



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0100139
(43) 공개일자 2025년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C07D 209/86 (2006.01) C07D 401/14 (2006.01)
C07F 7/08 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)
H10K 101/00 (2023.01) H10K 50/12 (2023.01)
H10K 85/30 (2023.01) H10K 85/40 (2023.01)
H10K 85/60 (2023.01)

(52) CPC특허분류
C07D 209/86 (2013.01)
C07D 401/14 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0191372

(22) 출원일자 2023년12월26일

심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)

(72) 발명자
배숙영
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
안한진
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
네이트특허법인

전체 청구항 수 : 총 24 항

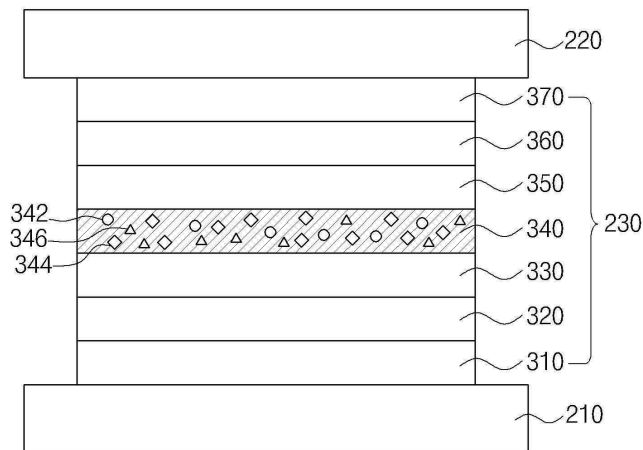
(54) 발명의 명칭 유기 화합물, 이를 포함하는 유기발광다이오드 및 유기발광장치

(57) 요약

본 발명은 2개의 카바졸일 고리 중에서 적어도 1개의 카바졸일 고리에 직접 또는 간접적으로 적어도 하나의 아다만틸기가 치환된 유기 화합물에 관한 것이다. 유기 분자에 비-전자 수송 모이어티를 치환하여 전자 이동도가 향상된다. 전하가 유기 분자에 머무르는 시간이 감소하면서, polaron에 의한 전기적 스트레스가 감소한다. Bulky한 스페이서를 도입하여 분자의 내열 특성이 향상된다. 분자의 에너지 준위를 조절하여 정공 이동도를 향상시킬 수 있다. 유기 화합물을 발광층에 적용하여, 구동 전압을 낮추면서 발광 효율 및 발광 수명이 개선된 유기발광다이오드 및 유기발광장치를 제조할 수 있다.

대표도 - 도3

D1



(52) CPC특허분류

C07F 7/0812 (2013.01)

C09K 11/06 (2022.01)

H10K 50/12 (2023.02)

H10K 85/346 (2023.02)

H10K 85/40 (2023.02)

H10K 85/654 (2023.02)

H10K 85/6572 (2023.02)

H10K 85/658 (2023.02)

H10K 2101/90 (2023.02)

(72) 발명자

이치호

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

김준연

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

최동훈

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)

조민주

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)

강민지

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)

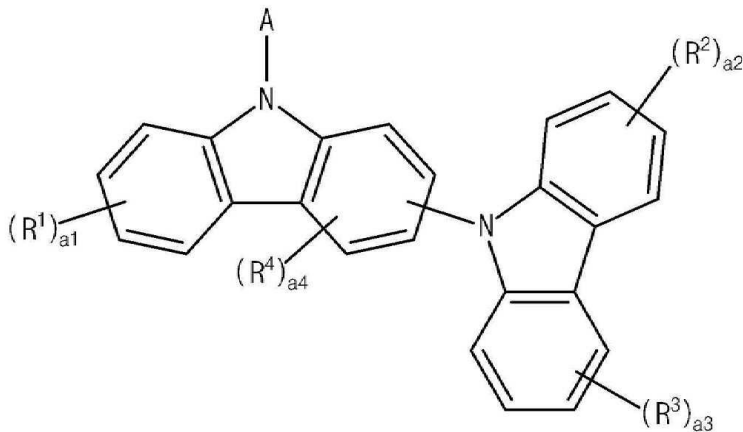
명세서

청구범위

청구항 1

하기 화학식 1의 구조를 가지는 유기 화합물.

[화학식 1]



화학식 1에서,

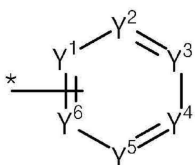
R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리아릴 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, a_1 이 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^1 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, a_2 가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^2 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, a_3 가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^3 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, a_4 가 2 또는 3인 경우, 각각의 R^4 는 서로 동일하거나 다를 수 있음;

A는 하기 화학식 2 또는 하기 화학식 3의 구조를 가짐;

a_1 , a_2 및 a_3 는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3 또는 4임;

a_4 는 0, 1, 2 또는 3임.

