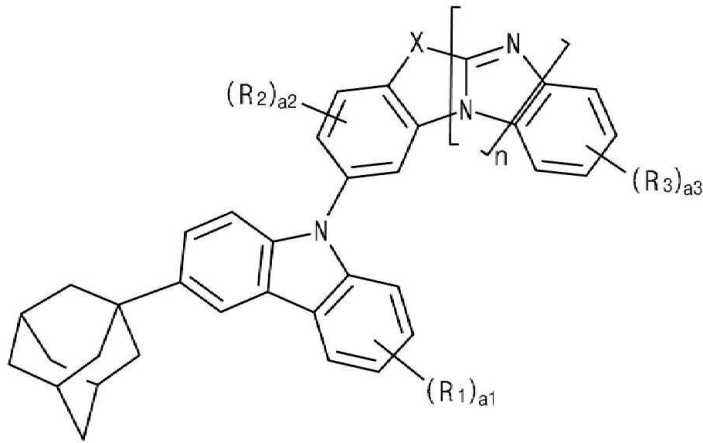
해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 종래 유기발광다이오드 및 유기발광장치에서의 낮은 발광효율과 짧은 수명 문제를 해결하고자 한다.

과제의 해결 수단

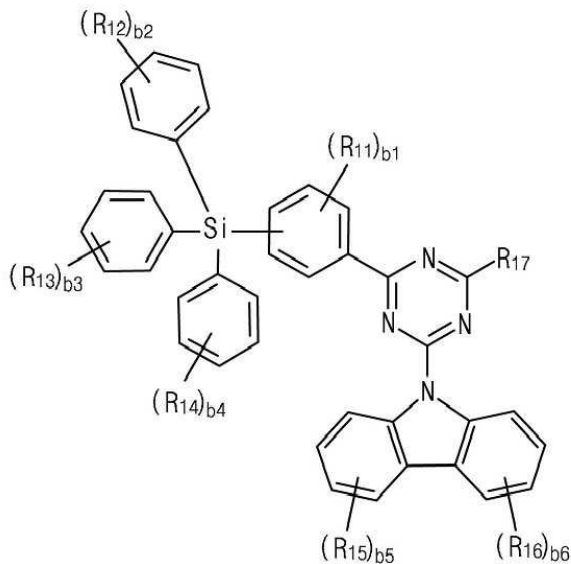
[0011] 위와 같은 과제의 해결을 위해, 본 발명은, 제 1 전극과; 상기 제 1 전극과 마주하는 제 2 전극과; 제 1 발광물질층을 포함하고 상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 제 1 발광부를 포함하고, 상기 제 1 발광물질층은 제 1 p형 호스트와 제 1 n형 호스트를 포함하며, 상기 제 1 p형 호스트는 화학식1로 표시되고, 화학식1에서, a1, a3 각각은 독립적으로 0 내지 4의 정수이고, a2는 0 내지 3의 정수이며, n은 0 또는 1이고, X는 NR₄, 0 또는 S이며, R₁, R₂, R₃ 각각은 독립적으로 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3~C30의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되고, R₄는 수소, 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3~C30의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되며, 상기 제 1 n형 호스트는 화학식3으로 표시되고, 화학식3에서, b1, b5, b6 각각은 0 내지 4의 정수이고, b2 내지 b4 각각은 독립적으로 0 내지 5의 정수이며, R₁₁ 내지 R₁₇ 각각은 독립적으로 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20의 알콕기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C5 내지 C60의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되는 유기발광다이오드를 제공한다.

[0012] [화학식1]



[0013]

[0014] [화학식3]



[0015]

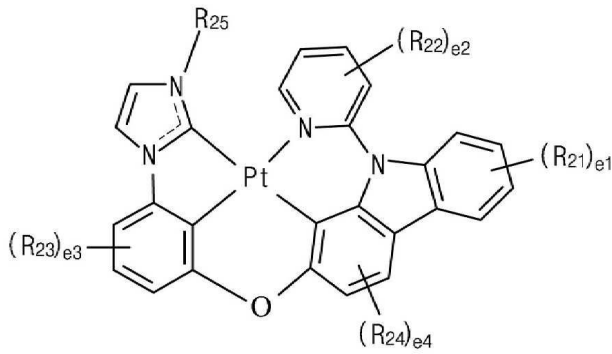
[0016] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 제 1 p형 호스트와 상기 제 1 n형 호스트에 의해 엑시플렉스가 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 엑시플렉스는 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 제 1 발광물질층은 제 1 도펀트를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 상기 제 1 도펀트는 화학식5로 표시되고, 화학식5에서, e1, e2 각각은 독립적으로 0 내지 4의 정수이며, e3는 0 내지 3의 정수이고, e4는 0 내지 2의 정수이며, R₂₁ 내지 R₂₄ 각각은 독립적으로 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되며, R₂₅는 수소, 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3~C30의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되는 것을 특징으로 한다.

[0020] [화학식5]



[0021]

[0022] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 제 2 발광물질층을 포함하고 상기 제 1 발광부와 상기 제 2 전극 사이에 위치하는 제 2 발광부를 더 포함하며, 상기 제 2 청색 발광물질층은 제 2 p형 호스트, 제 2 n형 호스트, 제 2 도펀트를 포함하고, 상기 제 2 p형 호스트는 상기 화학식1로 표시되며, 상기 제 2 n형 호스트는 상기 화학식3으로 표시되고, 상기 제 2 도펀트는 상기 화학식5로 표시되는 것을 특징으로 한다.

[0023] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 적색 발광물질층과 녹색 발광물질층을 포함하고 상기 제 1 발광부와 상기 제 2 발광부 사이에 위치하는 제 3 발광부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 본 발명의 유기발광다이오드에 있어서, 황록색 발광층을 포함하고 상기 제 1 발광부와 상기 제 2 전극 사이에 위치하는 제 2 발광부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 다른 관점에서, 본 발명은, 기관과; 상기 기관 상부에 위치하는 전술한 유기발광다이오드와; 상기 유기발광다이오드를 덮는 인캡슐레이션층을 포함하는 유기발광장치를 제공한다.

[0026] 본 발명의 유기발광장치에 있어서, 상기 기관에는 적색 화소영역, 녹색 화소영역 및 청색 화소영역이 정의되고, 상기 유기발광다이오드는 상기 적색 화소영역, 상기 녹색 화소영역 및 상기 청색 화소영역에 대응되며, 상기 적색 화소영역, 상기 녹색 화소영역 및 상기 청색 화소영역에 대응하여 상기 기관과 상기 유기발광다이오드 사이 또는 상기 유기발광다이오드 상부에 구비되는 컬러필터층을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 본 발명의 유기발광장치에 있어서, 상기 기관에는 적색 화소영역, 녹색 화소영역 및 청색 화소영역이 정의되고, 상기 유기발광다이오드는 상기 적색 화소영역, 상기 녹색 화소영역 및 상기 청색 화소영역에 대응되며, 상기 적색 화소영역 및 상기 녹색 화소영역에 대응하여 상기 기관과 상기 유기발광다이오드 사이 또는 상기 유기발광다이오드 상부에 구비되는 색변환층을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0029] 본 발명의 유기발광다이오드에서는, 발광물질층이 화학식1에 표시된 p형 호스트와 화학식3에 표시된 n형 호스트를 포함하며, p형 호스트와 n형 호스트에 의해 엑시플렉스(exciplex)가 형성된다. 따라서, 유기발광다이오드와 이를 포함하는 유기발광장치는 높은 발광효율, 및/또는 향상된 수명을 가져 저전력 구동이 가능한 효과를 갖는다.

[0030] 또한, 본 발명의 유기발광다이오드는 제 1 발광물질층을 포함하는 제 1 발광 유닛과 제 2 발광물질층을 포함하는 제 2 발광 유닛을 포함하여 다중 스택 구조를 가지며, 제 1 및 제 2 발광물질층 중 적어도 하나는 화학식1에 표시된 p형 호스트와 화학식3에 표시된 n형 호스트를 포함하고, p형 호스트와 n형 호스트에 의해 엑시플렉스가 형성된다. 따라서, 유기발광다이오드 및 이를 포함하는 유기발광장치는 높은 발광효율, 및/또는 향상된 수명을 갖는다.

[0031] 또한, 본 발명은 적색 발광물질층, 녹색 발광물질층, 청색 발광물질층을 포함하는 다중 스택 구조의 백색 유기발광다이오드를 제공하며, 청색 발광물질층은 화학식1에 표시된 p형 호스트와 화학식3에 표시된 n형 호스트를 포함하고, p형 호스트와 n형 호스트에 의해 엑시플렉스가 형성된다. 따라서, 유기발광다이오드 및 유기발광장치는 높은 발광효율, 및/또는 향상된 수명을 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 회로도이다.
- 도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- 도 5는 본 발명의 제 4 실시예에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 6은 본 발명의 제 5 실시예에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 7은 본 발명의 제 6 실시예에 따른 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- 도 8은 본 발명의 제 7 실시예에 따른 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- 도 9a 내지 도 9d 각각은 본 발명의 유기발광다이오드에 이용되는 p형 호스트와 n형 호스트에 의해 형성되는 엑시플렉스 파장을 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.
- [0035] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급한 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.
- [0036] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0037] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.
- [0038] 시간 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간적 선후 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.
- [0039] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성 요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.
- [0040] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.
- [0041] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0042] 본 발명에서, 유기발광다이오드를 포함하는 유기발광장치는 유기발광 표시장치 또는 유기발광 조명장치일 수 있다. 일례로, 본 발명의 유기발광다이오드를 포함하는 표시장치인 유기발광 표시장치를 중심으로 설명한다.
- [0043] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0044] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 회로도이다.

- [0045] 도 1에 도시한 바와 같이, 유기발광표시장치에는, 서로 교차하여 화소영역(P)을 정의하는 게이트 배선(GL), 데이터 배선(DL) 및 파워 배선(PL)이 형성되고, 화소영역(P)에는, 스위칭 박막트랜지스터(Ts), 구동 박막트랜지스터(Td), 스토리지 커패시터(Cst), 유기발광다이오드(D)가 형성된다. 화소영역(P)은 적색 화소영역, 녹색 화소영역 및 청색 화소영역을 포함할 수 있다.
- [0046] 스위칭 박막트랜지스터(Ts)는 게이트 배선(GL) 및 데이터 배선(DL)에 연결되고, 구동 박막트랜지스터(Td) 및 스토리지 커패시터(Cst)는 스위칭 박막트랜지스터(Ts)와 파워 배선(PL) 사이에 연결된다. 유기발광다이오드(D)는 구동 박막트랜지스터(Td)에 연결된다.
- [0047] 이러한 유기발광표시장치에서는, 게이트 배선(GL)에 인가된 게이트 신호에 따라 스위칭 박막트랜지스터(Ts)가 턴-온(turn-on) 되면, 데이터 배선(DL)에 인가된 데이터 신호가 스위칭 박막트랜지스터(Ts)를 통해 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극과 스토리지 커패시터(Cst)의 일 전극에 인가된다.
- [0048] 구동 박막트랜지스터(Td)는 게이트 전극에 인가된 데이터 신호에 따라 턴-온 되며, 그 결과 데이터 신호에 비례하는 전류가 파워 배선(PL)으로부터 구동 박막트랜지스터(Td)를 통하여 유기발광다이오드(D)로 흐르게 되고, 유기발광다이오드(D)는 구동 박막트랜지스터(Td)를 통하여 흐르는 전류에 비례하는 휘도로 발광한다.
- [0049] 이때, 스토리지 커패시터(Cst)에는 데이터신호에 비례하는 전압으로 충전되어, 일 프레임(frame) 동안 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극의 전압이 일정하게 유지되도록 한다.
- [0050] 따라서, 유기발광 표시장치는 원하는 영상을 표시할 수 있다.
- [0051] 도 2는 본 발명의 유기발광표시장치의 개략적인 단면도이다.
- [0052] 도 2에 도시된 바와 같이, 유기발광표시장치(100)는 기판(110)과, 기판(110) 상부에 위치하는 박막트랜지스터(Tr)와, 평탄화층(150) 상에 위치하며 박막트랜지스터(Tr)에 연결되는 유기발광다이오드(D)를 포함한다.
- [0053] 기판(110)은 유리 기판, 또는 플렉서블(flexible) 기판일 수 있다. 예를 들어, 기판(110)은 폴리이미드(polyimide; PI) 기판, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone; PES) 기판, 폴리에틸렌나프탈레이트(polyethylenenaphthalate; PEN) 기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene Terephthalate; PET) 기판 및 폴리카보네이트(polycarbonate; PC) 기판 중 어느 하나일 수 있다.
- [0054] 기판(110) 상에 버퍼층(122)이 형성되고, 버퍼층(122) 상에 박막트랜지스터(Tr)가 형성된다. 버퍼층(122)은 생략될 수 있다.
- [0055] 버퍼층(122) 상부에 반도체층(120)이 형성된다. 예를 들어, 반도체층(120)은 산화물 반도체 물질로 이루어질 수 있다. 반도체층(120)이 산화물 반도체 물질로 이루어지는 경우, 반도체층(120) 하부에 차광패턴(도시하지 않음)이 형성될 수 있다. 차광패턴은 반도체층(120)으로 빛이 입사되는 것을 방지하여 반도체층(120)이 빛에 의하여 열화되는 것을 방지한다. 선택적으로, 반도체층(120)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 반도체층(120)의 양 가장자리에 불순물이 도핑될 수 있다.
- [0056] 반도체층(120)의 상부에는 절연 물질로 이루어진 게이트 절연막(124)이 기판(110) 전면에 형성된다. 게이트 절연막(124)은 실리콘산화물(SiO_x) 또는 실리콘질화물(SiN_x)과 같은 무기 절연 물질로 이루어질 수 있다.
- [0057] 게이트 절연막(124) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(130)이 반도체층(120)의 중앙에 대응하여 형성된다. 도 2에서 게이트 절연막(122)은 기판(110) 전면에 형성되어 있으나, 게이트 절연막(120)은 게이트 전극(130)과 동일한 모양으로 패터닝 될 수도 있다.
- [0058] 게이트 전극(130) 상부에는 절연 물질로 이루어진 층간 절연막(132)이 기판(110) 전면에 형성된다. 층간 절연막(132)은 실리콘산화물 또는 실리콘질화물과 같은 무기 절연 물질로 형성되거나, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연 물질로 형성될 수 있다.
- [0059] 층간 절연막(132)은 반도체층(120)의 양측 상면을 노출하는 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀(134, 136)을 갖는다. 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀(134, 136)은 게이트 전극(130)의 양측에서 게이트 전극(130)과 이격되어 위치한다. 도 2에서, 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀(134, 136)은 층간 절연막(132)과 게이트 절연막(122)에 형성되고 있다. 이와 달리, 게이트 절연막(122)이 게이트 전극(130)과 동일한 모양으로 패터닝 될 경우, 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀(134, 136)은 층간 절연막(132) 내에만 형성될 수 있다.
- [0060] 층간 절연막(132) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 소스 전극(144)과 드레인 전극(146)이 형성된

다. 소스 전극(144)과 드레인 전극(146)은 게이트 전극(130)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀(134, 136)을 통해 반도체층(120)의 양측과 접촉한다.

[0061] 반도체층(120), 게이트 전극(130), 소스 전극(154) 및 드레인 전극(156)은 박막트랜지스터(Tr)를 이루며, 박막트랜지스터(Tr)는 구동 소자(driving element)로 기능한다. 즉, 박막트랜지스터(Tr)는 도 1의 구동 박막트랜지스터(Td)이다.

[0062] 도 2에서, 박막트랜지스터(Tr)는 반도체층(120)의 상부에 게이트 전극(130), 소스 전극(154) 및 드레인 전극(156)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다. 이와 달리, 박막트랜지스터(Tr)는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고, 반도체층의 상부에 소스 전극과 드레인 전극이 위치하는 역 스테거드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.

[0063] 도시하지 않았으나, 게이트 배선과 데이터 배선이 서로 교차하여 화소 영역을 정의하며, 게이트 배선과 데이터 배선에 연결되는 스위칭 소자인 스위칭 박막트랜지스터가 더 형성된다. 스위칭 소자는 구동 소자인 박막트랜지스터(Tr)에 연결된다. 또한, 파워 배선이 데이터 배선 또는 데이터 배선과 평행하게 이격되어 형성되며, 일 프레임(frame) 동안 박막트랜지스터(Tr)의 게이트 전극의 전압을 일정하게 유지되도록 하기 위한 스토리지 캐패시터가 더 구성될 수 있다.

[0064] 소스 전극(144)과 드레인 전극(146) 상부에는 평탄화층(150)이 기판(110) 전면에서 형성된다. 평탄화층(150)은 상면이 평탄하며, 박막트랜지스터(Tr)의 드레인 전극(146)을 노출하는 드레인 컨택홀(152)을 갖는다.

[0065] 유기발광다이오드(D)는 평탄화층(150) 상에 위치하며 박막트랜지스터(Tr)의 드레인 전극(146)에 연결되는 제 1 전극(160)과, 제 1 전극(160) 상에 순차 적층되는 유기 발광층(162) 및 제 2 전극(164)을 포함한다. 유기발광다이오드(D)는 적색 화소영역, 녹색 화소영역 및 청색 화소영역 각각에 위치하며 적색, 녹색 및 청색 광을 각각 발광할 수 있다.

[0066] 제 1 전극(160)과 제 2 전극(164) 중 하나는 양극이고, 제 1 전극(160)과 제 2 전극(164) 중 다른 하나는 음극이다. 예를 들어, 제 1 전극(160)은 양극이고, 제 2 전극(164)은 음극일 수 있다.

[0067] 제 1 전극(160)은 각각의 화소영역 별로 분리되어 형성된다. 제 1 전극(160)은 양극(anode)일 수 있으며, 일함수(work function) 값이 비교적 큰 도전성 물질, 예를 들어 투명 도전성 산화물(transparent conductive oxide; TCO)로 이루어질 수 있다. 구체적으로, 제 1 전극(160)은 인듐-주석-산화물(indium-tin-oxide; ITO), 인듐-아연-산화물(indium-zinc-oxide; IZO), 인듐-주석-아연-산화물(indium-tin-zinc oxide; ITZO), 주석산화물(SnO), 아연산화물(ZnO), 인듐-구리-산화물(indium-copper-oxide; ICO) 및 알루미늄:산화아연(Al:ZnO; AZO)으로 이루어질 수 있다.

[0068] 본 발명의 유기발광 표시장치(100)가 하부발광 방식(bottom-emission type)인 경우, 제 1 전극(160)은 투명 도전성 산화물층의 단일층 구조를 가질 수 있다. 이와 달리, 본 발명의 유기발광표시장치(100)가 상부 발광 방식(top-emission type)인 경우, 제 1 전극(160)은 반사층을 더 포함하여 이중층 또는 삼중층 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 반사층은 은 또는 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-palladium-copper; APC) 합금으로 이루어질 수 있다. 상부 발광 방식 유기발광다이오드(D)에서, 제 1 전극(160)은 Ag/ITO 또는 APC/ITO의 이중층 구조, 또는 ITO/Ag/ITO 또는 ITO/APC/ITO의 삼중층 구조를 가질 수 있다.

[0069] 또한, 평탄화층(150) 상에는 제 1 전극(160)의 가장자리를 덮는 बैं크층(bank layer; BL)이 형성된다. बैं크층(bank layer)은 화소 영역에 대응하여 제 1 전극(160)의 중앙을 노출한다.

[0070] 제 1 전극(160) 상에는 유기 발광층(162)이 형성된다. 유기 발광층(162)은 발광물질층(emitting material layer; EML)의 다층 구조를 가질 수 있다. 이와 달리, 유기 발광층(162)은 정공주입층(hole injection layer; HIL), 정공수송층(hole transport layer; HTL), 전자차단층(electron blocking layer; EBL), 정공차단층(hole blocking layer; HBL), 전자수송층(electron transport layer; ETL), 전자주입층(electron injection layer; EIL) 중 적어도 하나를 더 포함하여 다층 구조를 가질 수 있다.

[0071] 본 발명의 유기발광다이오드(D)에서, 발광물질층은 화학식1로 표시되는 p형 호스트와 화학식3으로 표시되는 n형 호스트를 포함한다. 예를 들어, 청색 화소영역에서, 유기 발광층(162)은 청색 발광물질층을 포함하고, 청색 발광물질층은 화학식1로 표시되는 p형 호스트와 화학식3으로 표시되는 n형 호스트를 포함할 수 있다. 또한 청색 발광물질층은 화학식5로 표시되는 도펀트(발광체)를 더 포함할 수 있다. 이에 따라, 유기발광다이오드(D) 및 유기발광표시장치(100)는 높은 발광 효율과 향상된 수명을 갖는다.