[화학식 2]



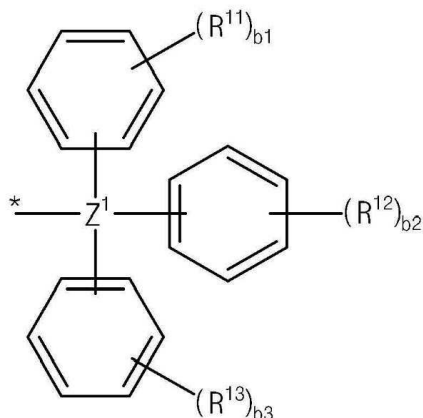
화학식 2에서,

Y^1 내지 Y^6 중에서 하나는 화학식 1의 카바졸 고리에 연결되는 탄소 원자이고, Y^1 내지 Y^6 중에서 나머지는 각각 독립적으로 CR^5 또는 N이고, 그 중에서 적어도 3개는 CR^5 임;

R^5 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, 적어도 1개의 R^5 는 아다만틸기, 아다만틸기로 치환된 C_6-C_{30} 아릴기, 또는 하기 화학식 3의 구조를 가짐;

별표는 연결 위치를 나타냄.

[화학식 3]



화학식 3에서,

R^{11} 내지 R^{13} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, b_1 이 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{11} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, b_2 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{12} 는 서로 동일하거나 다를 수 있고, b_3 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{13} 은 서로 동일하거나 다를 수 있으며, R^{11} 내지 R^{13} 중에서 적어도 하나는 아다만

틸기임;

Z^1 은 탄소 원자(C), 규소 원자(Si) 또는 게르마늄 원자 (Ge)임;

b1, b2, b3는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3, 4 또는 5임;

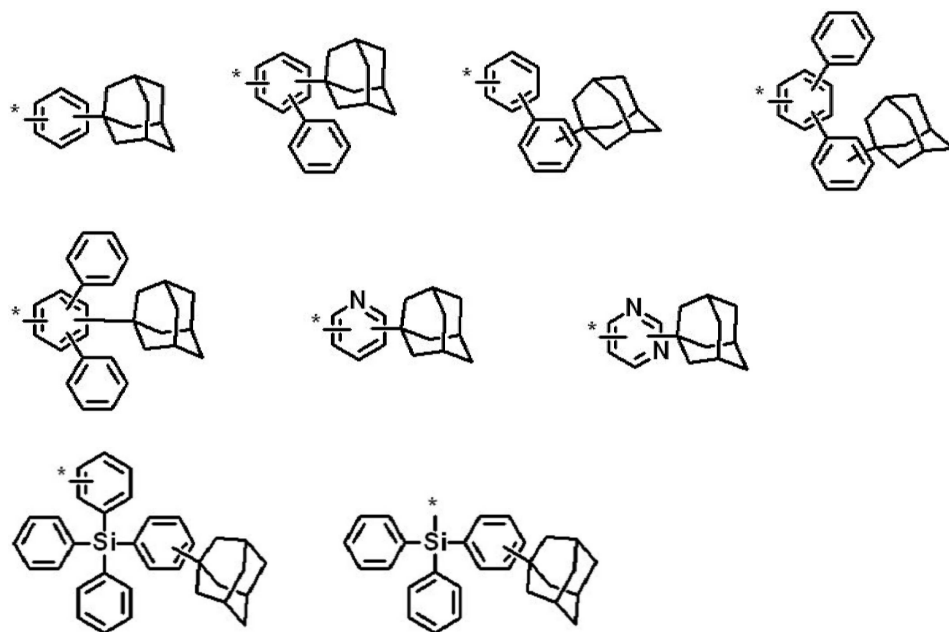
별표는 연결 위치를 나타냄.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 화학식 1의 A는 하기 화학식 4의 구조를 가지는 어느 하나인 유기 화합물.

[화학식 4]



화학식 4에서 별표는 연결 위치를 나타냄.

청구항 3

제 1항에 있어서,

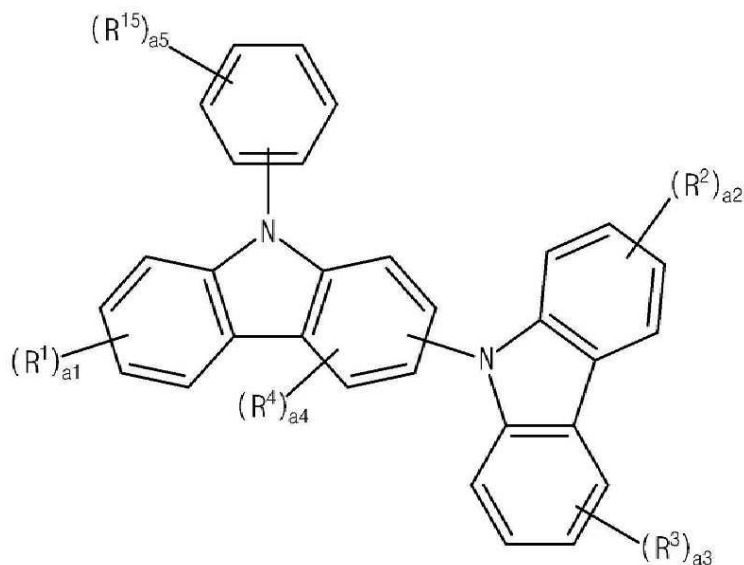
상기 화학식 1의 R^1 내지 R^3 중에서 적어도 하나는 아다만틸기를 가지는 유기 화합물.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 유기 화합물은 하기 화학식 5의 구조를 가지는 유기 화합물.

[화학식 5]

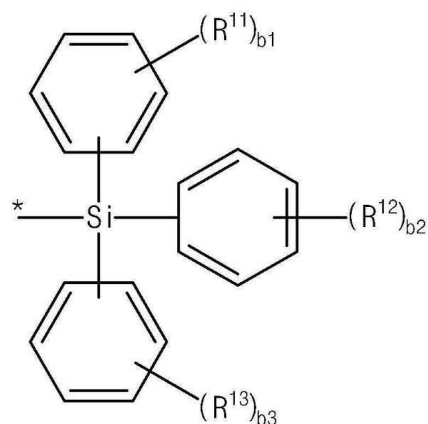


화학식 5에서, R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , a_1 , a_2 , a_3 및 a_4 는 화학식 1에서 정의된 것과 동일함;

R^{15} 는 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4 - C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3 - C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7 - C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3 - C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, a_5 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{15} 는 서로 동일하거나 다를 수 있으며, 적어도 1개의 R^{15} 는 아다만틸기 또는 하기 화학식 6의 구조를 가짐;

a_5 는 0, 1, 2, 3, 4 또는 5임.

[화학식 6]



화학식 6에서,

R^{11} , R^{12} , R^{13} , b1, b2 및 b3는 화학식 3에서 정의된 것과 동일함;

별표는 연결 위치를 나타냄.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 화학식 1의 R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬기 또는 치환 또는 비치환 C_4 - C_{30} 사이클로알킬기인 유기 화합물.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 화학식 2의 R^5 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_4 - C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 트리페닐메틸기, 치환 또는 비치환 트리페닐실릴기 또는 치환 또는 비치환 트리페닐저마닐기이고, 적어도 1개의 R^5 는 아다만틸기, 아다만틸기로 치환된 C_6 - C_{30} 아릴기, 또는 상기 화학식 3의 구조를 가지는 유기 화합물.