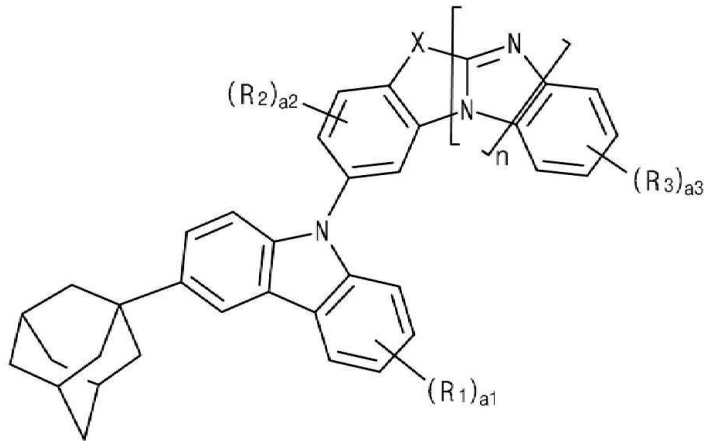
- [0072] 유기 발광층(162)은 2개 이상의 발광물질층이 서로 이격되어 배치됨으로써 유기발광다이오드(D)는 탠덤 구조를 가질 수도 있다.
- [0073] 유기 발광층(162)이 형성된 기판(110) 상부로 제 2 전극(164)이 형성된다. 제 2 전극(164)은 표시 영역의 전면 에 위치하며 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질로 이루어져 음극(cathode)으로 이용될 수 있다. 예를 들어, 제 2 전극(164)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 은(Ag), 또는 이들의 합금이나 조합과 같은 반사 특성이 좋은 소재로 이루어질 수 있다. 유기발광표시장치(100)가 상부 발광 방식인 경우, 제 2 전극(164)은 얇은 두께를 가져 광투과(반투과) 특성을 갖는다.
- [0074] 예를 들어, 상부발광 방식 유기발광다이오드(D)에서, 제 2 전극(164)은 Mg:Ag로 이루어질 수 있으며 5 내지 30nm의 두께를 가질 수 있다. 이 경우 Mg와 Ag는 1:9 내지 9:1의 중량비, 예를 들어 1:9 내지 3:7의 중량비를 가질 수 있다. 이와 달리, 하부발광 방식 유기발광다이오드(D)에서, 제 2 전극(164)은 Al로 이루어질 수 있다.
- [0075] 제 2 전극(164) 상에는, 외부 수분이 유기발광다이오드(D)로 침투하는 것을 방지하기 위해, 인캡슐레이션층(또는 인캡슐레이션필름, 170)이 형성된다. 인캡슐레이션층(170)은 제 1 무기 절연층(172)과, 유기 절연층(174)과, 제 2 무기 절연층(176)의 적층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0076] 유기발광표시장치(100)가 하부 발광 타입인 경우, 인캡슐레이션층(170) 위로 금속플레이트(미도시)가 더 구비될 수 있다.
- [0077] 유기발광표시장치(100)는 적색, 녹색 및 청색 화소영역에 대응하는 컬러 필터(미도시)를 포함할 수 있다. 컬러 필터층은, 적색 화소영역, 녹색 화소영역, 청색 화소영역 각각에 대응하여 적색 컬러필터, 녹색 컬러필터, 청색 컬러필터를 포함할 수 있다. 유기발광표시장치(100)가 컬러필터층을 포함하는 경우, 유기발광표시장치(100)의 색순도가 향상될 수 있다.
- [0078] 유기발광표시장치(100)가 하부 발광 타입인 경우, 유기발광다이오드(D)와 기판(110) 사이, 예를 들어 층간 절연막(132)과 평탄화막(150) 사이에 컬러 필터가 위치할 수 있다. 이와 달리, 유기발광표시장치(100)가 상부 발광 타입인 경우, 컬러 필터는 유기발광다이오드(D)의 상부, 예를 들어, 제 2 전극(164) 상부 또는 인캡슐레이션층(170) 상부에 위치할 수도 있다.
- [0079] 유기발광표시장치(100)는 외부광의 반사를 줄이기 위한 편광판(미도시)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 편광판은 원형 편광판일 수 있다. 유기발광표시장치(100)가 하부발광 방식인 경우, 편광판은 기판(110) 하부에 위치할 수 있다. 한편, 본 발명의 유기발광표시장치(100)가 상부 발광 방식인 경우, 편광판은 인캡슐레이션층(170) 상부에 위치할 수 있다.
- [0080] 또한, 상부발광 방식의 유기발광표시장치(100)에서는, 인캡슐레이션층(170) 상에 커버 윈도우(도시하지 않음)가 부착될 수 있다. 이때, 기판(110)과 커버 윈도우(도시하지 않음)가 플렉서블 소재로 이루어진 경우, 플렉서블 표시장치를 구성할 수 있다.
- [0081] 도 3은 본 발명의 제 2 실시예에 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- [0082] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 유기발광다이오드(D1)는 서로 마주하는 제 1 및 제 2 전극(160, 164)과, 제 1 및 제 2 전극(160, 164) 사이에 위치하는 유기 발광층(162)을 포함하며, 유기 발광층(162)은 발광물질층(240)을 포함한다.
- [0083] 유기발광 표시장치(100)는 적색 화소영역, 녹색 화소영역, 청색 화소영역을 포함한다. 또한, 유기 발광표시장치(100)는 백색 화소영역을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 유기발광다이오드(D1)는 청색 화소영역에 위치할 수 있고, 발광물질층(240)은 청색 발광물질층일 수 있다.
- [0084] 적색 화소영역에서 유기 발광층(162)은 적색 발광물질층을 포함하고, 녹색 화소영역에서 유기 발광층(162)은 녹색 발광물질층을 포함한다.
- [0085] 제 1 전극(160)과 제 2 전극(164) 중 하나는 양극이고, 제 1 전극(160)과 제 2 전극(164) 중 다른 하나는 음극이다. 예를 들어, 제 1 전극(160)은 양극이고, 제 2 전극(164)은 음극일 수 있다. 또한, 제 1 전극(160)과 제 2 전극(164) 중 하나는 반사 전극이고, 제 1 전극(160)과 제 2 전극(164) 중 다른 하나는 투과(반투과) 전극이다.
- [0086] 상부발광 방식 유기발광다이오드(D1)에서, 제 1 전극(160)은 ITO/Ag/ITO 구조 또는 ITO/APC/ITO 구조를 갖고, 제 2 전극(160)은 Mg:Ag로 이루어질 수 있다.

[0087] 하부발광 방식 유기발광다이오드(D1)에서, 제 1 전극(160)은 ITO 또는 IZO로 이루어지는 투명 도전성 물질층을 포함할 수 있고, 제 2 전극(164)은 Al로 이루어질 수 있다.

[0088] 발광물질층(240), 예를 들어 청색 발광물질층(240)은 p형 호스트(242)와 n형 호스트(244)를 포함한다. p형 호스트(242)와 n형 호스트(244)는 엑시플렉스(exciplex)를 형성한다. 예를 들어, p형 호스트(242)는 350 내지 390nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖고, n형 호스트(244)는 410 내지 450nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 가지며, p형 호스트(242)와 n형 호스트(244)에 의해 형성되는 엑시플렉스는 435 내지 470nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖는다.

[0089] p형 호스트(242)는 화학식1로 표시되는 제 1 호스트 화합물을 적어도 하나 포함한다.

[0090] [화학식1]



[0091]

[0092] 화학식1에서, a1, a3 각각은 독립적으로 0 내지 4의 정수이고, a2는 0 내지 3의 정수이며, n은 0 또는 1이고,

[0093] X는 NR₄, 0 또는 S이며,

[0094] R₁, R₂, R₃ 각각은 독립적으로 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3~C30의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되고,

[0095] R₄는 수소, 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3~C30의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택된다.

[0096] 본 발명에서, 다른 기재가 없는 한, 알킬기, 알콕시기, 사이클로알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 아릴아미노기, 아릴실릴기의 치환기는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C5~C30의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

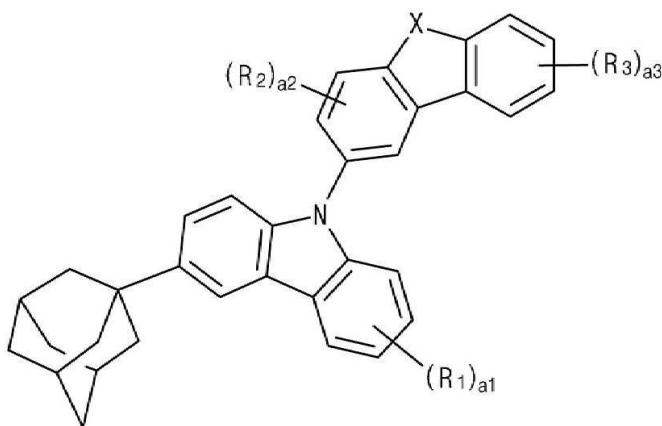
[0097] 본 발명에서, 다른 기재가 없는 한, C1 내지 C10의 알킬기는 메틸, 에틸, 프로필, 부틸(예를 들어, 터셔리뷰틸 또는 이소프로필)로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

[0098] 본 발명에서, 다른 기재가 없는 한, C1 내지 C10의 알콕시기는 메톡시, 에톡시, 프로톡시, 부톡시(예를 들어, 터셔리뷰톡시)로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

[0099] 본 발명에서, 다른 기재가 없는 한, C3 내지 C30의 사이클로알킬기는 사이클로프로필, 사이클로부틸, 사이클로펜틸, 사이클로헥실, 아다만타닐로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

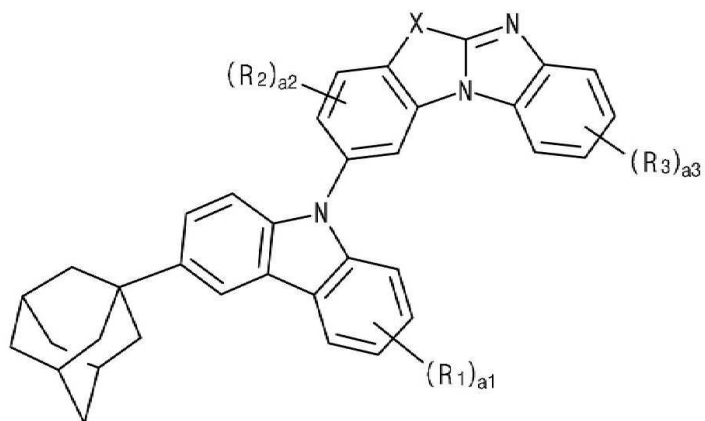
[0100] 본 발명에서, 다른 기재가 없는 한, C6 내지 C30의 아릴아미노기는 디페닐아미노기일 수 있다.

- [0101] 본 발명에서, 다른 기재가 없는 한, C6 내지 C30의 아릴실릴기는 트리페닐실릴기일 수 있다.
- [0102] 본 발명에서, 다른 기재가 없는 한, C6 내지 C30의 아릴기는 페닐기, 바이페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 펜타레닐기, 인테닐기, 인데노인테닐기, 헵탈레닐기, 바이페닐레닐기, 인다세닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 벤조페난트레닐기, 디벤조페난트레닐기, 아줄레닐기, 파이레닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 크라이세닐기, 테트라페닐기, 테트라세닐기, 플레이다에닐기, 파이세닐기, 펜타페닐기, 펜타세닐기, 플루오레닐기, 인데노플루오레닐기, 스파이로 플루오레닐기로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.
- [0103] 또한, 본 발명에서, 다른 기재가 없는 한, C3~C30의 헤테로아릴기는 피롤릴기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 테트라지닐기, 이미다졸릴기, 피라졸릴기, 인돌릴기, 이소인돌릴기, 인다졸릴기, 인돌리지닐기, 피롤리지닐기, 카바졸릴기, 벤조카바졸릴기, 디벤조카바졸릴기, 인돌로카바졸릴기, 인데노카바졸릴기, 벤조퓨로카바졸릴기, 벤조티에노카바졸릴기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 퀴녹살리닐기, 시놀리닐기, 퀴나졸리닐기, 퀴노졸리닐기, 퀴놀리지닐기, 퓨리닐기, 프탈라지닐기, 벤조퀴놀리닐기, 벤조이소퀴놀리닐기, 벤조퀴나졸리닐기, 벤조퀴녹살리닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페리미디닐기, 페난트리디닐기, 프테리디닐기, 신놀리닐기, 나프타리디닐기, 퓨라닐기, 파이라닐기, 옥사지닐기, 옥사졸릴기, 옥사디아졸릴기, 트리아졸릴기, 디옥시닐기, 벤조퓨라닐기, 디벤조퓨라닐기, 티오파이라닐기, 잔테닐기, 크로메닐기, 이소크로메닐기, 티오아지닐기, 티오펜릴기, 벤조티오펜릴기, 디벤조티오펜릴기, 디퓨로피라지닐기, 벤조퓨로디벤조퓨라닐기, 벤조티에노벤조티오펜릴기, 벤조티에노디벤조티오펜릴기, 벤조티에노벤조퓨라닐기, 벤조티에노디벤조퓨라닐기로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.
- [0104] 화학식1에서, R₁는 치환되지 않거나 C1 내지 C10의 알킬기(예를 들어, 메틸 또는 터셔리부틸), C6 내지 C30의 아릴기(예를 들어, 페닐 또는 나프틸), C6 내지 C30의 아릴실릴기(예를 들어, 트리페닐실릴), C6 내지 C30의 아릴아미노기(예를 들어, 디페닐아미노) 중 적어도 하나로 치환된 C6 내지 C30의 아릴기(예를 들어, 페닐)일 수 있다. 예를 들어, R₁는 페닐, 디메틸페닐, 터셔리부틸페닐, 바이페닐, 나프틸페닐, 트리페닐실릴페닐, 디페닐아미노페닐로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.
- [0105] 화학식1에서, a1, a2, a3 각각은 0일 수 있다.
- [0106] 화학식1은 화학식1-1 또는 화학식1-2로 표시될 수 있다.
- [0107] [화학식1-1]



[0108]

[0109] [화학식1-2]

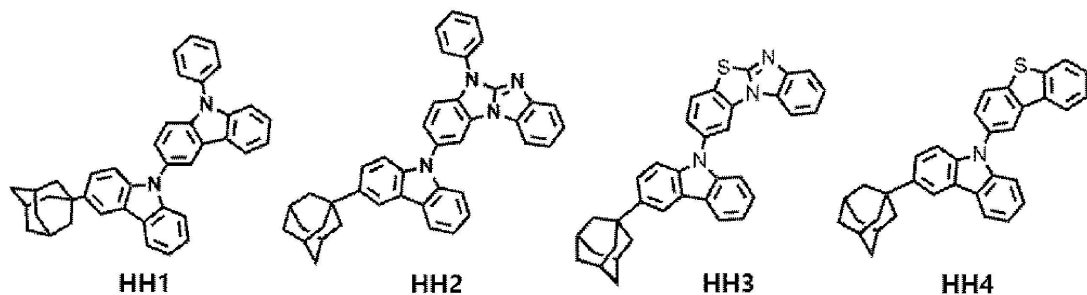


[0110]

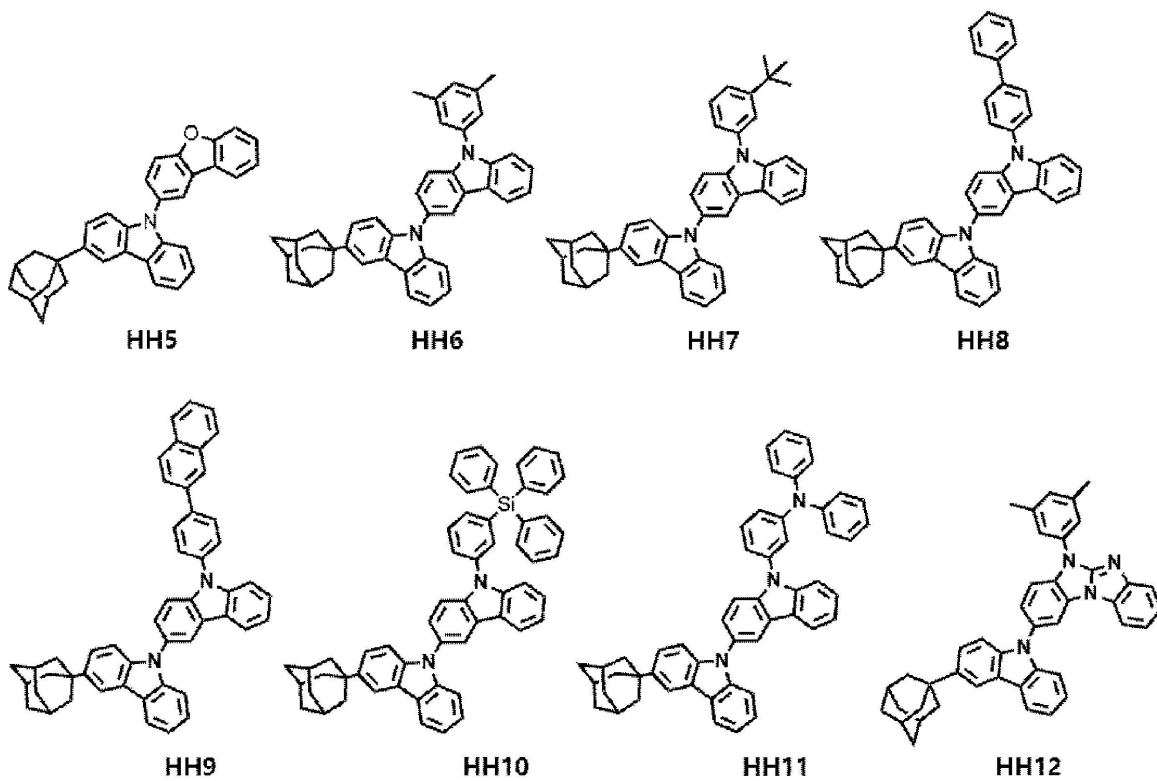
[0111] 화학식1-1과 화학식1-2 각각에서, a1, a2, a3, R1, R2, R3, X는 화학식1에 정의된 바와 같다.

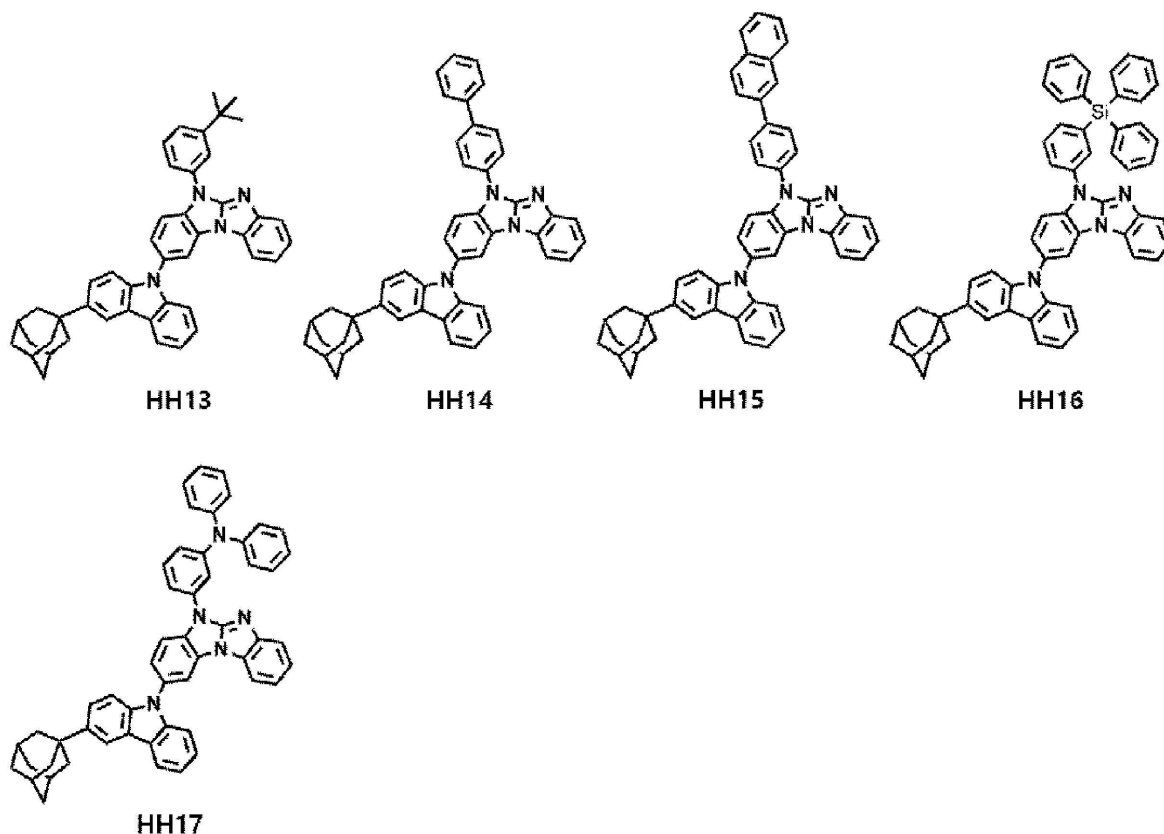
[0112] 예를 들어, p형 호스트(242)는 화학식2에 표시된 다수의 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0113] [화학식2]



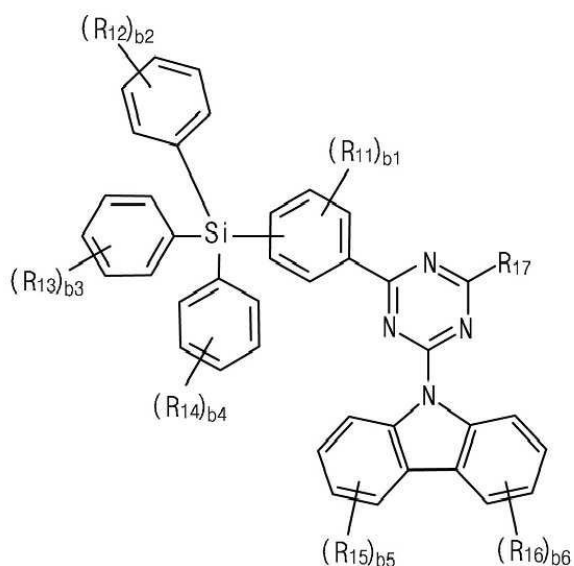
[0114]





[0115] n형 호스트(242)는 화학식3으로 표시되는 제 2 호스트 화합물을 적어도 하나 포함한다.