청구항 7

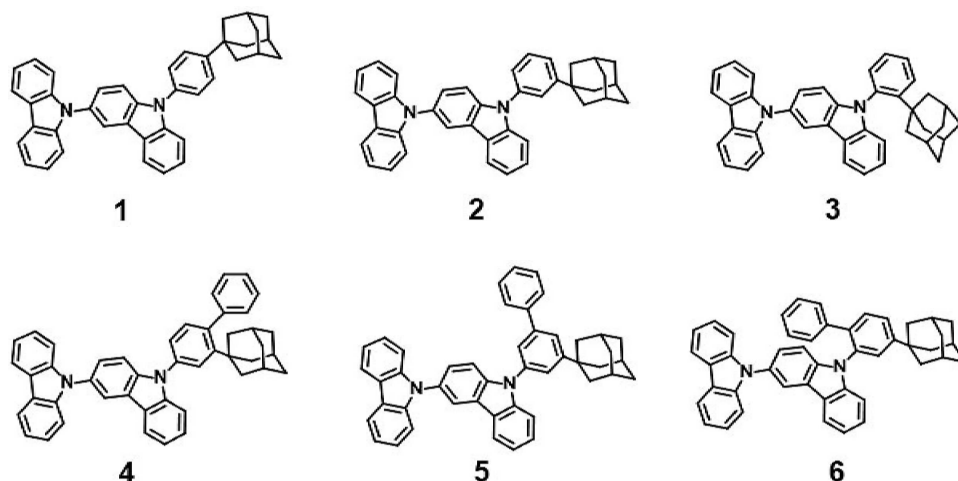
제 6항에 있어서,

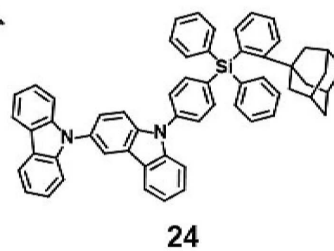
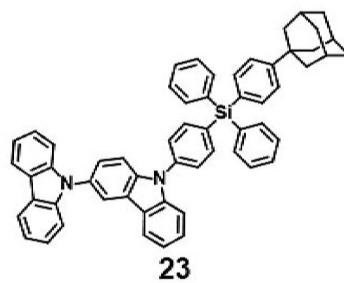
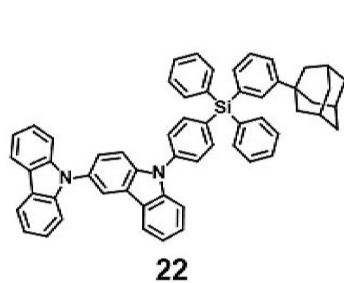
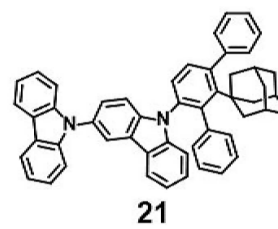
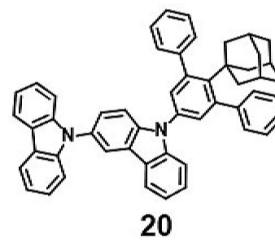
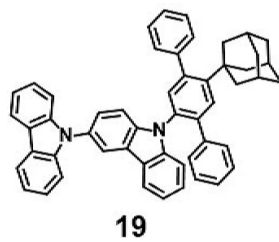
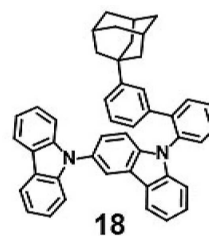
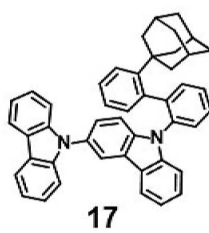
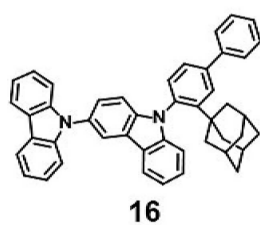
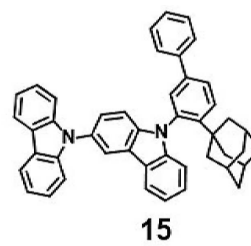
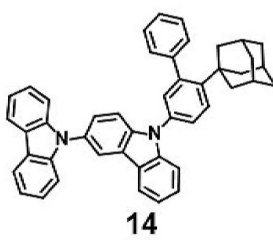
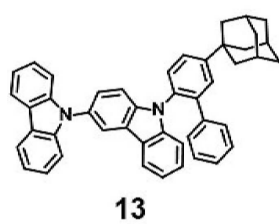
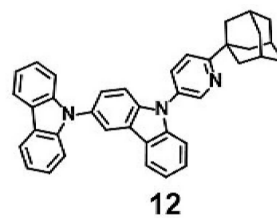
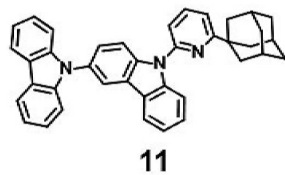
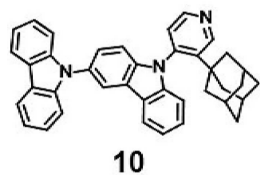
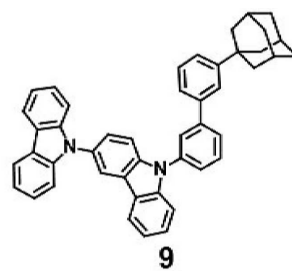
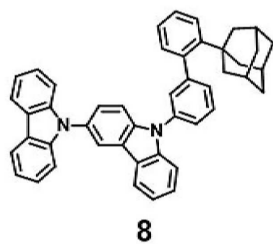
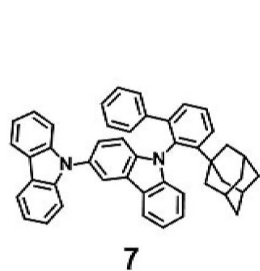
상기 화학식 3의 R^{11} 내지 R^{13} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬기 또는 치환 또는 비치환 C_4 - C_{30} 사이클로알킬기이고, R^{11} 내지 R^{13} 중에서 적어도 하나는 아다만틸기인 유기 화합물.

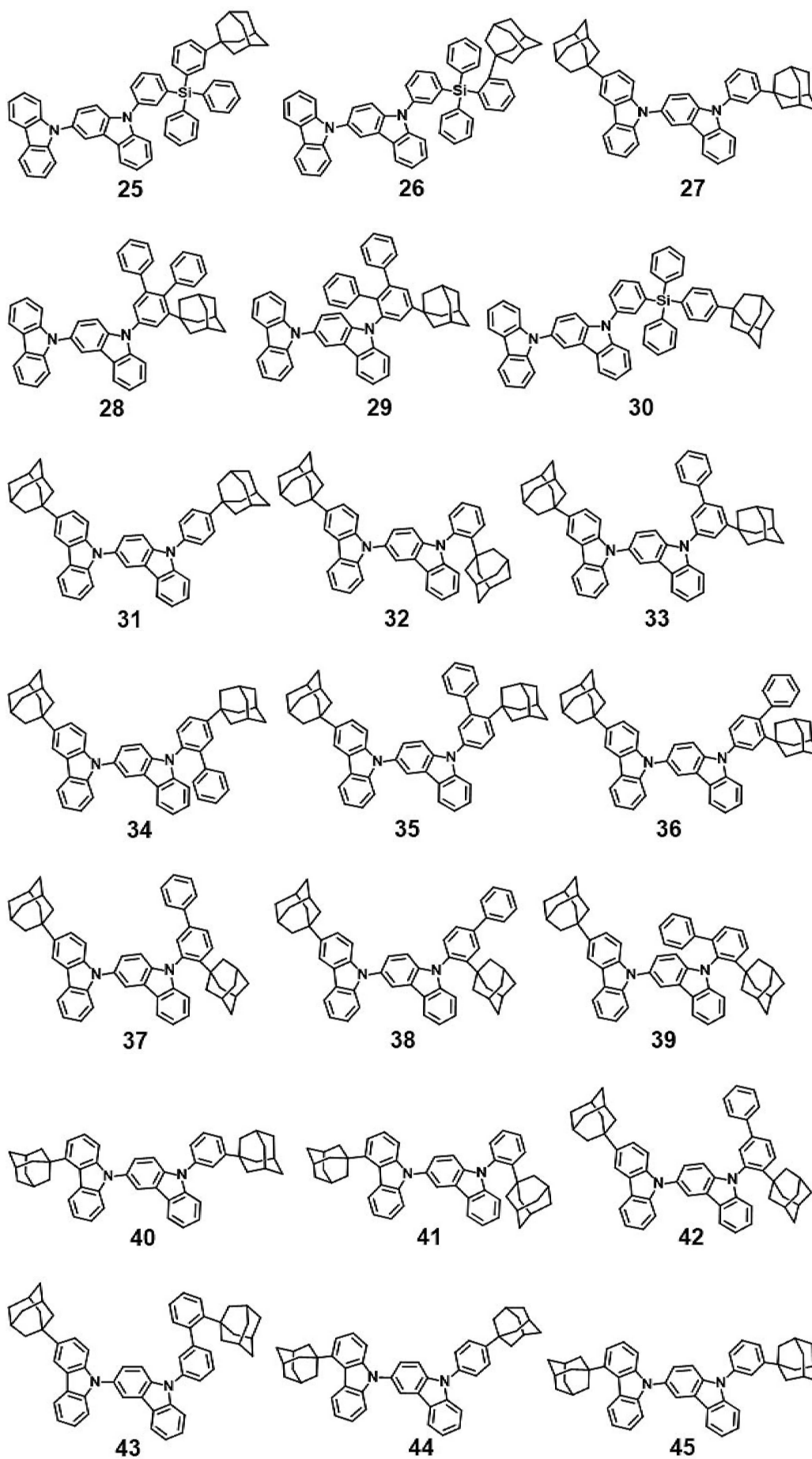
청구항 8

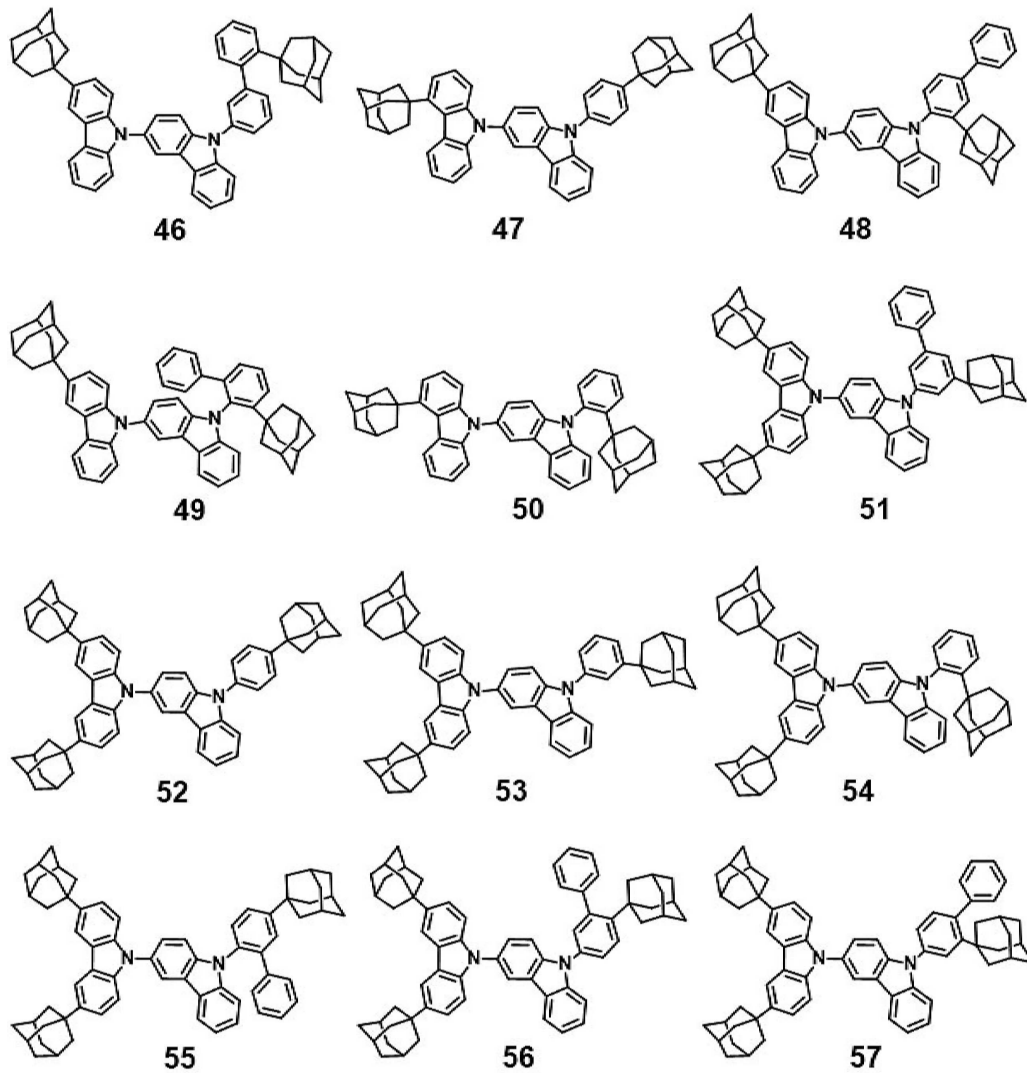
제 1항에 있어서,

상기 유기 화합물은 하기 화합물 중에서 적어도 하나인 유기 화합물.









청구항 9

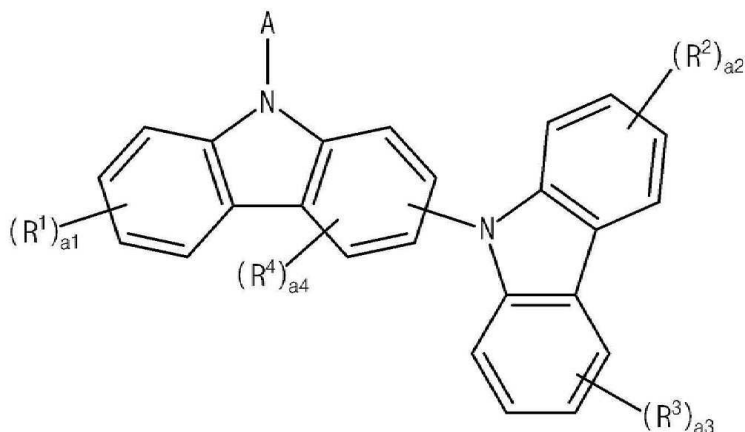
제 1 전극;

상기 제 1 전극과 마주하는 제 2 전극; 및

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 위치하는 발광층을 포함하고,

상기 발광층은 하기 화학식 1의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함하는 유기발광다이오드.

[화학식 1]



화학식 1에서,

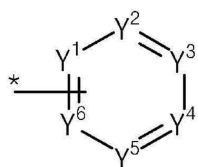
R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리아릴 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, a_1 이 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^1 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, a_2 가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^2 