[0116] [화학식3]



[0117]

[0118] 화학식3에서, b1, b5, b6 각각은 0 내지 4의 정수이고, b2 내지 b4 각각은 독립적으로 0 내지 5의 정수이며,

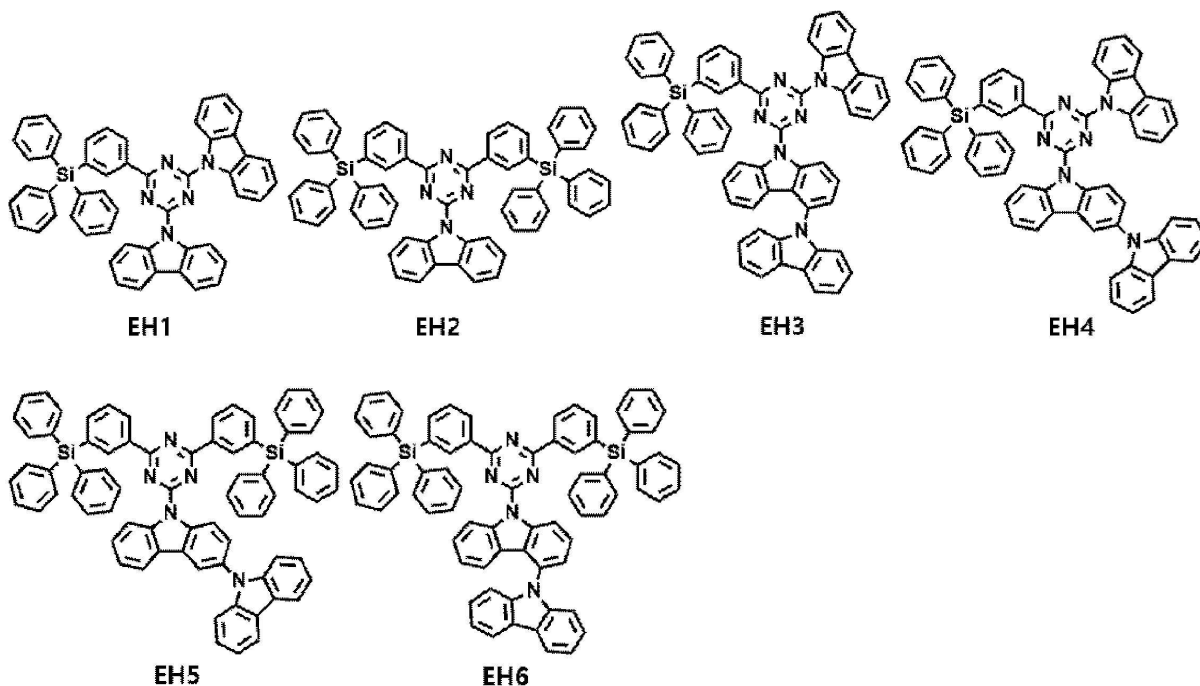
[0119] R₁₁ 내지 R₁₇ 각각은 독립적으로 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20의 알콕기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C5 내지 C60의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택된다.

[0120] 화학식3에서, b_{25} 는 1이고, R_{15} 는 치환 또는 비치환된 C5 내지 C60의 헤테로아릴기(예를 들어, 카바조일)일 수 있다.

[0121] 화학식3에서, R_{17} 은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기(예를 들어, 페닐 또는 트리페닐실릴페닐)와 치환 또는 비치환된 C5 내지 C60의 헤테로아릴기(예를 들어, 카바조일)로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

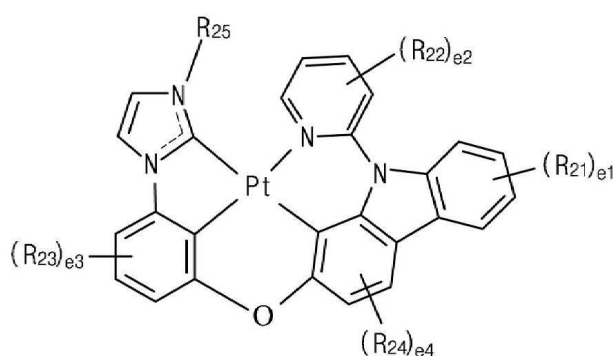
[0122] 예를 들어, n형 호스트(244)는 화학식4에 표시된 다수의 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0123] [화학식4]



[0125] 청색 발광물질층(240)은 도펀트(발광체, 246)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 도펀트(246)는 화학식5로 표시될 수 있다.

[0126] [화학식5]



[0127]

[0128] 화학식5에서, e_1 , e_2 각각은 독립적으로 0 내지 4의 정수이며, e_3 는 0 내지 3의 정수이고, e_4 는 0 내지 2의 정수이며,

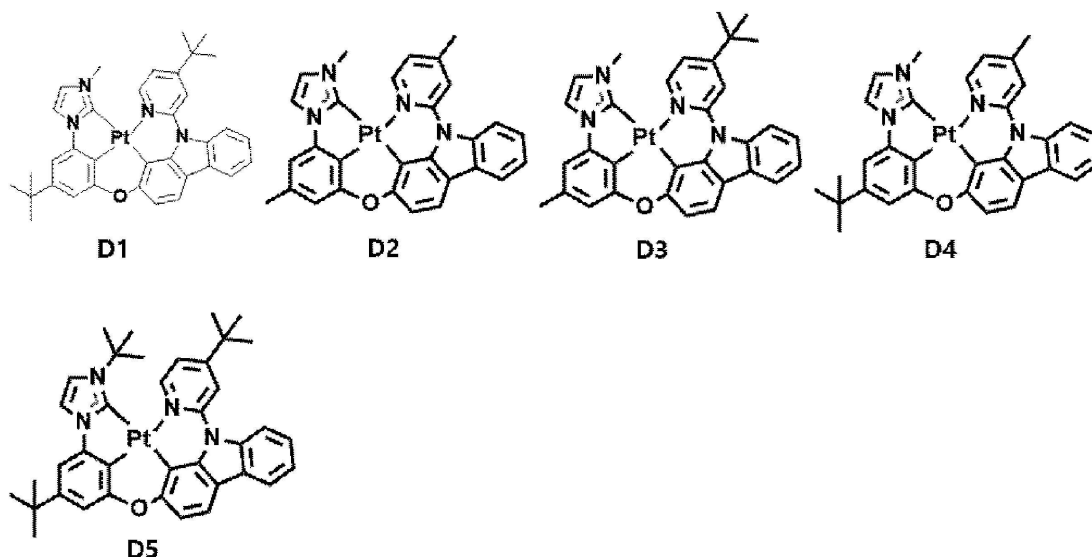
[0129] R_{21} 내지 R_{24} 각각은 독립적으로 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C20의 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3 내지 C30의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되며,

[0130] R_{25} 는 수소, 중수소, 할로젠, 시아노기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기, 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴아미노기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴실릴기, 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기, 치환 또는 비치환된 C3~C30의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택된다.

[0131] 화학식5에서, R_{21} 내지 R_{26} 각각은 독립적으로 치환 또는 비치환된 C1 내지 C20의 알킬기(예를 들어, 메틸 또는 터셔리부틸)일 수 있고, e1 내지 e4 중 적어도 하나는 양의 정수일 수 있다.

[0132] 예를 들어, 도펀트(246)는 화학식6에 표시된 다수의 화합물 중 하나일 수 있다.

[0133] [화학식6]



[0135] p형 호스트(242)의 최고점유분자궤도(highest occupied molecular orbital, HOMO) 에너지 준위는 n형 호스트(244)의 HOMO 에너지 준위보다 높다. 예를 들어, p형 호스트(242)의 HOMO 에너지 준위는 -5.7~-5.4eV 범위 내 일 수 있고, n형 호스트(244)의 HOMO 에너지 준위는 -5.9~-5.8eV 범위 내 일 수 있다.

[0136] p형 호스트(242)의 최저비점유분자궤도(lowest unoccupied molecular orbital, LUMO) 에너지 준위는 n형 호스트(244)의 LUMO 에너지 준위보다 높다. 예를 들어, p형 호스트(242)의 LUMO 에너지 준위는 -2.2~-2.0eV 범위 내일 수 있고, n형 호스트(244)의 LUMO 에너지 준위는 -2.9~-2.7eV 범위 내 일 수 있다.

[0137] p형 호스트(242)의 삼중항 에너지와 n형 호스트(244)의 삼중항 에너지 각각은 2.9~3.1eV 범위 내 일 수 있다.

[0138] 청색 발광물질층(240)은 10 내지 100nm, 예를 들어 20 내지 50nm의 두께를 가질 수 있다.

[0139] 청색 발광물질층(240)에서, p형 호스트(242)의 중량비와 n형 호스트(244)의 중량비 각각은 도펀트(246)의 중량비보다 크다. p형 호스트(242)의 중량비와 n형 호스트(244)의 중량비는 같거나 다를 수 있다.

[0140] 예를 들어, 청색 발광물질층(240)에서, 도펀트(246)를 기준으로, p형 호스트(242)와 n형 호스트(244) 각각은 200 내지 400 중량부를 가질 수 있다.

[0141] 진술한 바와 같이, p형 호스트(242)와 n형 호스트(244)에 의해 엑시플렉스가 형성된다. 즉, p형 호스트(242)는 제 1 최대발광과장을 갖고, n형 호스트(244)는 제 2 최대발광과장을 가지며, p형 호스트(242)와 n형 호스트(244)의 혼합물은 제 1 및 제 2 최대발광과장보다 긴 제 3 발광과장을 갖는다.

[0142] 발광물질층(240)이 적색 발광물질층인 경우, 적색 발광물질층(240)은 화학식1에 표시된 p형 호스트, 화학식3에 표시된 n형 호스트, 적색 도펀트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 적색 도펀트는 적색 인광 화합물, 적색 형광 화합물, 적색 지연형광 화합물 중 하나일 수 있다.

[0143] 발광물질층(240)이 녹색 발광물질층인 경우, 녹색 발광물질층(240)은 화학식1에 표시된 p형 호스트, 화학식3에 표시된 n형 호스트, 녹색 도펀트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 녹색 도펀트는 녹색 인광 화합물, 녹색 형광 화합물, 녹색 지연형광 화합물 중 하나일 수 있다.

- [0144] 유기 발광층(162)은, 발광물질층(240) 하부에 위치하는 정공수송층(220)과 발광물질층(240) 상부에 위치하는 전자수송층(280) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 즉, 정공수송층(220)은 발광물질층(240)과 제 1 전극(160) 사이에 위치하고, 전자수송층(280)은 발광물질층(240)과 제 2 전극(164) 사이에 위치한다.
- [0145] 유기 발광층(162)은, 정공수송층(220)과 제 1 전극(160) 사이에 위치하는 정공주입층(210)과 전자수송층(280)과 제 2 전극(164) 사이에 위치하는 전자주입층(290) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0146] 유기 발광층(162)은, 발광물질층(240)과 정공수송층(220) 사이에 위치하는 전자차단층(230)과 발광물질층(240)과 전자수송층(280) 사이에 위치하는 정공차단층(270) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0147] 예를 들어, 유기 발광층(162)은 정공주입층(210), 정공수송층(220), 전자차단층(230), 발광물질층(240), 정공차단층(270), 전자수송층(280), 전자주입층(290)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다. 이와 달리, 전자차단층(230)과 정공차단층(270)이 생략되고, 유기 발광층(162)은 정공주입층(210), 정공수송층(220), 발광물질층(240), 전자수송층(280), 전자주입층(290)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다.
- [0148] 정공주입층(210)은 4,4',4"-트리스(3-메틸페닐아미노)트리페닐아민(4,4',4"-tris(3-methylphenylamino)triphenylamine; MTDATA), 4,4',4"-트리스(N,N-디페닐-아미노)트리페닐아민(4,4',4"-tris(N,N-diphenyl-amino)triphenylamine; NATA), 4,4',4"-트리스(N-(나프탈렌-1-일)-N-페닐-아미노)트리페닐아민(4,4',4"-tris(N-(naphthalene-1-yl)-N-phenyl-amino)triphenylamine; 1T-NATA), 4,4',4"-트리스(N-(나프탈렌-2-일)-N-페닐-아미노)트리페닐아민(4,4',4"-tris(N-(naphthalene-2-yl)-N-phenyl-amino)triphenylamine; 2T-NATA), 프탈로시아닌구리(copper phthalocyanine; CuPc), 트리스(4-카바조일-9일-페닐)아민(tris(4-carbazoyl-9-yl-phenyl)amine; TCTA), N,N'-디페닐-N,N'-비스(1-나프틸)-1,1'-바이페닐-4,4"-디아민(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(1-naphthyl)-1,1'-biphenyl-4,4"-diamine; NPB or NPD), 1,4,5,8,9,11-헥사아자트리페닐렌헥사카보니트릴(1,4,5,8,9,11-hexaazatriphenylenehexacarbonitrile; HAT-CN), 1,3,5-트리스[4-(디페닐아미노)페닐]벤젠(1,3,5-tris[4-(diphenylamino)phenyl]benzene; TDAPB), 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)폴리스티렌술포네이트(poly(3,4-ethylenedioxythiophene)polystyrene sulfonate; PEDOT/PSS), N-(바이페닐-4-일)-9,9-디메틸-N-(4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐)-9H-플루오렌-2-아민(N-(biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-N-(4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl)-9H-fluoren-2-amine), N,N'-디페닐-N,N'-디-[4-(N,N-디페닐-아미노)페닐]벤지딘(N,N'-diphenyl-N,N'-di[4-(N,N-diphenyl-amino)phenyl]benzidine; NPNPB) 중 어느 하나인 정공주입물질을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 정공주입물질은 화학식7의 화합물일 수 있다. 정공주입층(210)은 1 내지 20nm, 바람직하게는 5 내지 15nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0149] 정공수송층(220)은 N,N'-디페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-1,1'-바이페닐-4,4"-디아민(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4"-diamine; TPD), NPB(NPD), 4,4'-비스(N-카바졸릴)-1,1'-바이페닐(4,4'-bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl; CBP), 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)-벤지딘](poly[N,N'-bis(4-butylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine]; Poly-TPD), 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-co-(4,4'-(N-(4-sec-부틸페닐)디페닐아민))](poly[(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl)-co-(4,4'-(N-(4-sec-butylphenyl)diphenylamine))], TFB), 디-[4-(N,N-디-p-톨릴-아미노)페닐]사이클로헥산(di-[4-(N,N-di-p-tolyl-amino)-phenyl]cyclohexane; TAPC), 3,5-디(9H-카바졸-9-일)-N,N-디페닐아닐린(3,5-di(9H-carbazol-9-yl)-N,N-diphenylaniline; DCDPA), N-(바이페닐-4-일)-9,9-디메틸-N-(4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐)-9H-플루오렌-2-아민(N-(biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-N-(4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl)-9H-fluoren-2-amine), N-(바이페닐)-4-일)-N-(4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐)바이페닐)-4-아민(N-(biphenyl-4-yl)-N-(4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl)biphenyl-4-amine), N-([1,1'-바이페닐]-4-일)-9,9-디메틸-N-(4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐)-9H-플루오렌-2-아민(N-([1,1'-biphenyl]-4-yl)-9,9-dimethyl-N-(4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl)-9H-fluoren-2-amine) 중 어느 하나인 정공수송물질을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 정공수송층(220)의 정공수송물질은 화학식8의 화합물일 수 있다. 정공수송층(220)은 30 내지 150nm, 바람직하게는 30 내지 120nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0150] 전자수송층(280)은 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(tris-(8-hydroxyquinoline aluminum; Alq₃), 2-바이페닐-4-일-5-(4-터셔리-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(2-biphenyl-4-yl-5-(4-t-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole; PBD), 스파이로-PBD, 리튬 퀴놀레이트(lithium quinolate; Liq), 1,3,5-트리스(N-페닐벤즈이미다졸-2-일)벤젠(1,3,5-Tris(N-phenylbenzimidazol-2-yl)benzene; TPBi), 비스(2-메틸-8-퀴놀리노라토-N1,08)-(1,1'-바이페닐-4-올라토)알루미늄(Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,08)-(1,1'-biphenyl-4-olato)aluminum; BALq), 4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; Bphen), 2,9-비스(나프탈렌-2-일)4,7-디페닐-

1,10-페난트롤린(2,9-Bis(naphthalene-2-yl)4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; NBphen), 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; BCP), 3-(4-바이페닐)-4-페닐-5-테르부틸페닐-1,2,4-트리아졸(3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole; TAZ), 4-(나프탈렌-1-일)-3,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸(4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole; NTAZ), 1,3,5-트리(p-피리드-3-일-페닐)벤젠(1,3,5-Tri(p-pyrid-3-yl-phenyl)benzene; TpPyPB), 2,4,6-트리스(3'-(피리딘-3-일)바이페닐-3-일)1,3,5-트리아진(2,4,6-Tris(3'-(pyridin-3-yl)biphenyl-3-yl)1,3,5-triazine; TmPPPyTz), 폴리[(9,9-비스(3'-(N,N-디메틸)-N-에틸암모늄)-프로필)-2,7-플루오렌]-알트-2,7-(9,9-디옥틸플루오렌)](Poly[9,9-bis(3'-(N,N-dimethyl)-N-ethylammonium)-propyl)-2,7-fluorene]-alt-2,7-(9,9-dioctylfluorene)); PFNBr), 트리스(페닐퀴녹살린)(tris(phenylquinoxaline; TPQ), 디페닐-4-트리페닐실릴-페닐포스포늄옥사이드(Diphenyl-4-triphenylsilyl-phenylphosphine oxide; TSP01), 2-[4-(9,10-디-나프탈렌-2-일-안트라센-2-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(2-[4-(9,10-Di-2-naphthalen-2-yl-2-anthracen-2-yl)phenyl]-1-phenyl-1H-benzimidazole; ZADN) 중 하나인 전자수송물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 전자수송층(280)의 전자수송물질은 화학식11의 화합물일 수 있다. 전자수송층(280)은 10 내지 50nm, 바람직하게는 20 내지 40nm의 두께를 가질 수 있다.

[0151] 전자주입층(290)은 LiF, CsF, NaF, BaF₂, Liq(lithium quinolate), 리튬 벤조에이트(lithium benzoate), 소듐 스테아레이트(sodium stearate) 중 하나인 전자주입물질을 포함할 수 있다. 전자주입층(290)은 0.1 내지 10nm, 바람직하게는 0.5 내지 5nm의 두께를 가질 수 있다.

[0152] 발광물질층(240)과 정공수송층(220) 사이에 위치하여 발광물질층(240)으로부터 정공수송층(220)으로의 전자 이동을 막기 위한 전자차단층(230)은 TCTA, tris[4-(diethylamino)phenyl]amine, N-(biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-N-(4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl)-9H-fluoren-2-amine, TAPC, MTDATA, 1,3-bis(carbazol-9-yl)benzene(mCP), 3,3'-bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl(mCBP), CuPc, N,N'-bis[4-[bis(3-methylphenyl)amino]phenyl]-N,N'-diphenyl-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamine(DNTPD), TDAPB, DCDPA, 2,8-bis(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)dibenzo[b,d]thiophene) 중 하나인 전자차단물질을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 전자차단층(230)의 전자차단물질은 화학식9의 화합물일 수 있다. 전자차단층(230)은 1 내지 20nm, 바람직하게는 5 내지 15nm의 두께를 가질 수 있다.