는 서로 동일하거나 다를 수 있고, a_3 가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^3 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, a_4 가 2 또는 3인 경우, 각각의 R^4 는 서로 동일하거나 다를 수 있음;

A는 하기 화학식 2 또는 하기 화학식 3의 구조를 가짐;

a_1 , a_2 및 a_3 는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3 또는 4임;

a_4 는 0, 1, 2 또는 3임.

[화학식 2]



화학식 2에서,

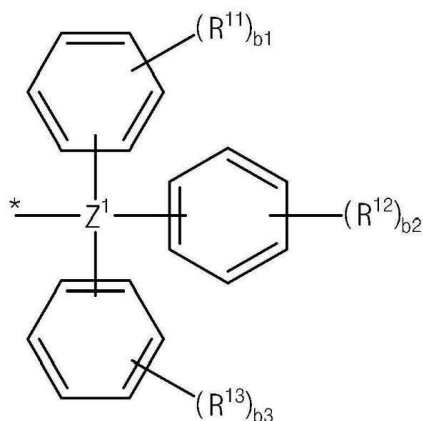
Y^1 내지 Y^6 중에서 하나는 화학식 1의 카바졸 고리에 연결되는 탄소 원자이고, Y^1 내지 Y^6 중에서 나머지는 각각 독립적으로 CR^5 또는 N이고, 그 중에서 적어도 3개는 CR^5 임;

R^5 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬

아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, 적어도 1개의 R^5 는 아다만틸기, 아다만틸기로 치환된 C_6-C_{30} 아릴기, 또는 하기 화학식 3의 구조를 가짐;

별표는 연결 위치를 나타냄.