[0153] 발광물질층(240)과 전자수송층(280) 사이에 위치하여 발광물질층(240)으로부터 전자수송층(280)으로의 정공 이동을 막기 위한 정공차단층(270)은 전술한 전자수송층(280) 물질이 이용될 수 있다. 예를 들어, 정공차단층(270)은 BCP, BA1q, Alq3, PBD, spiro-PBD, Liq, bis-4,6-(3,5-di-3-pyridylphenyl)-2-methylpyrimidine(B3PYMPM), bis[2-(diphenylphosphino)phenyl]teeth oxide(DPEPO), 9-(6-9H-carbazol-9-yl)pyridine-3-yl)-9H-3,9'-bicarbazole, TSP01 중 하나인 정공차단물질을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 정공차단층(270)의 정공차단물질은 화학식10의 화합물일 수 있다. 정공차단층(270)은 1 내지 20nm, 바람직하게는 5 내지 15nm의 두께를 가질 수 있다.

[0154] 상부발광 방식 유기발광다이오드(D1)는 광추출 향상을 위해 캡핑층(미도시)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 캡핑층은 제 2 전극(164) 상에 형성되며 전술한 정공수송물질을 포함할 수 있다.

[0155] 본 발명의 유기발광다이오드(D1)에서, 발광물질층(240), 예를 들어 청색 발광물질층(240)은 화학식1에 표시된 p형 호스트(242)와 화학식3에 표시된 n형 호스트(244)를 포함한다. 또한, 청색 발광물질층(240)은 화학식5에 표시된 도펀트(246)를 더 포함할 수 있다. 청색 발광물질층(240)에서 p형 호스트(242)와 n형 호스트(244)에 의해 엑시플렉스가 형성되고 엑시플렉스는 도펀트(246)에 가해지는 전기적 스트레스를 줄여준다.

[0156] 따라서, 유기발광다이오드(D1)와 유기발광표시장치(100)에서, 발광효율 및/또는 수명이 향상된다.

[0157] 도 4는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이다.

[0158] 도 4에 도시된 바와 같이, 유기발광다이오드(D2)는, 서로 마주하는 제 1 및 제 2 전극(160, 164)과, 제 1 및 제 2 전극(160, 164) 사이에 위치하며 유기 발광층(162)을 포함하며, 유기 발광층(162)은 제 1 발광물질층(340)을 포함하는 제 1 발광부(310)와, 제 2 발광물질층(380)을 포함하는 제 2 발광부(350)를 포함한다. 또한, 유기 발광층(162)은 제 1 발광부(310)와 제 2 발광부(350) 사이에 위치하는 전하 생성층(390)을 더 포함할 수 있다.

[0159] 유기발광 표시장치(100)는 적색 화소영역, 녹색 화소영역, 청색 화소영역을 포함한다. 또한, 유기 발광표시장치(100)는 백색 화소영역을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 유기발광다이오드(D2)는 청색 화소영역에 위치할 수 있고, 제 1 및 제 2 발광물질층(340, 380) 각각은 청색 발광물질층일 수 있다.

- [0160] 제 1 전극(160)과 제 2 전극(164) 중 하나는 양극이고, 제 1 전극(160)과 제 2 전극(164) 중 다른 하나는 음극이다. 예를 들어, 제 1 전극(160)은 양극이고, 제 2 전극(164)은 음극일 수 있다. 또한, 제 1 전극(160)과 제 2 전극(164) 중 하나는 반사 전극이고, 제 1 전극(160)과 제 2 전극(164) 중 다른 하나는 투과(반투과) 전극이다.
- [0161] 상부발광 방식 유기발광다이오드(D2)에서, 제 1 전극(160)은 IT0/Ag/ITO 구조 또는 IT0/APC/ITO 구조를 갖고, 제 2 전극(160)은 Mg:Ag로 이루어질 수 있다.
- [0162] 하부발광 방식 유기발광다이오드(D2)에서, 제 1 전극(160)은 ITO 또는 IZO로 이루어지는 투명 도전성 물질층을 포함할 수 있고, 제 2 전극(164)은 Al로 이루어질 수 있다.
- [0163] 전하 생성층(390)은 제 1 및 제 2 발광부(310, 350) 사이에 위치하며, 제 1 발광부(310), 전하 생성층(390), 제 2 발광부(350)가 제 1 전극(160) 상에 순차 적층된다. 즉, 제 1 발광부(310)는 제 1 전극(160)과 전하 생성층(390) 사이에 위치하며, 제 2 발광부(350)는 제 2 전극(164)과 전하 생성층(390) 사이에 위치한다.
- [0164] 제 1 발광물질층(340), 예를 들어 제 1 청색 발광물질층(340)은 제 1 p형 호스트(342)와 제 1 n형 호스트(344)를 포함한다. 제 1 p형 호스트(342)와 제 1 n형 호스트(344)는 엑시플렉스(exciplex)를 형성한다. 예를 들어, 제 1 p형 호스트(342)는 350 내지 390nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖고, 제 1 n형 호스트(344)는 410 내지 450nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 가지며, 제 1 p형 호스트(342)와 제 1 n형 호스트(344)에 의해 형성되는 엑시플렉스는 435 내지 470nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖는다.
- [0165] 제 1 p형 호스트(342)는 화학식1로 표시되는 제 1 호스트 화합물을 적어도 하나 포함하고, 제 1 n형 호스트(344)는 화학식3으로 표시되는 제 2 호스트 화합물을 적어도 하나 포함한다.
- [0166] 예를 들어, 제 1 p형 호스트(342)는 화학식2의 다수의 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 제 1 n형 호스트(344)는 화학식4의 다수의 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0167] 제 1 청색 발광물질층(340)은 화학식5로 표시되는 제 1 도펀트(346)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 제 1 도펀트(346)는 화학식6의 다수의 화합물 중 하나일 수 있다.
- [0168] 제 1 p형 호스트(342)의 HOMO 에너지 준위는 제 1 n형 호스트(344)의 HOMO 에너지 준위보다 높다. 예를 들어, 제 1 p형 호스트(342)의 HOMO 에너지 준위는 -5.7~-5.4eV 범위 내일 수 있고, 제 1 n형 호스트(344)의 HOMO 에너지 준위는 -5.9~-5.8eV 범위 내 일 수 있다.
- [0169] 제 1 p형 호스트(342)의 LUMO 에너지 준위는 제 1 n형 호스트(344)의 LUMO 에너지 준위보다 높다. 예를 들어, 제 1 p형 호스트(342)의 LUMO 에너지 준위는 -2.2~-2.0eV 범위 내일 수 있고, 제 1 n형 호스트(344)의 LUMO 에너지 준위는 -2.9~-2.7eV 범위 내 일 수 있다.
- [0170] 제 1 p형 호스트(342)의 삼중항 에너지와 제 1 n형 호스트(344)의 삼중항 에너지 각각은 2.9~3.1eV 범위 내 일 수 있다.
- [0171] 제 1 청색 발광물질층(340)은 10 내지 100nm, 예를 들어 20 내지 50nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0172] 제 1 청색 발광물질층(340)에서, 제 1 p형 호스트(342)의 중량비와 제 1 n형 호스트(344)의 중량비 각각은 제 1 도펀트(346)의 중량비보다 크다. 제 1 p형 호스트(342)의 중량비와 제 1 n형 호스트(344)의 중량비는 같거나 다를 수 있다.
- [0173] 예를 들어, 제 1 청색 발광물질층(340)에서, 제 1 도펀트(346)를 기준으로, 제 1 p형 호스트(342)와 제 1 n형 호스트(344) 각각은 200 내지 400 중량부를 가질 수 있다.
- [0174] 제 1 발광부(310)는, 제 1 청색 발광물질층(340) 하부에 위치하는 제 1 정공수송층(313)과 제 1 청색 발광물질층(340) 상부에 위치하는 제 1 전자수송층(319) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 즉, 제 1 정공수송층(313)은 제 1 청색 발광물질층(340) 제 1 전극(160) 사이에 위치하고, 제 1 전자수송층(313)은 제 1 청색 발광물질층(340)과 제 2 발광부(380) 사이에 위치한다.
- [0175] 제 1 발광부(310)는, 제 1 정공수송층(313)과 제 1 전극(160) 사이에 위치하는 정공주입층(311)을 더 포함할 수 있다.
- [0176] 제 1 발광부(310)는, 제 1 청색 발광물질층(340)과 제 1 정공수송층(313) 사이에 위치하는 제 1 전자차단층(315)과 제 1 청색 발광물질층(340)과 제 1 전자수송층(319) 사이에 위치하는 제 1 정공차단층(317) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

- [0177] 예를 들어, 제 1 발광부(310)는 정공주입층(311), 제 1 정공수송층(313), 제 1 전자차단층(315), 제 1 청색 발광물질층(340), 제 1 정공차단층(317), 제 1 전자수송층(319)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다. 이와 달리, 제 1 전자차단층(315)과 제 1 정공차단층(317)이 생략되고, 제 1 발광부(310)는 정공주입층(311), 제 1 정공수송층(313), 제 1 청색 발광물질층(340), 제 1 전자수송층(319)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다.
- [0178] 제 2 발광물질층(380), 예를 들어 제 2 청색 발광물질층(380)은 제 2 p형 호스트(382)와 제 2 n형 호스트(384)를 포함한다. 제 2 p형 호스트(382)와 제 2 n형 호스트(384)는 엑시플렉스(exciplex)를 형성한다. 예를 들어, 제 2 p형 호스트(382)는 350 내지 390nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖고, 제 2 n형 호스트(384)는 410 내지 450nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 가지며, 제 2 p형 호스트(382)와 제 2 n형 호스트(384)에 의해 형성되는 엑시플렉스는 435 내지 470nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖는다.
- [0179] 제 2 p형 호스트(382)는 화학식1로 표시되는 제 1 호스트 화합물을 적어도 하나 포함하고, 제 2 n형 호스트(384)는 화학식3으로 표시되는 제 2 호스트 화합물을 적어도 하나 포함한다.
- [0180] 예를 들어, 제 2 p형 호스트(382)는 화학식2의 다수의 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 제 2 n형 호스트(384)는 화학식4의 다수의 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 제 1 p형 호스트(342)와 제 2 p형 호스트(382)는 같거나 다를 수 있고, 제 1 n형 호스트(344)와 제 2 n형 호스트(384)는 같거나 다를 수 있다.
- [0181] 제 2 청색 발광물질층(380)은 화학식5로 표시되는 제 2 도펀트(386)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 제 2 도펀트(386)는 화학식6의 다수의 화합물 중 하나일 수 있다. 제 1 도펀트(346)와 제 2 도펀트(386)는 같거나 다를 수 있다.
- [0182] 제 2 p형 호스트(382)의 HOMO 에너지 준위는 제 2 n형 호스트(384)의 HOMO 에너지 준위보다 높다. 예를 들어, 제 2 p형 호스트(382)의 HOMO 에너지 준위는 -5.7~-5.4eV 범위 내일 수 있고, 제 2 n형 호스트(384)의 HOMO 에너지 준위는 -5.9~-5.8eV 범위 내 일 수 있다.
- [0183] 제 2 p형 호스트(382)의 LUMO 에너지 준위는 제 2 n형 호스트(384)의 LUMO 에너지 준위보다 높다. 예를 들어, 제 2 p형 호스트(382)의 LUMO 에너지 준위는 -2.2~-2.0eV 범위 내일 수 있고, 제 2 n형 호스트(384)의 LUMO 에너지 준위는 -2.9~-2.7eV 범위 내 일 수 있다.
- [0184] 제 2 p형 호스트(382)의 삼중항 에너지와 제 2 n형 호스트(384)의 삼중항 에너지 각각은 2.9~3.1eV 범위 내 일 수 있다.
- [0185] 제 2 청색 발광물질층(380)은 10 내지 100nm, 예를 들어 20 내지 50nm의 두께를 가질 수 있다. 제 1 청색 발광물질층(340)의 두께와 제 2 청색 발광물질층(380)의 두께는 같거나 다를 수 있다.
- [0186] 제 2 청색 발광물질층(380)에서, 제 2 p형 호스트(382)의 중량비와 제 2 n형 호스트(384)의 중량비 각각은 제 2 도펀트(386)의 중량비보다 크다. 제 2 p형 호스트(382)의 중량비와 제 2 n형 호스트(384)의 중량비는 같거나 다를 수 있다.
- [0187] 예를 들어, 제 2 청색 발광물질층(380)에서, 제 2 도펀트(386)를 기준으로, 제 2 p형 호스트(382)와 제 2 n형 호스트(384) 각각은 200 내지 400 중량부를 가질 수 있다. 제 1 청색 발광물질층(340)에서 제 1 p형 호스트(342)의 중량비와 제 2 청색 발광물질층(380)에서 제 2 p형 호스트(382)의 중량비는 같거나 다를 수 있다. 제 1 청색 발광물질층(340)에서 제 1 n형 호스트(344)의 중량비와 제 2 청색 발광물질층(380)에서 제 2 n형 호스트(384)의 중량비는 같거나 다를 수 있다. 제 1 청색 발광물질층(340)에서 제 1 도펀트(346)의 중량비와 제 2 청색 발광물질층(380)에서 제 2 도펀트(386)의 중량비는 같거나 다를 수 있다.
- [0188] 제 2 발광부(350)는, 제 2 청색 발광물질층(380) 하부에 위치하는 제 2 정공수송층(351)과 제 2 청색 발광물질층(380) 상부에 위치하는 제 2 전자수송층(357) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 즉, 제 2 정공수송층(351)은 제 2 청색 발광물질층(380) 제 1 발광부(310) 사이에 위치하고, 제 2 전자수송층(357)은 제 2 청색 발광물질층(380)과 제 2 전극(164) 사이에 위치한다.
- [0189] 제 2 발광부(350)는 제 2 전자수송층(357)과 제 2 전극(164) 사이에 위치하는 전자주입층(359)을 더 포함할 수 있다.
- [0190] 제 2 발광부(350)는, 제 2 청색 발광물질층(380)과 제 2 정공수송층(351) 사이에 위치하는 제 2 전자차단층(353)과 제 2 청색 발광물질층(380)과 제 2 전자수송층(357) 사이에 위치하는 제 2 정공차단층(355) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

- [0191] 예를 들어, 제 2 발광부(350)는 제 2 정공수송층(351), 제 2 전자차단층(353), 제 2 청색 발광물질층(380), 제 2 정공차단층(355), 제 2 전자수송층(357), 전자주입층(359)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다. 이와 달리, 제 2 전자차단층(353)과 제 2 정공차단층(355)이 생략되고, 제 2 발광부(350)는 제 2 정공수송층(351), 제 2 청색 발광물질층(380), 제 2 전자수송층(357), 전자주입층(359)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다.
- [0192] 정공주입층(311)은 전술한 정공주입물질을 포함할 수 있다. 정공주입층(311)은 1 내지 20nm, 바람직하게는 5 내지 15nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0193] 제 1 및 제 2 정공수송층(313, 351) 각각은 전술한 정공수송물질을 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 정공수송층(313, 351) 각각은 30 내지 150nm, 바람직하게는 30 내지 120nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0194] 제 1 및 제 2 전자수송층(319, 357) 각각은 전술한 전자수송물질을 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 전자수송층(319, 357) 각각은 10 내지 50nm, 바람직하게는 20 내지 40nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0195] 전자주입층(359)은 전술한 전자주입물질을 포함할 수 있다. 전자주입층(359)은 0.1 내지 10nm, 바람직하게는 0.5 내지 5nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0196] 제 1 및 제 2 전자차단층(315, 353) 각각은 전술한 전자차단물질을 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 전자차단층(315, 353) 각각은 1 내지 20nm, 바람직하게는 5 내지 15nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0197] 제 1 및 제 2 정공차단층(317, 355) 각각은 전술한 정공차단물질을 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 정공차단층(317, 355) 각각은 1 내지 20nm, 바람직하게는 5 내지 15nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0198] 전하 생성층(390)은 제 1 발광부(310)와 제 2 발광부(350) 사이에 위치한다. 즉, 제 1 발광부(310)와 제 2 발광부(350)는 전하 생성층(390)에 의해 연결된다. 전하 생성층(390)은 N형 전하 생성층(392)과 P형 전하 생성층(394)이 접합된 PN접합 전하 생성층일 수 있다.
- [0199] N형 전하 생성층(392)은 제 1 전자 수송층(319)과 제 2 정공 수송층(351) 사이에 위치하고, P형 전하 생성층(394)은 N형 전하 생성층(392)과 제 2 정공 수송층(351) 사이에 위치한다.
- [0200] N형 전하 생성층(392)은 Li, Na, K, Cs와 같은 알칼리 금속 및/또는 Mg, Sr, Ba, Ra와 같은 알칼리토 금속으로 도핑된 유기층일 수 있다. 예를 들어, N형 전하 생성층(392)은 4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; Bphen), MTDATA와 같은 유기물질인 호스트와 알칼리금속 또는 알칼리토금속인 도펀트를 포함하는 N형 전하생성 물질로 이루어지며, 도펀트는 0.01 내지 30 중량%로 도핑될 수 있다.
- [0201] P형 전하 생성층(394)은 텅스텐산화물(WO_x), 몰리브덴산화물(MoO_x), 베릴륨산화물(Be₂O₃), 바나듐산화물(V₂O₅) 및 이들의 조합으로 구성되는 군에서 선택되는 무기물, NPD, HAT-CN, F4TCNQ, TPD, TNB, TCTA, N,N'-디옥틸-3,4,9,10-페테렌디카복시미드(N,N'-dioctyl-3,4,9,10-perylenedicarboximide; PTCDI-C8) 및 이들의 조합으로 구성되는 군에서 선택되는 유기물을 포함하는 P형 전하생성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0202] 상부발광 방식 유기발광다이오드(D2)는 광추출 향상을 위해 캡핑층(미도시)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 캡핑층은 제 2 전극(164) 상에 형성되며 전술한 정공수송물질을 포함할 수 있다.
- [0203] 도 4에서, 제 1 청색 발광물질층(340)이 화학식1로 표시되는 제 1 p형 호스트(342), 화학식3으로 표시되는 제 1 n형 호스트(344)를 포함하고, 제 2 청색 발광물질층(380)이 화학식1로 표시되는 제 2 p형 호스트(382), 화학식3으로 표시되는 제 2 n형 호스트(384)를 포함한다.
- [0204] 이와 달리, 제 1 청색 발광물질층(340)과 제 2 청색 발광물질층(380) 중 하나는 화학식1로 표시되는 p형 호스트, 화학식3으로 표시되는 n형 호스트를 포함하고, 제 1 청색 발광물질층(340)과 제 2 청색 발광물질층(380) 중 다른 하나는 화학식1로 표시되는 p형 호스트 및 화학식3으로 표시되는 n형 호스트와는 다른 청색 호스트를 포함할 수 있다.
- [0205] 또한, 도 4에서, 제 1 청색 발광물질층(340)이 화학식5로 표시되는 제 1 도펀트(346)를 포함하고, 제 2 청색 발광물질층(380)이 화학식5로 표시되는 제 2 도펀트(386)를 포함한다.
- [0206] 이와 달리, 제 1 청색 발광물질층(340)과 제 2 청색 발광물질층(380) 중 하나는 화학식5로 표시되는 도펀트를 포함하고, 제 1 청색 발광물질층(340)과 제 2 청색 발광물질층(380) 중 다른 하나는 화학식5로 표시되는 도펀트와는 다른 청색 도펀트를 포함할 수 있다.
- [0207] 예를 들어, 청색 호스트는, mCP, 9-(3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl)-9H-carbazole-3-carbonitrile (mCP-CN),

mCBP, CBP-CN, 9-(3-(9H-Carbazol-9-yl)phenyl)-3-(diphenylphosphoryl)-9H-carbazole (mCPP01) 3,5-Di(9H-carbazol-9-yl)biphenyl (Ph-mCP), TSP01, 9-(3'-(9H-carbazol-9-yl)-[1,1'-biphenyl]-3-yl)-9H-pyrido[2,3-b]indole (CzBPCb), bis(2-methylphenyl)diphenylsilane (UGH-1), 1,4-bis(triphenylsilyl)benzene (UGH-2), 1,3-bis(triphenylsilyl)benzene (UGH-3), 9,9-spirofluorene-2-yl-diphenyl-phosphine oxide (SPP01), 9,9'-(5-(triphenylsilyl)-1,3-phenylene)bis(9H-carbazole) (SimCP)로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

[0208] 청색 도펀트는 perylene, 4,4'-bis[4-(di-p-tolylamino)styryl]biphenyl (DPAVBi), 4-(di-p-tolylamino)-4,4'-bis[4-(di-p-tolylamino)styryl]stilbene (DPAVB), 4,4'-bis[4-(diphenylamino)styryl]biphenyl (BDAVBi), 2,7-bis(4-diphenylamino)styryl-9,9-spirofluorene (spiro-DPVB), [1,4-bis[2-[4-[N,N-di(p-tolyl)amino]phenyl]vinyl]benzene (DSB), 1-4-di-[4-(N,N-diphenyl)amino]styryl-benzene (DSA), 2,5,8,11-tetra-tetr-butylperylene (TBPe), bis(2-hydroxylphenyl)-pyridine)beryllium (Bepp2), 9-(9-Phenylcarbazole-3-yl)-10-(naphthalene-1-yl)anthracene (PCAN), mer-tris(1-phenyl-3-methylimidazolin-2-ylidene-C,C(2') iridium(III) (mer-Ir(pmi)3), fac-Tris(1,3-diphenyl-benzimidazolin-2-ylidene-C,C(2') iridium(III) (fac-Ir(dpbic)3), bis(3,4,5-trifluoro-2-(2-pyridyl)phenyl-(2-carboxypyridyl)iridium(III) (Ir(tfpd)2pic), tris(2-(4,6-difluorophenyl)pyridine))iridium(III) (Ir(Fppy)3), bis[2-(4,6-difluorophenyl)pyridinato-C2,N](picolinato)iridium(III) (FIrpic)로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

[0209] 본 발명의 유기발광다이오드(D2)는, 제 1 발광물질층(340)을 포함하는 제 1 발광부(310)와 제 2 발광물질층(380)을 포함하는 제 2 발광부(350)를 포함하고, 제 1 및 제 2 발광물질층(340, 380), 예를 들어 제 1 및 제 2 청색 발광물질층(340, 380) 중 적어도 하나는 화학식1에 표시된 p형 호스트, 화학식3에 표시된 n형 호스트, 화학식5에 표시된 도펀트를 포함한다.

[0210] 따라서, 유기발광다이오드(D2)와 유기발광표시장치(100)에서, 발광효율 및/또는 수명이 향상된다.

[0211] 도 5는 본 발명의 제 4 실시예에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 단면도이다.

[0212] 도 5에 도시된 바와 같이, 유기발광표시장치(400)는 적색 화소영역(RP), 녹색 화소영역(GP) 및 청색 화소영역(BP)이 정의된 제 1 기판(410)과, 제 1 기판(410)과 마주하는 제 2 기판(470)과, 제 1 기판(410)과 제 2 기판(470) 사이에 위치하며 청색 빛을 발광하는 유기발광다이오드(D)와, 유기발광다이오드(D)와 제 2 기판(470) 사이에 위치하는 색변환층(480)을 포함한다.

[0213] 도시하지 않았으나, 제 2 기판(470)과 색변환층(480) 각각의 사이에는 컬러필터가 형성될 수 있다.

[0214] 제 1 및 제 2 기판(410, 470) 각각은 유리 기판, 또는 플렉서블(flexible) 기판일 수 있다. 예를 들어, 제 1 및 제 2 기판(410, 470) 각각은 폴리이미드(polyimide; PI) 기판, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone; PES) 기판, 폴리에틸렌나프탈레이트(polyethylenenaphthalate; PEN) 기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene Terephthalate; PET) 기판 및 폴리카보네이트(polycarbonate; PC) 기판 중 어느 하나일 수 있다.

[0215] 제 1 기판(410) 상에는 적색 화소영역(RP), 녹색 화소영역(GP) 및 청색 화소영역(BP) 각각에 대응하여 박막트랜지스터(Tr)가 구비되고, 박막트랜지스터(Tr)의 일전극, 예를 들어 드레인 전극을 노출하는 드레인 콘택홀(452)을 갖는 평탄화층(450)이 박막트랜지스터(Tr)를 덮으며 형성된다.

[0216] 평탄화층(450) 상에는 제 1 전극(460), 유기 발광층(462) 및 제 2 전극(464)을 포함하는 유기발광다이오드(D)가 형성된다. 이때, 제 1 전극(460)은 드레인 콘택홀(452)을 통해 박막트랜지스터(Tr)의 드레인 전극에 연결될 수 있다.

[0217] 또한, 적색 화소영역(RP), 녹색 화소영역(GP) 및 청색 화소영역(BP) 각각의 경계에는 제 1 전극(460)의 가장자리를 덮는 बैं크층(466)이 형성된다.

[0218] 이때, 유기발광다이오드(D)는 도 3 또는 도 4의 구조를 갖고 청색을 발광할 수 있다. 즉, 유기발광다이오드(D)는 적색 화소영역(RP), 녹색 화소영역(GP) 및 청색 화소영역(BP) 각각에 구비되어 청색 빛을 제공한다.

[0219] 도 3을 참조하면, 유기발광다이오드(D)의 유기 발광층(462)은 청색 발광물질층(240)을 포함하고, 청색 발광물질층(240)은 화학식1로 표시되는 p형 호스트(242)와 화학식3으로 표시되는 n형 호스트(244)를 포함한다. 또한, 청색 발광물질층(240)은 화학식5로 표시되는 도펀트(246)를 더 포함할 수 있다.

[0220] 도 4를 참조하면, 유기발광다이오드(D)의 유기 발광층(462)은 제 1 청색 발광물질층(340)과 제 2 청색 발광물질

층(380)을 포함하며, 제 1 청색 발광물질층(340)은 화학식1로 표시되는 제 1 p형 호스트(342)와 화학식3으로 표시되는 제 1 n형 호스트(344)를 포함하고, 제 2 청색 발광물질층(340)은 화학식1로 표시되는 제 2 p형 호스트(382)와 화학식3으로 표시되는 제 2 n형 호스트(384)를 포함한다. 또한, 제 1 청색 발광물질층(340)은 화학식5로 표시되는 제 1 도펀트(346)를 더 포함할 수 있고, 제 2 청색 발광물질층(380)은 화학식5로 표시되는 제 2 도펀트(386)를 더 포함할 수 있다.

- [0221] 색변환층(480)은 적색 화소영역(RP)에 대응하는 제 1 색변환층(482)과 녹색 화소영역(BP)에 대응하는 제 2 색변환층(484)을 포함한다. 예를 들어, 색변환층(480)은 양자점과 같은 무기발광물질로 이루어질 수 있다.
- [0222] 적색 화소영역(RP)에서 유기발광다이오드(D)로부터의 청색 빛은 제 1 색변환층(482)에 의해 적색 빛으로 변환되고, 녹색 화소영역(GP)에서 유기발광다이오드(D)로부터의 청색 빛은 제 2 색변환층(484)에 의해 녹색 빛으로 변환된다.
- [0223] 따라서, 유기발광표시장치(400)는 컬러 영상을 구현할 수 있다.
- [0224] 도시하지 않았으나, 제 2 기관(470)과 색변환층(480) 각각의 사이에는 컬러필터가 형성될 수 있다. 컬러필터는 적색 화소영역에 대응하는 적색 컬러필터와 녹색 화소영역에 대응하는 녹색 컬러필터를 포함할 수 있다.
- [0225] 한편, 유기발광다이오드(D)로부터의 빛이 제 1 기관(410)을 통과하여 표시되는 경우, 색변환층(480)은 유기발광다이오드(D)와 제 1 기관(410) 사이에 구비될 수도 있다. 이때, 제 1 기관(410)과 색변환층(480) 각각의 사이에는 컬러필터가 형성될 수 있다.
- [0226] 도 6은 본 발명의 제 5 실시예에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 단면도이고, 도 7은 본 발명의 제 6 실시예에 따른 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이며, 도 8은 본 발명의 제 7 실시예에 따른 유기발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- [0227] 도 6에 도시된 바와 같이, 유기발광표시장치(500)는 적색 화소영역(RP), 녹색 화소영역(GP) 및 청색 화소영역(BP)이 정의된 제 1 기관(510)과, 제 1 기관(510)과 마주하는 제 2 기관(570)과, 제 1 기관(510)과 제 2 기관(570) 사이에 위치하며 백색 빛을 발광하는 유기발광다이오드(D)와, 유기발광다이오드(D)와 제 2 기관(570) 사이에 위치하는 컬러필터층(580)을 포함한다.
- [0228] 제 1 기관(510) 및 제 2 기관(570) 각각은 유리 기관, 또는 플렉서블(flexible) 기관일 수 있다. 예를 들어, 제 1 및 제 2 기관(510, 570) 각각은 폴리이미드(polyimide; PI) 기관, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone; PES) 기관, 폴리에틸렌나프탈레이트(polyethylenenaphthalate; PEN) 기관, 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene Terephthalate; PET) 기관 및 폴리카보네이트(polycarbonate; PC) 기관 중 어느 하나일 수 있다.
- [0229] 제 1 기관(510) 상에는 버퍼층(520)이 형성되고, 버퍼층(520) 상에는 적색 화소영역(RP), 녹색 화소영역(GP) 및 청색 화소영역(BP) 각각에 대응하여 박막트랜지스터(Tr)가 형성된다. 버퍼층(520)은 생략될 수 있다.
- [0230] 버퍼층(520) 상에는 반도체층(522)이 형성된다. 반도체층(522)은 산화물 반도체 물질로 이루어지거나 다결정 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0231] 반도체층(522) 상부에는 절연물질로 이루어진 게이트 절연막(524)이 형성된다. 게이트 절연막(524)은 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0232] 게이트 절연막(524) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(530)이 반도체층(522)의 중앙에 대응하여 형성된다.
- [0233] 게이트 전극(530) 상부에는 절연물질로 이루어진 층간 절연막(532)이 형성된다. 층간 절연막(532)은 산화 실리콘이나 질화 실리콘과 같은 무기 절연물질로 형성되거나, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연물질로 형성될 수 있다.
- [0234] 층간 절연막(532)은 반도체층(522)의 양측을 노출하는 제 1 및 제 2 콘택홀(534, 536)을 갖는다. 제 1 및 제 2 콘택홀(534, 536)은 게이트 전극(530)의 양측에 게이트 전극(530)과 이격되어 위치한다.
- [0235] 층간 절연막(532) 상에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어지는 소스 전극(540)과 드레인 전극(542)이 형성된다.
- [0236] 소스 전극(540)과 드레인 전극(542)은 게이트 전극(530)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 제 1 및 제 2 콘택홀(534, 536)을 통해 반도체층(522)의 양측과 접촉한다.

- [0237] 반도체층(522)과, 게이트전극(530), 소스 전극(540), 드레인전극(542)은 상기 박막트랜지스터(Tr)를 이루며, 박막트랜지스터(Tr)는 구동 소자(driving element)로 기능한다.
- [0238] 도시하지 않았으나, 게이트 배선과 데이터 배선이 서로 교차하여 화소영역을 정의하며, 게이트 배선과 데이터 배선에 연결되는 스위칭 소자가 더 형성된다. 스위칭 소자는 구동 소자인 박막트랜지스터(Tr)에 연결된다.
- [0239] 또한, 파워 배선이 데이터 배선 또는 데이터 배선과 평행하게 이격되어 형성되며, 일 프레임(frame) 동안 구동 소자인 박막트랜지스터(Tr)의 게이트전극의 전압을 일정하게 유지되도록 하기 위한 스토리지 캐패시터가 더 구성될 수 있다.
- [0240] 박막트랜지스터(Tr)의 드레인 전극(542)을 노출하는 드레인 콘택홀(552)을 갖는 평탄화층(550)이 박막트랜지스터(Tr)를 덮으며 형성된다.
- [0241] 평탄화층(550) 상에는 드레인 콘택홀(552)을 통해 박막트랜지스터(Tr)의 드레인 전극(542)에 연결되는 제 1 전극(560)이 각 화소 영역 별로 분리되어 형성된다. 제 1 전극(560)은 애노드일 수 있으며, 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제 1 전극(560)은 ITO 또는 IZO와 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0242] 제 1 전극(560) 하부에는 반사전극 또는 반사층이 더욱 형성될 수 있다. 예를 들어, 반사전극 또는 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-palladium-copper: APC) 합금으로 이루어질 수 있다. 상부 발광 방식 유기발광다이오드(D)에서, 제 1 전극(560)은 Ag/ITO 또는 APC/ITO의 이중층 구조, 또는 ITO/Ag/ITO 또는 ITO/APC/ITO의 삼중층 구조를 가질 수 있다.
- [0243] 평탄화층(550) 상에는 제 1 전극(560)의 가장자리를 덮는 बैं크층(566)이 형성된다. बैं크층(566)은 화소영역(RP, GP, BP)에 대응하여 제 1 전극(560)의 중앙을 노출한다. बैं크층(566)은 생략될 수 있다.
- [0244] 제 1 전극(560) 상에는 유기 발광층(562)이 형성된다.
- [0245] 도 7을 참조하면, 유기발광다이오드(D3)는 제 1 및 제 2 전극(560, 564) 사이에 위치하는 유기 발광층(562)을 포함하고, 유기 발광층(562)은 제 1 발광물질층(640)을 포함하는 제 1 발광부(610)와, 제 2 발광물질층(680)을 포함하는 제 2 발광부(650)와, 제 1 발광부(610)와 제 2 발광부(650) 사이에 위치하는 전하 생성층(690)을 포함한다. 또한, 유기 발광층(562)은 제 1 발광부(610)와 제 2 발광부(650) 사이에 위치하는 전하 생성층(690)을 더 포함할 수 있다.
- [0246] 유기발광다이오드(D3)는 적색, 녹색, 청색 화소영역(RP, GP, BP) 모두에 대응하여 위치한다.
- [0247] 전하 생성층(690)은 제 1 및 제 2 발광부(610, 650) 사이에 위치하며, 제 1 발광부(610), 전하 생성층(690), 제 2 발광부(650)가 제 1 전극(560) 상에 순차 적층된다. 즉, 제 1 발광부(610)는 제 1 전극(560)과 전하 생성층(690) 사이에 위치하며, 제 2 발광부(650)는 제 2 전극(564)과 전하 생성층(690) 사이에 위치한다.
- [0248] 제 1 발광부(610)의 제 1 발광물질층(640)은 청색 발광물질층이다. 제 1 발광물질층(640)은 p형 호스트(642)와 n형 호스트(644)를 포함한다. p형 호스트(642)와 n형 호스트(644)는 엑시플렉스(exciplex)를 형성한다. 예를 들어, p형 호스트(642)는 350 내지 390nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖고, n형 호스트(644)는 410 내지 450nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 가지며, p형 호스트(642)와 n형 호스트(644)에 의해 형성되는 엑시플렉스는 435 내지 470nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖는다.
- [0249] p형 호스트(642)는 화학식1로 표시되는 제 1 호스트 화합물을 적어도 하나 포함하고, n형 호스트(644)는 화학식3으로 표시되는 제 2 호스트 화합물을 적어도 하나 포함한다.
- [0250] 예를 들어, p형 호스트(642)는 화학식2의 다수의 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, n형 호스트(644)는 화학식4의 다수의 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0251] 청색 발광물질층(640)은 화학식5로 표시되는 도펀트(646)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 도펀트(646)는 화학식6의 다수의 화합물 중 하나일 수 있다.
- [0252] p형 호스트(642)의 HOMO 에너지 준위는 n형 호스트(644)의 HOMO 에너지 준위보다 높다. 예를 들어, p형 호스트(642)의 HOMO 에너지 준위는 -5.7~-5.4eV 범위 내일 수 있고, n형 호스트(644)의 HOMO 에너지 준위는 -5.9~-5.8eV 범위 내 일 수 있다.
- [0253] p형 호스트(642)의 LUMO 에너지 준위는 n형 호스트(644)의 LUMO 에너지 준위보다 높다. 예를 들어, p형 호스트

(642)의 LUMO 에너지 준위는 $-2.2\sim-2.0\text{eV}$ 범위 내일 수 있고, n형 호스트(644)의 LUMO 에너지 준위는 $-2.9\sim-2.7\text{eV}$ 범위 내일 수 있다.

- [0254] p형 호스트(642)의 삼중항 에너지와 n형 호스트(644)의 삼중항 에너지 각각은 $2.9\sim3.1\text{eV}$ 범위 내일 수 있다.
- [0255] 청색 발광물질층(640)은 10 내지 100nm, 예를 들어 20 내지 50nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0256] 청색 발광물질층(640)에서, p형 호스트(642)의 중량비와 n형 호스트(644)의 중량비 각각은 도펀트(646)의 중량비보다 크다. p형 호스트(642)의 중량비와 n형 호스트(644)의 중량비는 같거나 다를 수 있다.
- [0257] 예를 들어, 청색 발광물질층(640)에서, 도펀트(646)를 기준으로, p형 호스트(642)와 n형 호스트(644) 각각은 200 내지 400 중량부를 가질 수 있다.
- [0258] 제 1 발광부(610)는, 제 1 발광물질층(640) 하부에 위치하는 제 1 정공수송층(613)과 제 1 발광물질층(640) 상부에 위치하는 제 1 전자수송층(619) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 즉, 제 1 정공수송층(613)은 제 1 발광물질층(640) 제 1 전극(560) 사이에 위치하고, 제 1 전자수송층(613)은 제 1 발광물질층(640)과 제 2 발광부(680) 사이에 위치한다.
- [0259] 제 1 발광부(610)는, 제 1 정공수송층(613)과 제 1 전극(560) 사이에 위치하는 정공주입층(611)을 더 포함할 수 있다.
- [0260] 제 1 발광부(610)는, 제 1 발광물질층(640)과 제 1 정공수송층(613) 사이에 위치하는 제 1 전자차단층(615)과 제 1 발광물질층(640)과 제 1 전자수송층(619) 사이에 위치하는 제 1 정공차단층(617) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0261] 예를 들어, 제 1 발광부(610)는 정공주입층(611), 제 1 정공수송층(613), 제 1 전자차단층(615), 제 1 발광물질층(640), 제 1 정공차단층(617), 제 1 전자수송층(619)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다. 이와 달리, 제 1 전자차단층(615)과 제 1 정공차단층(617)이 생략되고, 제 1 발광부(610)는 정공주입층(611), 제 1 정공수송층(613), 제 1 발광물질층(640), 제 1 전자수송층(619)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다.
- [0262] 제 2 발광부(650)의 제 2 발광물질층(680)은 황록색 발광물질층일 수 있다. 예를 들어, 제 2 발광물질층(680)은 황록색 호스트(미도시)와 황록색 도펀트(미도시)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 황록색 도펀트는 형광 화합물, 인광 화합물 또는 지연형광 화합물 중 하나일 수 있다.
- [0263] 제 2 발광물질층에서, 호스트는 약 70 내지 99.9 중량%를 갖고, 황록색 도펀트는 약 0.1 내지 30 중량%를 갖는다.
- [0264] 예를 들어, 황록색 호스트는 화학식1로 표시되는 p호스트와 화학식3으로 표시되는 n형 호스트를 포함할 수 있다.
- [0265] 이와 달리, 황록색 호스트는, mCP-CN, CBP, mCBP, mCP, DPEPO, 2,8-비스(디페닐포스포릴)디벤조티오펜(2,8-bis(diphenylphosphoryl)dibenzothiophene; PPT), TmPyPB, PYD-2Cz, 2,8-디(9H-카바졸-9-일)디벤조티오펜(2,8-di(9H-carbazol-9-yl)dibenzothiophene; DCzDBT), 3', 5'-디(카바졸-9-일)-[1,1'-바이페닐]-3,5-디카보니트릴(3',5'-Di(carbazol-9-yl)-[1,1'-biphenyl]-3,5-dicarbonitrile; DCzTPA), 4'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3,5-디카보니트릴(4'-(9H-carbazol-9-yl)biphenyl-3,5-dicarbonitrile; pCzB-2CN), 3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3,5-디카보니트릴(3'-(9H-carbazol-9-yl)biphenyl-3,5-dicarbonitrile; mCzB-2CN), TSP01, 9-(9-페닐-9H-카바졸-6-일)-9H-카바졸(9-(9-phenyl-9H-carbazol-6-yl)-9H-carbazole; CCP)로 이루어진 군에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0266] 예를 들어, 황록색 도펀트는 5,6,11,12-테트라페닐나프탈렌(5,6,11,12-Tetraphenyl-naphthalene; Rubrene), 2,8-디-터르-부틸-5,11-비스(4-터르-부틸페닐)-6,12-디페닐테트라센(2,8-Di-tert-butyl-5,11-bis(4-tert-butylphenyl)-6,12-diphenyl-tetracene; TBRb), 비스(2-페닐벤조티아졸라토)(아세틸아세토네이트)이리듐(III)(Bis(2-phenylbenzothiazolato)(acetylacetonate)iridium(III); Ir(BT)2(acac)), 비스(2-(9,9-디에틸-플루오렌-2-일)-1-페닐-1H-벤조[d]이미다졸라토)(아세틸아세토네이트)이리듐(III)(Bis(2-(9,9-diethyl-fluoren-2-yl)-1-phenyl-1H-benzo[d]imidazolato)(acetylacetonate)iridium(III); Ir(fbi)2(acac)), 비스(2-페닐피리딘)(3-(피리딘-2-일)-2H-크로멘-2-오네이트)이리듐(III)(Bis(2-phenylpyridine)(3-(pyridine-2-yl)-2H-chromen-2-onate)iridium(III); fac-Ir(ppy)2Pc), 비스(2-(2,4-디플루오로페닐)퀴놀린)(피콜리네이트)이리듐(III)(Bis(2-(2,4-difluorophenyl)quinoline)(picolinate)iridium(III); FPQIpic), 비스(4-페닐티에노[3,2-c]피리디나토-