[화학식 3]



화학식 3에서,

R^{11} 내지 R^{13} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, b_1 이 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{11} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, b_2 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{12} 는 서로 동일하거나 다를 수 있고, b_3 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{13} 은 서로 동일하거나 다를 수 있으며, R^{11} 내지 R^{13} 중에서 적어도 하나는 아다만틸기임;

Z^1 은 탄소 원자(C), 규소 원자(Si) 또는 게르마늄 원자(Ge)임;

b_1 , b_2 , b_3 는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3, 4 또는 5임;

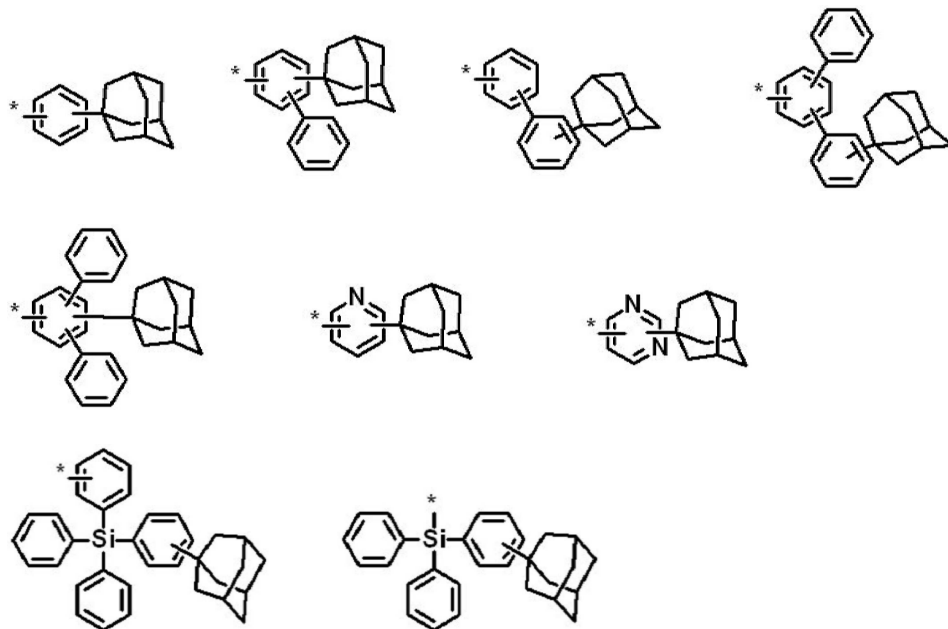
별표는 연결 위치를 나타냄.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 화학식 1의 A는 하기 화학식 4의 구조를 가지는 어느 하나인 유기발광다이오드.

[화학식 4]



화학식 4에서 별표는 연결 위치를 나타냄.

청구항 11

제 9항에 있어서,

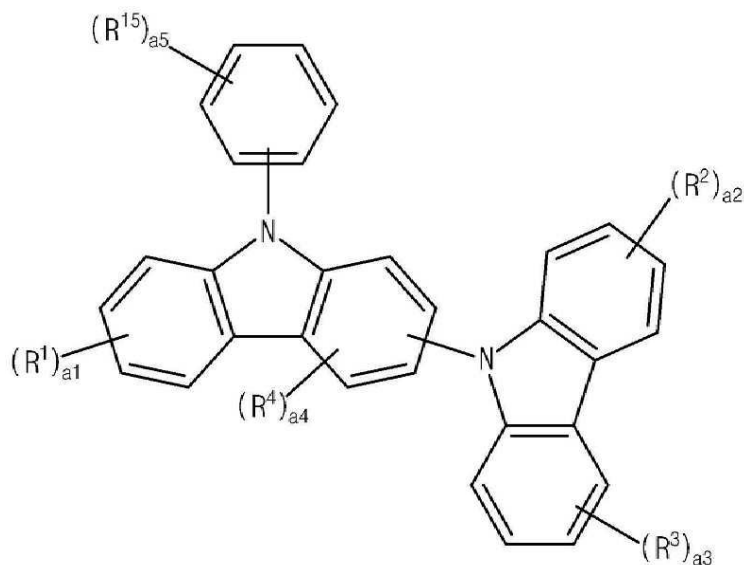
상기 화학식 1의 R¹ 내지 R³ 중에서 적어도 하나는 아다만틸기를 가지는 유기발광다이오드.

청구항 12

제 9항에 있어서,

상기 유기 화합물은 하기 화학식 5의 구조를 가지는 유기발광다이오드.