N,C2 '(아세틸아세토네이트)이리듐(III) (Bis(4-phenylthieno[3,2-c]pyridinato-N,C2') (acetylacetonate) iridium(III); PO-01)로 이루어진 군에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

- [0267] 제 2 발광부(650)는, 제 2 발광물질층(680) 하부에 위치하는 제 2 정공수송층(651)과 제 2 발광물질층(680) 상부에 위치하는 제 2 전자수송층(657) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 즉, 제 2 정공수송층(651)은 제 2 발광물질층(680) 제 1 발광부(610) 사이에 위치하고, 제 2 전자수송층(657)은 제 2 발광물질층(680)과 제 2 전극(564) 사이에 위치한다.
- [0268] 제 2 발광부(650)는 제 2 전자수송층(657)과 제 2 전극(564) 사이에 위치하는 전자주입층(659)을 더 포함할 수 있다.
- [0269] 제 2 발광부(650)는, 제 2 발광물질층(680)과 제 2 정공수송층(651) 사이에 위치하는 제 2 전자차단층(653)과 제 2 발광물질층(680)과 제 2 전자수송층(657) 사이에 위치하는 제 2 정공차단층(655) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0270] 예를 들어, 제 2 발광부(650)는 제 2 정공수송층(651), 제 2 전자차단층(653), 제 2 발광물질층(680), 제 2 정공차단층(655), 제 2 전자수송층(657), 전자주입층(659)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다. 이와 달리, 제 2 전자차단층(653)과 제 2 정공차단층(655)이 생략되고, 제 2 발광부(650)는 제 2 정공수송층(651), 제 2 발광물질층(680), 제 2 전자수송층(657), 전자주입층(659)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다.
- [0271] 정공주입층(611)은 전술한 정공주입물질을 포함할 수 있다. 정공주입층(611)은 1 내지 20nm, 바람직하게는 5 내지 15nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0272] 제 1 및 제 2 정공수송층(613, 651) 각각은 전술한 정공수송물질을 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 정공수송층(613, 651) 각각은 30 내지 150nm, 바람직하게는 30 내지 120nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0273] 제 1 및 제 2 전자수송층(619, 657) 각각은 전술한 전자수송물질을 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 전자수송층(619, 657) 각각은 10 내지 50nm, 바람직하게는 20 내지 40nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0274] 전자주입층(659)은 전술한 전자주입물질을 포함할 수 있다. 전자주입층(659)은 0.1 내지 10nm, 바람직하게는 0.5 내지 5nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0275] 제 1 및 제 2 전자차단층(615, 653) 각각은 전술한 전자차단물질을 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 전자차단층(615, 653) 각각은 1 내지 20nm, 바람직하게는 5 내지 15nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0276] 제 1 및 제 2 정공차단층(617, 655) 각각은 전술한 정공차단물질을 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 정공차단층(617, 655) 각각은 1 내지 20nm, 바람직하게는 5 내지 15nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0277] 전하 생성층(690)은 제 1 발광부(610)와 제 2 발광부(650) 사이에 위치한다. 즉, 제 1 발광부(610)와 제 2 발광부(650)는 전하 생성층(690)에 의해 연결된다. 전하 생성층(690)은 N형 전하 생성층(692)과 P형 전하 생성층(694)이 접합된 PN접합 전하 생성층일 수 있다.
- [0278] N형 전하 생성층(692)은 제 1 전자 수송층(619)과 제 2 정공 수송층(651) 사이에 위치하고, P형 전하 생성층(694)은 N형 전하 생성층(692)과 제 2 정공 수송층(651) 사이에 위치한다.
- [0279] N형 전하 생성층(692)은 전술한 N형 전하생성물질을 포함하고, P형 전하 생성층(694)은 전술한 P형 전하생성물질을 포함한다.
- [0280] 상부발광 방식 유기발광다이오드(D3)는 광추출 향상을 위해 캡핑층(미도시)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 캡핑층은 제 2 전극(464) 상에 형성되며 전술한 정공수송물질을 포함할 수 있다.
- [0281] 도 7에서, 제 1 전극(560)과 전하생성층(690) 사이에 위치하는 제 1 발광물질층(640)이 화학식1로 표시되는 p형 호스트(642), 화학식3으로 표시되는 n형 호스트(644), 화학식5로 표시되는 도펀트(646)를 포함하는 청색 발광물질층이고, 제 2 전극(564)과 전하생성층(690) 사이에 위치하는 제 2 발광물질층(680)이 황록색 발광물질층인 것이 도시되고 있다.
- [0282] 이와 달리, 제 1 전극(560)과 전하생성층(690) 사이에 위치하는 제 1 발광물질층(640)이 황록색 발광물질층이고, 제 2 전극(564)과 전하생성층(690) 사이에 위치하는 제 2 발광물질층(680)이 화학식1로 표시되는 p형 호스트(642), 화학식3으로 표시되는 n형 호스트(644), 화학식5로 표시되는 도펀트(646)를 포함하는 청색 발광물질층일 수 있다.

- [0283] 이와 같은 유기발광다이오드(D3)에서는, 제 1 발광물질층(640)은, 화학식1에 표시된 p형 호스트(642), 화학식3에 표시된 n형 호스트(644), 화학식5에 표시된 도펀트(646)를 포함한다.
- [0284] 따라서, 유기발광다이오드(D3)와 유기발광표시장치(500)에서, 발광효율 및/또는 수명이 향상된다.
- [0285] 청색을 발광하는 제 1 발광부(610)와 황록색을 발광하는 제 2 발광부(650)가 구비된 유기발광다이오드(D3)는 백색 빛을 발광할 수 있다.
- [0286] 도 8을 참조하면, 유기발광다이오드(D4)는 제 1 및 제 2 전극(560, 564) 사이에 위치하는 유기 발광층(562)을 포함하고, 유기 발광층(562)은 제 1 발광물질층(720)을 포함하는 제 1 발광부(710)와, 제 2 발광물질층(740)을 포함하는 제 2 발광부(730)와, 제 3 발광물질층(760)을 포함하는 제 3 발광부(750)를 포함한다. 또한, 유기 발광층(562)은 제 1 발광부(710)와 제 3 발광부(750) 사이에 위치하는 제 1 전하 생성층(770)과, 제 2 발광부(730)와 제 3 발광부(750) 사이에 위치하는 제 2 전하 생성층(780)을 더 포함할 수 있다.
- [0287] 유기발광다이오드(D4)는 적색, 녹색, 청색 화소영역(RP, GP, BP) 모두에 대응하여 위치한다.
- [0288] 제 1 전하 생성층(770)은 제 1 및 제 3 발광부(710, 750) 사이에 위치하며, 제 2 전하 생성층(590)은 제 2 및 제 3 발광부(730, 750) 사이에 위치한다. 즉, 제 1 발광부(710), 제 1 전하 생성층(770), 제 3 발광부(750), 제 2 전하 생성층(780), 제 2 발광부(730)가 제 1 전극(560) 상에 순차 적층된다. 즉, 제 1 발광부(710)는 제 1 전극(560)과 제 1 전하 생성층(770) 사이에 위치하며, 제 3 발광부(730)는 제 1 및 제 2 전하 생성층(770, 780) 사이에 위치하고, 제 2 발광부(750)는 제 2 전하 생성층(780)과 제 2 전극(564) 사이에 위치한다.
- [0289] 제 1 발광부(710)의 제 1 발광물질층(720)은 청색 발광물질층이다. 제 1 청색 발광물질층(720)은 제 1 p형 호스트(722)와 제 1 n형 호스트(724)를 포함한다. 제 1 p형 호스트(722)와 제 1 n형 호스트(724)는 엑시플렉스(exciplex)를 형성한다. 예를 들어, 제 1 p형 호스트(722)는 350 내지 390nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖고, 제 1 n형 호스트(724)는 410 내지 450nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 가지며, 제 1 p형 호스트(722)와 제 1 n형 호스트(724)에 의해 형성되는 엑시플렉스는 435 내지 470nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖는다.
- [0290] 제 1 p형 호스트(722)는 화학식1로 표시되는 제 1 호스트 화합물을 적어도 하나 포함하고, 제 1 n형 호스트(724)는 화학식3으로 표시되는 제 2 호스트 화합물을 적어도 하나 포함한다.
- [0291] 예를 들어, 제 1 p형 호스트(722)는 화학식2의 다수의 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 제 1 n형 호스트(724)는 화학식4의 다수의 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0292] 제 1 청색 발광물질층(720)은 화학식5로 표시되는 제 1 도펀트(726)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 제 1 도펀트(726)는 화학식6의 다수의 화합물 중 하나일 수 있다.
- [0293] 제 1 p형 호스트(722)의 HOMO 에너지 준위는 제 1 n형 호스트(724)의 HOMO 에너지 준위보다 높다. 예를 들어, 제 1 p형 호스트(722)의 HOMO 에너지 준위는 -5.7~-5.4eV 범위 내일 수 있고, 제 1 n형 호스트(724)의 HOMO 에너지 준위는 -5.9~-5.8eV 범위 내 일 수 있다.
- [0294] 제 1 p형 호스트(722)의 LUMO 에너지 준위는 제 1 n형 호스트(724)의 LUMO 에너지 준위보다 높다. 예를 들어, 제 1 p형 호스트(722)의 LUMO 에너지 준위는 -2.2~-2.0eV 범위 내일 수 있고, 제 1 n형 호스트(724)의 LUMO 에너지 준위는 -2.9~-2.7eV 범위 내 일 수 있다.
- [0295] 제 1 p형 호스트(722)의 삼중항 에너지와 제 1 n형 호스트(724)의 삼중항 에너지 각각은 2.9~3.1eV 범위 내 일 수 있다.
- [0296] 제 1 청색 발광물질층(720)은 10 내지 100nm, 예를 들어 20 내지 50nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0297] 제 1 청색 발광물질층(720)에서, 제 1 p형 호스트(722)의 중량비와 제 1 n형 호스트(724)의 중량비 각각은 제 1 도펀트(726)의 중량비보다 크다. 제 1 p형 호스트(722)의 중량비와 제 1 n형 호스트(724)의 중량비는 같거나 다를 수 있다.
- [0298] 예를 들어, 제 1 청색 발광물질층(720)에서, 제 1 도펀트(726)를 기준으로, 제 1 p형 호스트(722)와 제 1 n형 호스트(724) 각각은 200 내지 400 중량부를 가질 수 있다.
- [0299] 제 1 발광부(710)는, 제 1 발광물질층(720) 하부에 위치하는 제 1 정공수송층(713)과 제 1 발광물질층(720) 상부에 위치하는 제 1 전자수송층(719) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 즉, 제 1 정공수송층(713)은 제 1 발광물질층(720) 제 1 전극(560) 사이에 위치하고, 제 1 전자수송층(719)은 제 1 발광물질층(720)과 제 2 발광

부(750) 사이에 위치한다.

- [0300] 제 1 발광부(710)는, 제 1 정공수송층(713)과 제 1 전극(560) 사이에 위치하는 정공주입층(711)을 더 포함할 수 있다.
- [0301] 제 1 발광부(710)는, 제 1 발광물질층(720)과 제 1 정공수송층(713) 사이에 위치하는 제 1 전자차단층(715)과 제 1 발광물질층(720)과 제 1 전자수송층(719) 사이에 위치하는 제 1 정공차단층(717) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0302] 예를 들어, 제 1 발광부(710)는 정공주입층(711), 제 1 정공수송층(713), 제 1 전자차단층(715), 제 1 청색 발광물질층(720), 제 1 정공차단층(717), 제 1 전자수송층(719)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다. 이와 달리, 제 1 전자차단층(715)과 제 1 정공차단층(717)이 생략되고, 제 1 발광부(710)는 정공주입층(711), 제 1 정공수송층(713), 제 1 청색 발광물질층(720), 제 1 전자수송층(719)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다.
- [0303] 제 2 발광부(730)의 제 2 발광물질층(740)은 청색 발광물질층이다. 제 2 청색 발광물질층(740)은 제 2 p형 호스트(742)와 제 2 n형 호스트(744)를 포함한다. 제 2 p형 호스트(742)와 제 2 n형 호스트(744)는 엑시플렉스(exciplex)를 형성한다. 예를 들어, 제 2 p형 호스트(742)는 350 내지 390nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖고, 제 2 n형 호스트(744)는 410 내지 450nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 가지며, 제 2 p형 호스트(742)와 제 2 n형 호스트(744)에 의해 형성되는 엑시플렉스는 435 내지 470nm 범위 내에 있는 최대발광파장을 갖는다.
- [0304] 제 2 p형 호스트(742)는 화학식1로 표시되는 제 1 호스트 화합물을 적어도 하나 포함하고, 제 2 n형 호스트(744)는 화학식3으로 표시되는 제 2 호스트 화합물을 적어도 하나 포함한다.
- [0305] 예를 들어, 제 2 p형 호스트(742)는 화학식2의 다수의 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 제 2 n형 호스트(744)는 화학식4의 다수의 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 제 1 p형 호스트(342)와 제 2 p형 호스트(742)는 같거나 다를 수 있고, 제 1 n형 호스트(344)와 제 2 n형 호스트(744)는 같거나 다를 수 있다.
- [0306] 제 2 청색 발광물질층(740)은 화학식5로 표시되는 제 2 도펀트(746)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 제 2 도펀트(746)는 화학식6의 다수의 화합물 중 하나일 수 있다. 제 1 도펀트(346)와 제 2 도펀트(746)는 같거나 다를 수 있다.
- [0307] 제 2 p형 호스트(742)의 HOMO 에너지 준위는 제 2 n형 호스트(744)의 HOMO 에너지 준위보다 높다. 예를 들어, 제 2 p형 호스트(742)의 HOMO 에너지 준위는 -5.7~-5.4eV 범위 내일 수 있고, 제 2 n형 호스트(744)의 HOMO 에너지 준위는 -5.9~-5.8eV 범위 내 일 수 있다.
- [0308] 제 2 p형 호스트(742)의 LUMO 에너지 준위는 제 2 n형 호스트(744)의 LUMO 에너지 준위보다 높다. 예를 들어, 제 2 p형 호스트(742)의 LUMO 에너지 준위는 -2.2~-2.0eV 범위 내일 수 있고, 제 2 n형 호스트(744)의 LUMO 에너지 준위는 -2.9~-2.7eV 범위 내 일 수 있다.
- [0309] 제 2 p형 호스트(742)의 삼중항 에너지와 제 2 n형 호스트(744)의 삼중항 에너지 각각은 2.9~3.1eV 범위 내 일 수 있다.
- [0310] 제 2 청색 발광물질층(740)은 10 내지 100nm, 예를 들어 20 내지 50nm의 두께를 가질 수 있다. 제 1 청색 발광물질층(340)의 두께와 제 2 청색 발광물질층(740)의 두께는 같거나 다를 수 있다.
- [0311] 제 2 청색 발광물질층(740)에서, 제 2 p형 호스트(742)의 중량비와 제 2 n형 호스트(744)의 중량비 각각은 제 2 도펀트(746)의 중량비보다 크다. 제 2 p형 호스트(742)의 중량비와 제 2 n형 호스트(744)의 중량비는 같거나 다를 수 있다.
- [0312] 예를 들어, 제 2 청색 발광물질층(740)에서, 제 2 도펀트(746)를 기준으로, 제 2 p형 호스트(742)와 제 2 n형 호스트(744) 각각은 200 내지 400 중량부를 가질 수 있다. 제 1 청색 발광물질층(340)에서 제 1 p형 호스트(342)의 중량비와 제 2 청색 발광물질층(740)에서 제 2 p형 호스트(742)의 중량비는 같거나 다를 수 있다. 제 1 청색 발광물질층(340)에서 제 1 n형 호스트(344)의 중량비와 제 2 청색 발광물질층(740)에서 제 2 n형 호스트(744)의 중량비는 같거나 다를 수 있다. 제 1 청색 발광물질층(340)에서 제 1 도펀트(346)의 중량비와 제 2 청색 발광물질층(740)에서 제 2 도펀트(746)의 중량비는 같거나 다를 수 있다.
- [0313] 제 2 발광부(730)는, 제 2 발광물질층(740) 하부에 위치하는 제 2 정공수송층(731)과 제 2 발광물질층(740) 상부에 위치하는 제 2 전자수송층(737) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 즉, 제 2 정공수송층(731)은 제 2 발광물질층(740) 제 1 발광부(310) 사이에 위치하고, 제 2 전자수송층(737)은 제 2 발광물질층(740)과 제 2 전

극(564) 사이에 위치한다.

- [0314] 제 2 발광부(730)는 제 2 전자수송층(737)과 제 2 전극(564) 사이에 위치하는 전자주입층(739)을 더 포함할 수 있다.
- [0315] 제 2 발광부(730)는, 제 2 발광물질층(740)과 제 2 정공수송층(731) 사이에 위치하는 제 2 전자차단층(733)과 제 2 발광물질층(740)과 제 2 전자수송층(737) 사이에 위치하는 제 2 정공차단층(735) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0316] 예를 들어, 제 2 발광부(730)는 제 2 정공수송층(731), 제 2 전자차단층(733), 제 2 청색 발광물질층(740), 제 2 정공차단층(735), 제 2 전자수송층(737), 전자주입층(739)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다. 이와 달리, 제 2 전자차단층(733)과 제 2 정공차단층(735)이 생략되고, 제 2 발광부(730)는 제 2 정공수송층(731), 제 2 청색 발광물질층(740), 제 2 전자수송층(737), 전자주입층(739)이 순차 적층된 구조를 가질 수 있다.
- [0317] 제 3 발광부(750)의 제 3 발광물질층(760)은 적색 발광층(762)과 녹색 발광층(764)를 포함하여 적색 빛과 녹색 빛을 발광할 수 있다.
- [0318] 적색 발광층(762)은 적색 호스트와 적색 도펀트를 포함할 수 있다. 적색 발광물질층(762)에서, 적색 호스트는 70 내지 99wt%를 갖고, 적색 도펀트는 1 내지 30wt%를 가질 수 있다. 예를 들어, 적색 도펀트는 적색 형광 화합물, 적색 인광 화합물 또는 적색 지연형광 화합물 중 하나일 수 있다.
- [0319] 적색 호스트는 화학식1의 p형 호스트와 화학식3으로 표시된 n형 호스트를 포함할 수 있다. 이와 달리, 적색 호스트는, mCP-CN, CBP, mCBP, mCP, DPEPO, 2,8-비스(디페닐포스포릴)디벤조티오펜(2,8-bis(diphenylphosphoryl)dibenzothiophene; PPT), 1,3,5-트리[(3-피리딜)-펜-3-일]벤젠(1,3,5-Tri[(3-pyridyl)-phen-3-yl]benzene; TmPyPB), 2,6-디(9H-카바졸-9-일)피리딘(2,6-Di(9H-carbazol-9-yl)pyridine; PYD-2Cz), 2,8-디(9H-카바졸-9-일)디벤조티오펜(2,8-di(9H-carbazol-9-yl)dibenzothiophene; DCzDBT), 3', 5'-디(카바졸-9-일)-[1,1'-바이페닐]-3,5-디카보니트릴(3', 5'-Di(carbazol-9-yl)-[1,1'-bipheyl]-3,5-dicarbonitrile; DCzTPA), 4'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3,5-디카보니트릴(4'-(9H-carbazol-9-yl)biphenyl-3,5-dicarbonitrile(4'-(9H-carbazol-9-yl)biphenyl-3,5-dicarbonitrile; pCzB-2CN), 3'-(9H-카바졸-9-일)바이페닐-3,5-디카보니트릴(3'-(9H-carbazol-9-yl)biphenyl-3,5-dicarbonitrile; mCzB-2CN), TSP01, 9-(9-페닐-9H-카바졸-6-일)-9H-카바졸(9-(9-phenyl-9H-carbazol-6-yl)-9H-carbazole; CCP), 4-(3-(트리페닐렌-2-일)페닐)디벤조[b,d]티오펜(4-(3-(triphenylen-2-yl)phenyl)dibenzo[b,d]thiophene), 9-(4-(9H-카바졸-9-일)페닐)-9H-3,9'-바이카바졸(9-(4-(9H-carbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicarbazole), 9-(3-(9H-카바졸-9-일)페닐)-9H-3,9'-바이카바졸(9-(3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicarbazole), 9-(6-(9H-카바졸-9-일)피리딘-3-일)-9H-3,9'-바이카바졸(9-(6-(9H-carbazol-9-yl)pyridin-3-yl)-9H-3,9'-bicabazole), 9,9'-디페닐-9H,9'H-3,3'-바이카바졸(9,9'-Diphenyl-9H,9'H-3,3'-bicarbazole; BCzPh), 1,3,5-트리스(카바졸-9-일)벤젠(1,3,5-Tris(carbazole-9-yl)benzene; TCP), TCTA, 4,4'-비스(카바졸-9-일)-2,2'-디메틸바이페닐(4,4'-Bis(carbazole-9-yl)-2,2'-dimethylbipheyl; CDBP), 2,7-비스(카바졸-9-일)-9,9-디메틸플루오렌(2,7-Bis(carbazole-9-yl)-9,9-dimethylfluorene(DMFL-CBP), 2,2',7,7'-테트라키스(카바졸-9-일)-9,9-스피로플루오렌(2,2',7,7'-Tetrakis(carbazole-9-yl)-9,9-spirofluorene; Spiro-CBP), 3,6-비스(카바졸-9-일)-9-(2-에틸-헥실)-9H-카바졸(3,6-Bis(carbazole-9-yl)-9-(2-ethyl-hexyl)-9H-carbazole; TCz1)로 이루어진 군에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0320] 적색 도펀트는, [bis(2-(4,6-dimethyl)phenylquinoline)](2,2,6,6-tetramethylheptane-3,5-dionate)iridium(III), bis[2-(4-n-hexylphenyl)quinoline](acetylacetonate)iridium(III) (Hex-Ir(phq)2(acac)), tris[2-(4-n-hexylphenyl)quinoline]iridium(III) (Hex-Ir(phq)3), tris[2-phenyl-4-methylquinoline]iridium(III) (Ir(Mphq)3), bis(2-phenylquinoline)(2,2,6,6-tetramethylheptene-3,5-dionate)iridium(III) (Ir(dpm)PQ2), bis(phenylisoquinoline)(2,2,6,6-tetramethylheptene-3,5-dionate)iridium(III) (Ir(dpm)(piq)2), bis[(4-n-hexylphenyl)isoquinoline](acetylacetonate)iridium(III) (Hex-Ir(piq)2(acac)), tris[2-(4-n-hexylphenyl)quinoline]iridium(III) (Hex-Ir(piq)3), tris(2-(3-methylphenyl)-7-methyl-quinolato)iridium (Ir(dmpq)3), bis[2-(2-methylphenyl)-7-methyl-quinoline](acetylacetonate)iridium(III) (Ir(dmpq)2(acac)), bis[2-(3,5-dimethylphenyl)-4-methyl-quinoline](acetylacetonate)iridium(III) (Ir(mphmq)2(acac)), tris(dibenzoylmethane)mono(1,10-phenanthroline)europium(III) (Eu(dbm)3(phen))로 이루어진 군에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

- [0321] 녹색 발광층(764)은 적색 호스트와 적색 도펀트를 포함할 수 있다. 적색 발광물질층(764)에서, 적색 호스트는 70 내지 99wt%를 갖고, 적색 도펀트는 1 내지 30wt%를 가질 수 있다. 예를 들어, 녹색 도펀트는 형광 화합물, 인광 화합물 또는 지연형광 화합물 중 하나일 수 있다.
- [0322] 녹색 호스트는 화학식1의 p형 호스트와 화학식3으로 표시된 n형 호스트를 포함할 수 있다. 이와 달리, 녹색 호스트는 전술한 황록색 호스트와 같을 수 있다.
- [0323] 녹색 도펀트는, [비스(2-페닐피리딘)](피리딘-2-벤조퓨로[2,3-b]피리딘)이리듐 ([Bis(2-phenylpyridine)](pyridyl-2-benzofuro[2,3-b]pyridine)iridium), 트리스[2-페닐피리딘]이리듐(III) (Tris[2-phenylpyridine]iridium(III); Ir(ppy)₃), 팩-트리스(2-페닐피리딘)이리듐(III) (fac-Tris(2-phenylpyridine)iridium(III); fac-Ir(ppy)₃), 비스(2-페닐피리딘)(아세틸아세토네이트)이리듐(III) (Bis(2-phenylpyridine)(acetylacetonate)iridium(III); Ir(ppy)₂(acac)), 트리스[2-(p-톨릴)피리딘]이리듐(III) (Tris[2-(p-tolyl)pyridine]iridium(III); Ir(mppy)₃), 비스(2-나프탈렌-2-일)피리딘)(아세틸아세토네이트)이리듐(III) (Bis(2-(naphthalene-2-yl)pyridine)(acetylacetonate)iridium(III); Ir(npy)₂acac), 트리스(2-페닐-3-메틸-피리딘)이리듐 (Tris(2-phenyl-3-methyl-pyridine)iridium; Ir(3mppy)₃), 팩-트리스(2-(3-p-자일릴)페닐)피리딘 이리듐(III) (fac-Tris(2-(3-p-xylyl)phenyl)pyridine iridium(III); TEG)로 이루어진 군에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0324] 이와 달리, 제 3 발광부(750)의 제 3 발광물질층(760)은 적색 발광층(762)과 녹색 발광층(764) 사이에 위치하는 황록색 발광층을 더 포함하여 삼중층 구조를 가질 수 있다. 황록색 발광층은 전술한 황록색 호스트 물질과 황록색 도펀트 물질을 포함할 수 있다. 또한, 제 3 발광부(750)의 제 3 발광물질층(760)을 대신하여 황록색 발광물질층이 포함될 수도 있다.
- [0325] 제 3 발광부(750)는, 제 3 발광물질층(760) 하부에 위치하는 제 3 정공수송층(751)과 제 3 발광물질층(760) 상부에 위치하는 제 3 전자수송층(753) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0326] 또한, 제 3 발광부(750)는, 제 3 정공수송층(751)과 제 3 발광물질층(760) 사이에 위치하는 제 3 전자차단층과 제 3 발광물질층(760)과 제 3 전자수송층(753) 사이에 위치하는 제 3 정공차단층 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0327] 정공주입층(711)은 전술한 정공주입물질을 포함할 수 있다. 정공주입층(711)은 1 내지 20nm, 바람직하게는 5 내지 15nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0328] 제 1 내지 제 3 정공수송층(713, 731, 751) 각각은 전술한 정공수송물질을 포함할 수 있다. 제 1 내지 제 3 정공수송층(713, 731, 751) 각각은 30 내지 150nm, 바람직하게는 30 내지 120nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0329] 제 1 내지 제 3 전자수송층(719, 737, 753) 각각은 전술한 전자수송물질을 포함할 수 있다. 제 1 내지 제 3 전자수송층(719, 737, 753) 각각은 10 내지 50nm, 바람직하게는 20 내지 40nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0330] 전자주입층(739)은 전술한 전자주입물질을 포함할 수 있다. 전자주입층(739)은 0.1 내지 10nm, 바람직하게는 0.5 내지 5nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0331] 제 1 전자차단층(715), 제 2 전자차단층(733), 제 3 전자차단층 각각은 전술한 전자차단물질을 포함할 수 있다. 제 1 전자차단층(645), 제 2 전자차단층(733), 제 3 전자차단층 각각은 1 내지 20nm, 바람직하게는 5 내지 15nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0332] 제 1 정공차단층(717), 제 2 정공차단층(735), 제 3 정공차단층 각각은 전술한 정공차단물질을 포함할 수 있다. 제 1 정공차단층(717), 제 2 정공차단층(735), 제 3 정공차단층 각각은 1 내지 20nm, 바람직하게는 5 내지 15nm의 두께를 가질 수 있다.
- [0333] 제 1 전하 생성층(770)은 제 1 발광부(710)와 제 3 발광부(750) 사이에 위치하고, 제 2 전하 생성층(780)은 제 2 발광부(730)와 제 3 발광부(750) 사이에 위치한다. 즉, 제 1 발광부(710)와 제 3 발광부(750)는 제 1 전하 생성층(770)에 의해 연결되고, 제 2 발광부(730)와 제 3 발광부(750)는 제 2 전하 생성층(780)에 의해 연결된다. 제 1 전하 생성층(770)은 제 1 N형 전하 생성층(772)과 제 1 P형 전하 생성층(774)이 접합된 PN접합 전하 생성층일 수 있고, 제 2 전하 생성층(780)은 제 2 N형 전하 생성층(782)과 제 2 P형 전하 생성층(784)이 접합된 PN접합 전하 생성층일 수 있다.
- [0334] 제 1 전하 생성층(770)에서, 제 1 N형 전하 생성층(772)은 제 1 전자수송층(719)과 제 3 정공 수송층(751) 사이

에 위치하고, 제 1 P형 전하 생성층(774)은 제 1 N형 전하 생성층(772)과 제 3 정공 수송층(751) 사이에 위치한다.

[0335] 제 2 전하 생성층(780)에서, 제 2 N형 전하 생성층(782)은 제 3 전자 수송층(753)과 제 2 정공 수송층(731) 사이에 위치하고, 제 2 P형 전하 생성층(784)은 제 2 N형 전하 생성층(782)과 제 2 정공 수송층(731) 사이에 위치한다.

[0336] 제 1 및 제 2 N형 전하 생성층(772, 782) 각각은 전술한 N형 전하생성물질을 포함하고, 제 1 및 제 2 P형 전하 생성층(772, 782) 각각은 전술한 P형 전하생성물질을 포함한다.

[0337] 상부발광 방식 유기발광다이오드(D4)는 광추출 향상을 위해 캡핑층(미도시)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 캡핑층은 제 2 전극(464) 상에 형성되며 전술한 정공수송물질을 포함할 수 있다.

[0338] 도 8에서, 제 1 청색 발광물질층(720)이 화학식1로 표시되는 제 1 p형 호스트(722), 화학식3으로 표시되는 제 1 n형 호스트(724)를 포함하고, 제 2 청색 발광물질층(740)이 화학식1로 표시되는 제 2 p형 호스트(742), 화학식3으로 표시되는 제 2 n형 호스트(744)를 포함한다.

[0339] 이와 달리, 제 1 청색 발광물질층(720)과 제 2 청색 발광물질층(740) 중 하나는 화학식1로 표시되는 p형 호스트, 화학식3으로 표시되는 n형 호스트를 포함하고, 제 1 청색 발광물질층(720)과 제 2 청색 발광물질층(740) 중 다른 하나는 화학식1로 표시되는 p형 호스트 및 화학식3으로 표시되는 n형 호스트와는 다른 전술한 청색 호스트를 포함할 수 있다.

[0340] 또한, 도 4에서, 제 1 청색 발광물질층(720)이 화학식5로 표시되는 제 1 도펀트(726)를 포함하고, 제 2 청색 발광물질층(740)이 화학식5로 표시되는 제 2 도펀트(746)를 포함한다.

[0341] 이와 달리, 제 1 청색 발광물질층(720)과 제 2 청색 발광물질층(740) 중 하나는 화학식5로 표시되는 도펀트를 포함하고, 제 1 청색 발광물질층(720)과 제 2 청색 발광물질층(740) 중 다른 하나는 화학식5로 표시되는 도펀트와는 다른 전술한 청색 도펀트를 포함할 수 있다.

[0342] 본 발명의 유기발광다이오드(D4)는, 제 1 발광물질층(720, 제 1 청색 발광물질층)을 포함하는 제 1 발광부(710), 제 2 발광물질층(740, 제 2 청색 발광물질층)을 포함하는 제 2 발광부(730), 적색 및 녹색(또는 황록색)을 제 3 발광물질층(760)을 포함하는 제 3 발광부(750)를 포함하고, 제 1 및 제 2 청색 발광물질층(720, 740) 중 적어도 하나는 화학식1에 표시된 p형 호스트, 화학식3에 표시된 n형 호스트, 화학식5에 표시된 도펀트를 포함한다.

[0343] 따라서, 유기발광다이오드(D4)와 유기발광표시장치(500)에서, 발광효율 및/또는 수명이 향상된다.

[0344] 청색을 발광하는 제 1 및 제 2 발광부(710, 730)와 적색 및 녹색(또는 황록색)을 발광하는 제 3 발광부(750)가 구비된 유기발광다이오드(D4)는 백색 빛을 발광할 수 있다.

[0345] 한편, 도 8에서 유기발광다이오드(D4)는 제 1 발광부(710), 제 2 발광부(730) 및 제 3 발광부(750)를 포함하여 삼중 스택 구조를 갖는다. 이와 달리, 유기발광다이오드(D4)는 추가적인 발광부와 전하생성층을 포함할 수도 있다.

[0346] 다시 도 6을 참조하면, 유기 발광층(562)이 형성된 제 1 기판(510) 상부로 제 2 전극(564)이 형성된다.

[0347] 본 발명의 유기발광표시장치(500)에서는 유기 발광층(562)에서 발광된 빛이 제 2 전극(564)을 통해 컬러필터층(580)으로 입사되므로, 제 2 전극(564)은 빛이 투과될 수 있도록 얇은 두께를 갖는다.

[0348] 제 1 전극(560), 유기 발광층(562) 및 제 2 전극(564)은 유기발광다이오드(D)를 이룬다.

[0349] 컬러필터층(580)은 유기발광다이오드(D)의 상부에 위치하며 적색 화소영역(RP), 녹색 화소영역(GP) 및 청색 화소영역(BP) 각각에 대응되는 적색 컬러필터(582), 녹색 컬러필터(584), 청색 컬러필터(586)를 포함한다.

[0350] 도시하지 않았으나, 컬러필터층(580)은 접착층에 의해 유기발광다이오드(D)에 부착될 수 있다. 이와 달리, 컬러필터층(580)은 유기발광다이오드(D) 바로 위에 형성될 수도 있다.

[0351] 도시하지 않았으나, 외부 수분이 유기발광다이오드(D)로 침투하는 것을 방지하기 위해, 인캡슐레이션층이 형성될 수 있다. 예를 들어, 인캡슐레이션층은 제 1 무기 절연층과, 유기 절연층과 제 2 무기 절연층의 적층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0352] 또한, 제 2 기관(570)의 외측면에는 외부광 반사를 줄이기 위한 편광판이 부착될 수 있다. 예를 들어, 상기 편광판은 원형 편광판일 수 있다.

[0353] 도 6에서, 유기발광다이오드(D)의 빛은 제 2 전극(564)을 통과하고, 컬러필터층(580)은 유기발광다이오드(D)의 상부에 배치되고 있다. 이와 달리, 유기발광다이오드(D)의 빛은 제 1 전극(560)을 통과하고, 컬러필터층(580)은 유기발광다이오드(D)와 제 1 기관(510) 사이에 배치될 수도 있다.

[0354] 또한, 유기발광다이오드(D)와 컬러필터층(580) 사이에는 색변환층(미도시)이 구비될 수도 있다. 색변환층은 각 화소에 대응하여 적색 색변환층, 녹색 색변환층 및 청색 색변환층을 포함하며, 유기발광다이오드(D)로부터의 백색 광을 적색, 녹색 및 청색으로 각각 변환할 수 있다.

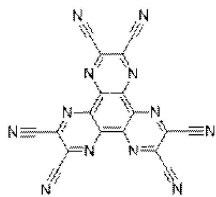
[0355] 진술한 바와 같이, 유기발광다이오드(D)로부터의 백색 빛은 적색 화소영역(RP), 녹색 화소영역(GP) 및 청색 화소영역(BP) 각각에 대응되는 적색 컬러필터(582), 녹색 컬러필터(584), 청색 컬러필터(586)를 통과함으로써, 적색 화소영역(RP), 녹색 화소영역(GP) 및 청색 화소영역(BP)에서 적색, 녹색 및 청색 빛이 표시된다.

[0356] 한편, 도 6 내지 도 8에서, 백색을 발광하는 유기발광다이오드(D)가 표시장치에 이용되고 있다. 이와 달리, 유기발광다이오드(D)는 박막트랜지스터(Tr)와 같은 구동 소자 및 컬러필터층(580) 없이 기관 전면에 형성되어 조명장치에 이용될 수도 있다. 본 발명에서 유기발광장치는 표시장치와 조명장치를 포함한다.

[0358] [유기발광다이오드]

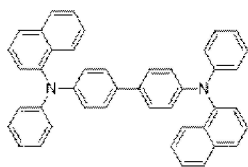
[0359] 양극(ITO(5nm)/Ag(100nm)/ITO(5nm)), 정공주입층(화학식7 화합물, 7nm), 정공수송층(화학식8, 110nm), 전자차단층(화학식9 화합물, 10nm), 청색 발광물질층(30nm), 정공차단층(화학식10 화합물, 10nm), 전자수송층(화학식11 화합물, 30nm), 전자주입층(LiF, 1nm), 음극(Mg:Ag(1:9), 12nm), 캡핑층(화학식8 화합물, 75nm)을 순차 적층하여 상부발광 방식의 청색 유기발광다이오드를 제작하였다.

[0360] [화학식7]



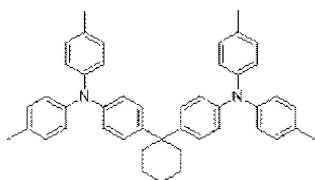
[0361]

[0362] [화학식8]



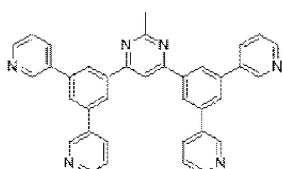
[0363]

[0364] [화학식9]



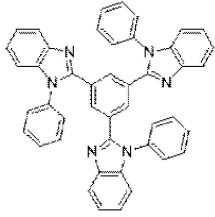
[0365]

[0366] [화학식10]



[0367]

[0368] [화학식11]



[0369]

[0370] 1. 비교예

[0371] (1) 비교예1 (Ref1)

[0372] 화학식12의 화합물A(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

[0373] (2) 비교예2 (Ref2)

[0374] 화학식12의 화합물B(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

[0375] (3) 비교예3 (Ref3)

[0376] 화학식12의 화합물C(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

[0377] (4) 비교예4 (Ref4)

[0378] 화학식12의 화합물D(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

[0379] (5) 비교예5 (Ref5)

[0380] 화학식12의 화합물E(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

[0381] (6) 비교예6 (Ref6)

[0382] 화학식12의 화합물F(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

[0383] (7) 비교예7 (Ref7)

[0384] 화학식12의 화합물G(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

[0385] (8) 비교예8 (Ref8)

[0386] 화학식12의 화합물H(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

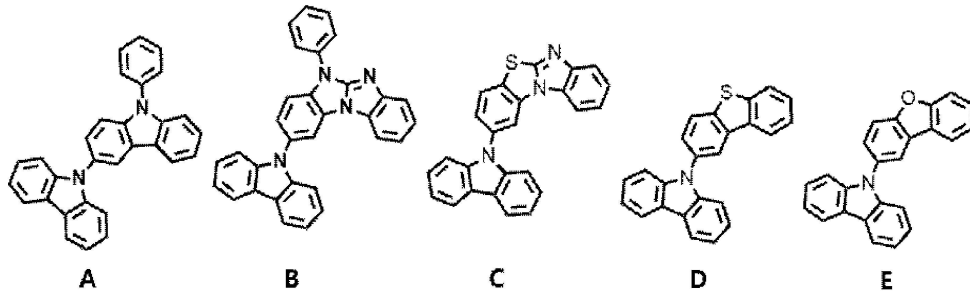
[0387] (9) 비교예9 (Ref9)

[0388] 화학식12의 화합물I(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

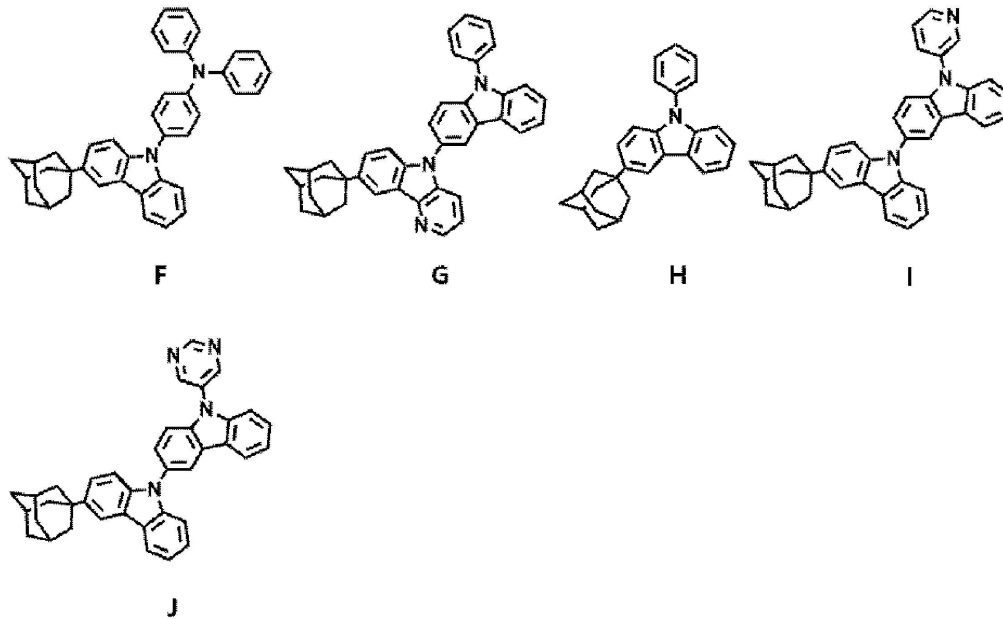
[0389] (10) 비교예10 (Ref10)

[0390] 화학식12의 화합물J(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

[0391] [화학식12]



[0392]



[0393] 2. 실험예

[0394] (1) 실험예1 (Ex1)

[0395] 화학식2의 화합물HH1(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

[0396] (2) 실험예2 (Ex2)

[0397] 화학식2의 화합물HH2(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

[0398] (3) 실험예3 (Ex3)

[0399] 화학식2의 화합물HH3(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

[0400] (4) 실험예4 (Ex4)

[0401] 화학식2의 화합물HH4(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

[0402] (5) 실험예5 (Ex5)

[0403] 화학식2의 화합물HH5(42wt%), 화학식4의 화합물EH1(44wt%), 화학식6의 화합물D1(12wt%)을 이용하여 청색 발광물 질층을 형성하였다.

[0404] 실험예1 내지 실험예5에서 이용된 p형 호스트, n형 호스트, p형 호스트와 n형 호스트에 형성되는 엑시플렉스 각각의 PL스펙트럼을 도 9a 내지 도 9e에 도시하였다. (가로축 단위는 nm)

[0405] 또한, 실험예1 내지 실험예5에서 이용된 p형 호스트, n형 호스트의 HOMO 에너지 준위, LUMO 에너지 준위, 삼중항 에너지(T1), 최대발광파장(Emax), 엑시플렉스 최대발광파장을 측정하여 표1에 기재하였다.

[0406] 공지된 다양한 방법에 의해 HOMO 에너지 준위가 결정(측정)될 수 있다. 예를 들어, HOMO 에너지 준위는 RKI 기기에서 만든 AC3 표면 분석기와 같은 기존 표면 분석기를 사용하여 결정할 수 있다. 표면 분석기는 두께가 50 nm인 화합물의 단일 필름(순수한 필름)을 측정하기 위해 이용될 수 있다. LUMO 에너지 준위는 다음과 같이 계산할 수 있다.

[0407] $LUMO = HOMO - \text{밴드갭}$

[0408] 밴드갭은 50 nm의 두께를 갖는 단일 필름의 UV-vis 측정과 같이 당업자에게 공지된 임의의 통상적인 방법을 사용하여 계산될 수 있다. 예를 들어, 밴드갭은 SCINCO S-3100 분광 광도계를 사용하여 측정될 수 있다. 본발명에 개시된 화합물의 HOMO 및 LUMO 값은 이러한 방식으로 결정될 수 있다. 즉, HOMO 및 LUMO 값은 50nm 필름과 같은 박막의 실험적 또는 경험적으로 결정된 값일 수 있다.

[0409] 삼중항 에너지는 저온 PL spectrum으로부터 측정될 수 있다.

[0410] PL 스펙트럼은 톨루엔과 같은 유기 용매에서 실온(즉, 25℃)에서 측정할 수 있다. 예를 들어, 약 1×10^{-5} M의 농도를 갖는 유기 용매(예: 톨루엔)에 용해된 화합물의 용액이 사용될 수 있다. PL 스펙트럼은 PL 검출(with photoluminescence detection)과 함께 FS-5 형광 분광계(Edinburgh Instruments)와 같은 형광 분광계를 사용하여 측정될 수 있다.

표 1

	HOMO [eV]	LUMO [eV]	Emax [nm]	T1 [eV]
HH1	-5.43	-2.09	386	2.98
HH2	-5.62	-2.15	358	2.94
HH3	-5.61	-2.11	358	3.03
HH4	-5.59	-2.16	373	2.96
HH5	-5.59	-2.16	375	3.00
EH1	-5.80	-2.80	430	2.96
exciplex	-	-	457	-

[0413] 비교예1 내지 비교예10과 실험예1 내지 실험예5에서 제작된 유기발광다이오드의 전광특성(구동전압(V), 휘도(cd/A), 색좌표(CIEy))과 수명(LT95)을 측정하여 표2에 기재하였다. 전광특성과 수명은 3.0mA/cm² 조건에서 측정되었다.

표 2

	V	Cd/A	CIEy	LT95 [h]
Ref1	3.8	18.3	0.067	81
Ex1	3.8	24.3	0.066	110
Ref2	3.8	17.6	0.066	75
Ex2	3.8	18.9	0.066	91
Ref3	3.8	16.5	0.066	43
Ex3	3.8	16.8	0.065	51
Ref4	3.8	17.0	0.068	36
Ex4	3.8	17.6	0.067	50
Ref5	3.8	16.1	0.066	41
Ex5	3.8	16.2	0.065	55
Ref6	3.8	13.9	0.064	10
Ref7	3.8	14.5	0.063	11
Ref8	3.8	14.0	0.064	11
Ref9	3.8	14.2	0.064	16
Ref10	3.8	13.3	0.063	19

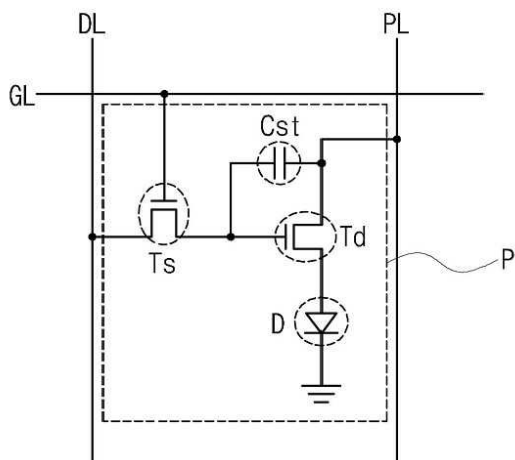
- [0415] 표2에서 보여지는 바와 같이, 비교예1 내지 비교예10의 유기발광다이오드와 비교할 때, 실험예1 내지 실험예5의 유기발광다이오드가 발광효율과 수명 중 적어도 하나에서 장점을 갖는다.
- [0416] 예를 들어, 화합물A, 화합물B, 화합물C, 화합물D, 화합물E와, 화합물HH1, 화합물HH2, 화합물HH3, 화합물HH4, 화합물HH5 각각은 아다만타닐기의 치환 여부에서만 차이를 갖는다. 그러나, 비교예1 내지 비교예5의 유기발광다이오드와 비교할때, 실험예1 내지 실험예5의 유기발광다이오드에서 발광효율과 수명이 향상된다.
- [0417] 또한, 화합물F, 화합물G, 화합물H, 화합물I, 화합물J는 아다만타닐기를 포함하지만, 화합물HH1, 화합물HH2, 화합물HH3, 화합물HH4, 화합물HH5과 코어에서 차이를 갖는다. 이에 따라, 비교예6 내지 비교예10의 유기발광다이오드와 비교할때, 실험예1 내지 실험예5의 유기발광다이오드에서 발광효율과 수명이 크게 향상된다.
- [0419] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 통상의 기술자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

- [0421] 100, 400, 500: 유기발광표시장치 160, 460, 560: 제 1 전극
162, 462, 562: 유기발광층 164, 464, 564: 제 2 전극
240, 340, 380, 640, 720, 740: 발광물질층
242, 342, 382, 642, 722, 742: p형 호스트
244, 344, 384, 644, 724, 744: n형 호스트
246, 346, 386, 646, 726, 746: 도펀트
D, D1, D2, D3, D5: 유기발광다이오드

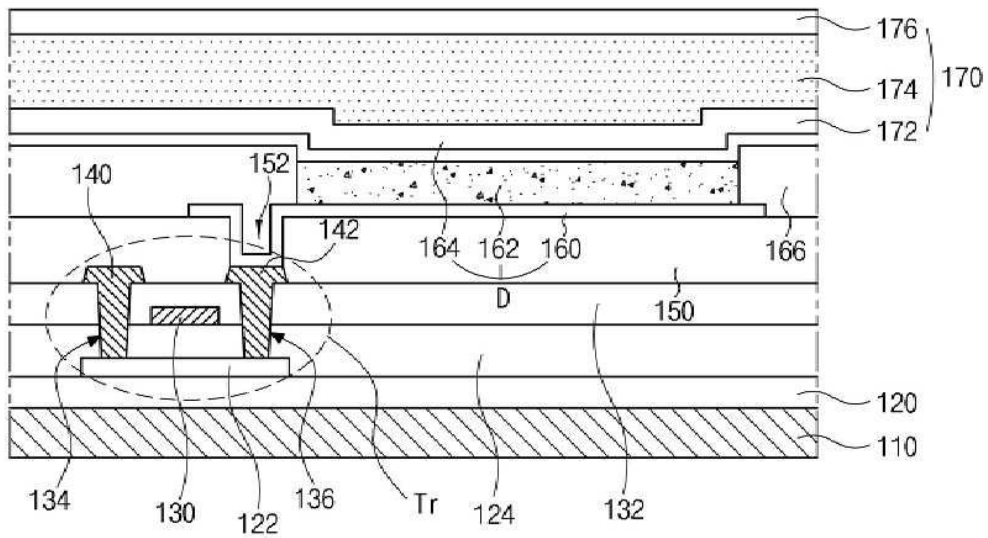
도면

도면1

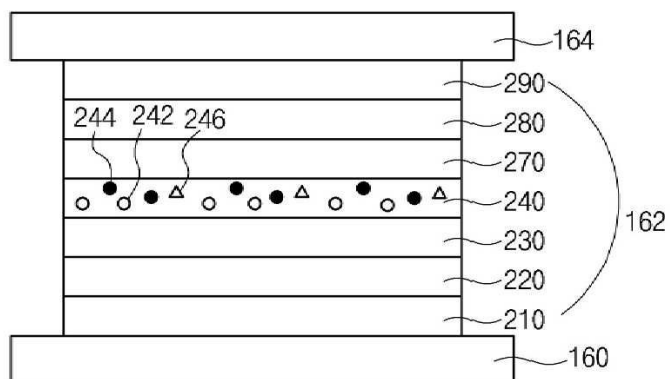


도면2

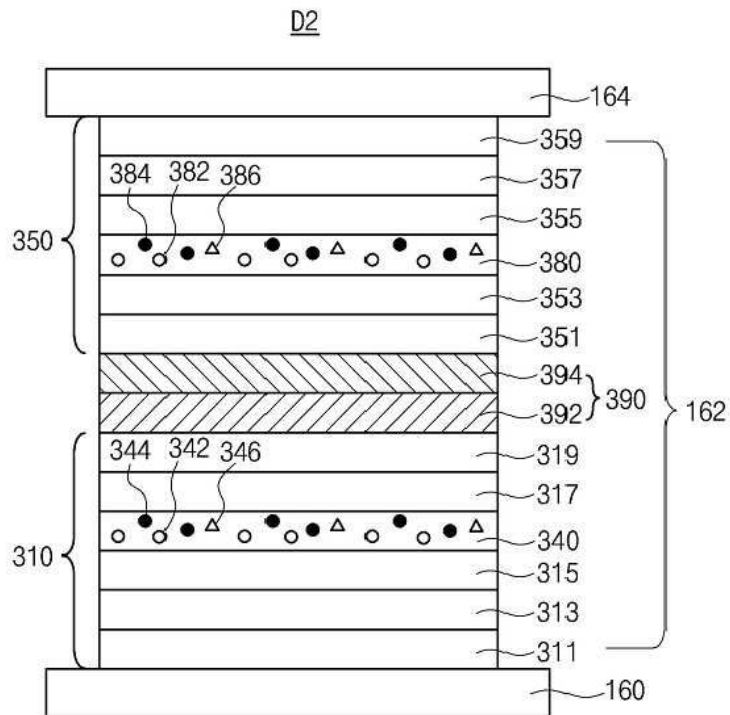
100



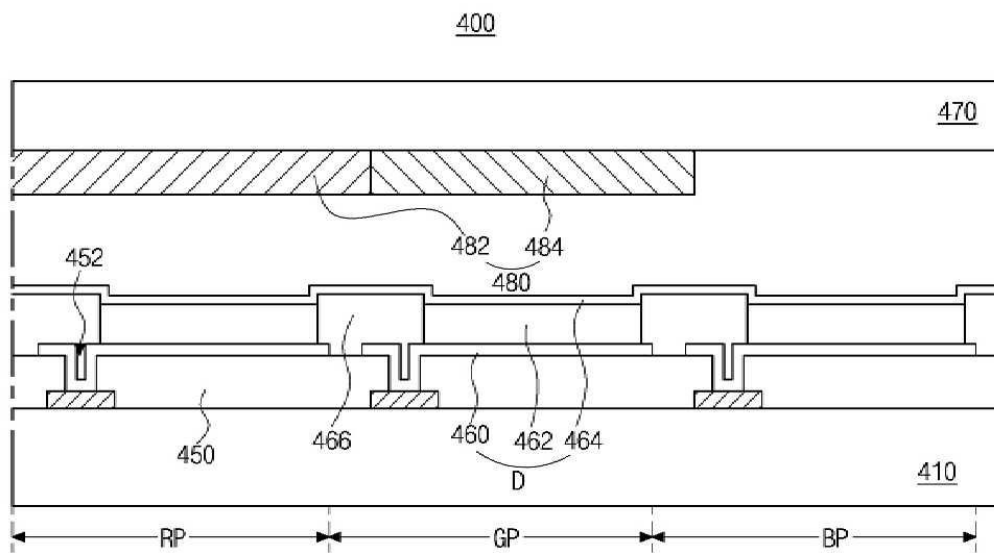
도면3

D1

도면4

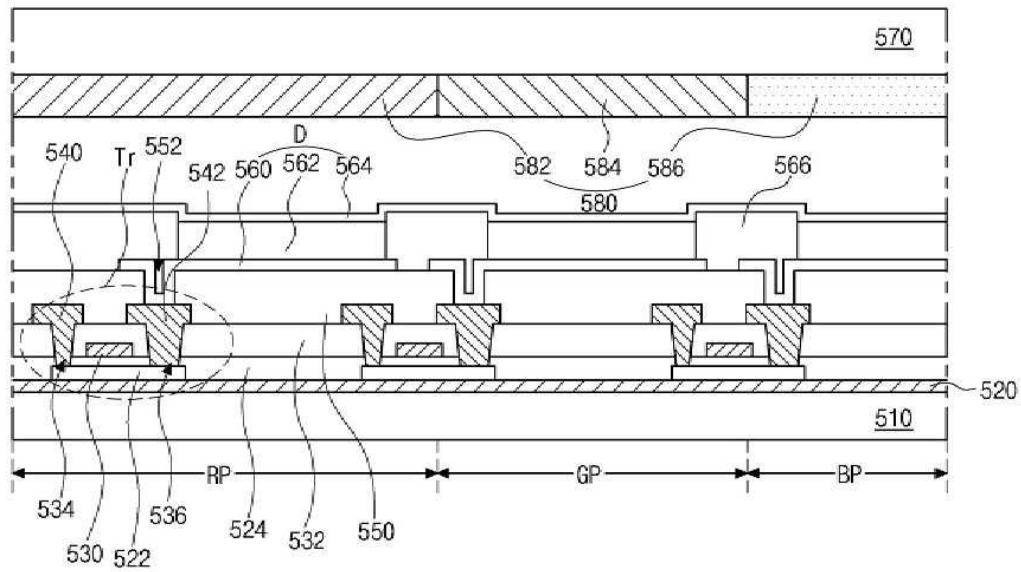


도면5

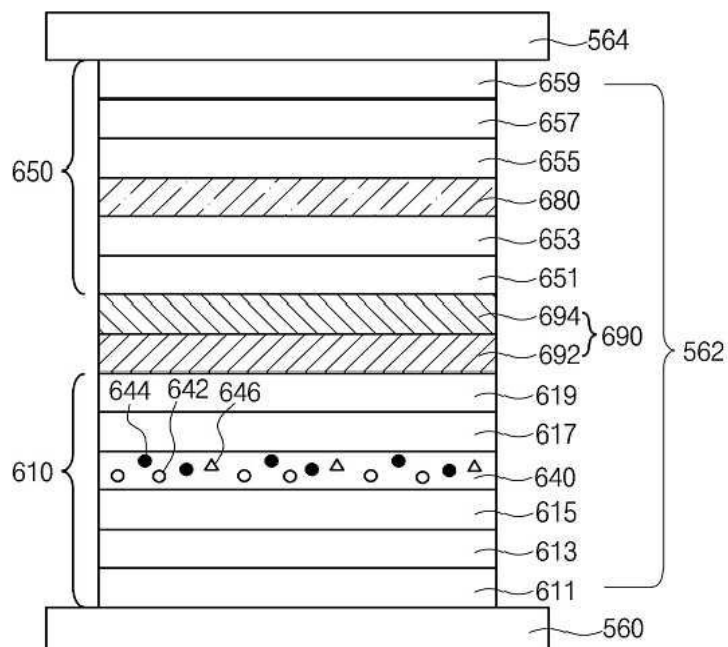


도면6

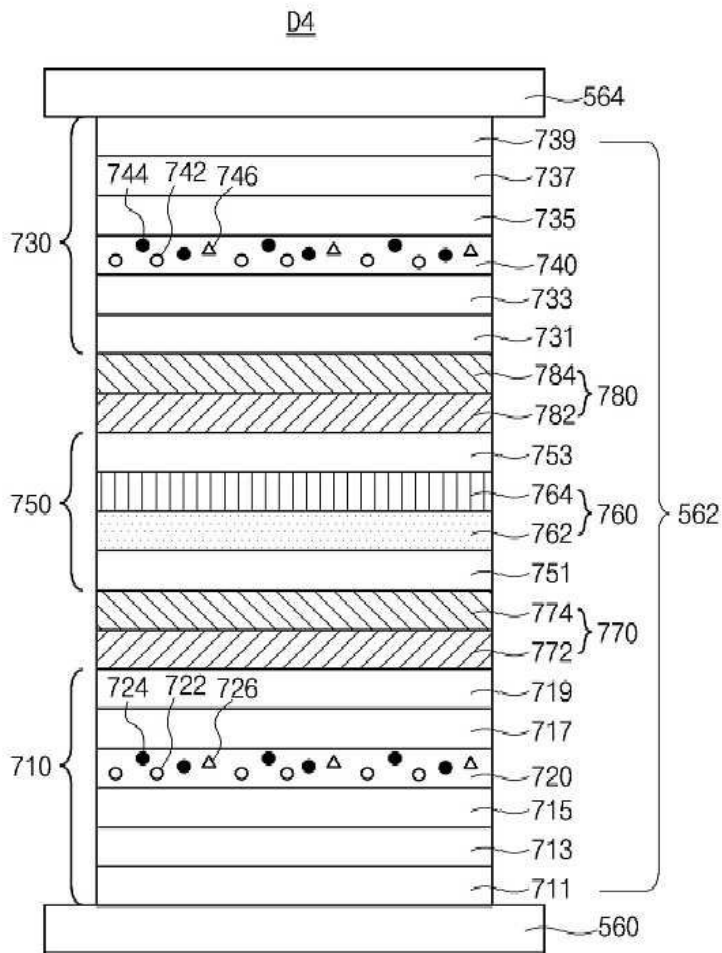
500



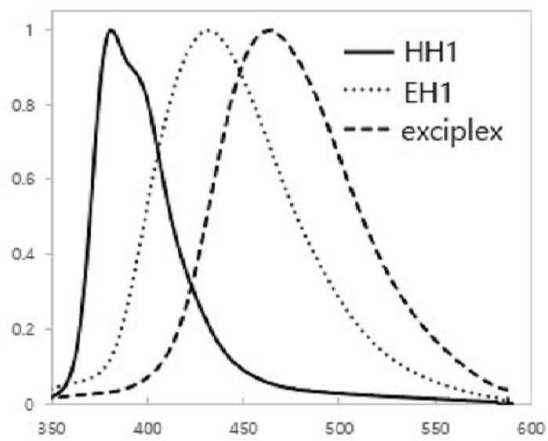
도면7

D3

도면8



도면9a



도면9b