[화학식 5]

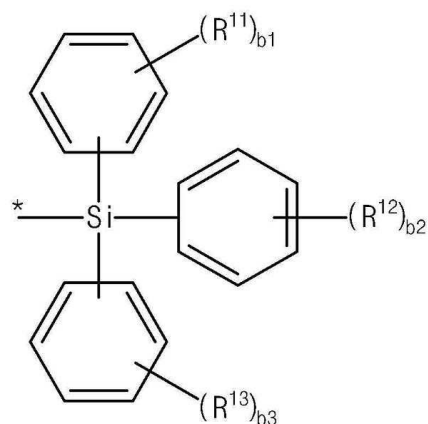


화학식 5에서, R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , a_1 , a_2 , a_3 및 a_4 는 화학식 1에서 정의된 것과 동일함;

R^{15} 는 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4 - C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3 - C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7 - C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3 - C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, a_5 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{15} 는 서로 동일하거나 다를 수 있으며, 적어도 1개의 R^{15} 는 아다만틸기 또는 하기 화학식 6의 구조를 가짐;

a_5 는 0, 1, 2, 3, 4 또는 5임.

[화학식 6]



화학식 6에서,

R^{11} , R^{12} , R^{13} , b1, b2 및 b3는 화학식 3에서 정의된 것과 동일함;

별표는 연결 위치를 나타냄.

청구항 13

제 9항에 있어서,

상기 화학식 1의 R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기 또는 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기인 유기발광다이오드.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 화학식 2의 R^5 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 트리페닐메틸기, 치환 또는 비치환 트리페닐실릴기 또는 치환 또는 비치환 트리페닐저마닐기이고, 적어도 1개의 R^5 는 아다만틸기, 아다만틸기로 치환된 C_6-C_{30} 아릴기, 또는 상기 화학식 3의 구조를 가지는 유기발광다이오드.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 화학식 3의 R^{11} 내지 R^{13} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기 또는 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기이고, R^{11} 내지 R^{13} 중에서 적어도 하나는 아다만틸기인 유기발광다이오드.

청구항 16

제 9항에 있어서,

상기 발광층은 적어도 하나의 발광물질층을 포함하고, 상기 적어도 하나의 발광물질층은 상기 유기 화합물을 포함하는 유기발광다이오드.

청구항 17

제 16항에 있어서,

상기 적어도 하나의 발광물질층은 호스트와 도펀트를 포함하고, 상기 호스트는 상기 유기 화합물을 포함하는 유기발광다이오드.

청구항 18

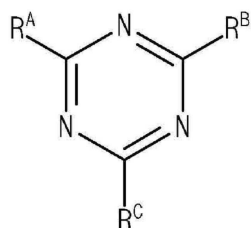
제 17항에 있어서,

상기 호스트는 제 1 호스트와 제 2 호스트를 포함하고,

상기 제 1 호스트는 상기 유기 화합물을 포함하고,

상기 제 2 호스트는 하기 화학식 8의 구조를 가지는 화합물을 포함하는 유기발광다이오드.

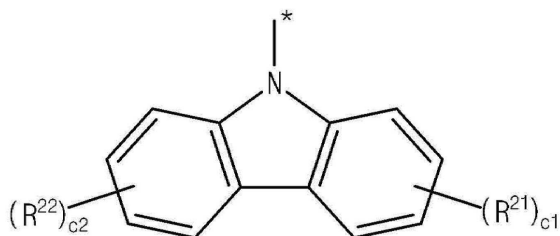
[화학식 8]



화학식 8에서,

R^A , R^B 및 R^C 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, R^A , R^B 및 R^C 중에서 적어도 1개는 하기 화학식 9의 구조를 가지고, R^A , R^B 및 R^C 중에서 다른 적어도 1개는 하기 화학식 10의 구조를 가짐.

[화학식 9]



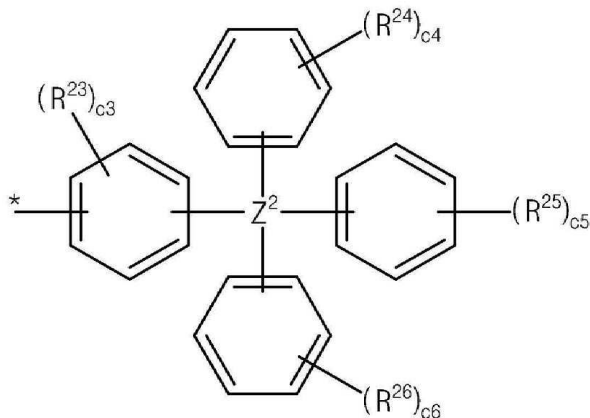
화학식 9에서,

R^{21} 및 R^{22} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, c_1 이 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^{21} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, c_2 가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^{22} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있음;

c1 및 c2는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3 또는 4임;

별표는 연결 부위를 나타냄.

[화학식 10]



화학식 10에서,

R^{23} 내지 R^{26} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, c3이 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^{23} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, c4가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{24} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, c5가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{25} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, c6가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{26} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있음;

Z^2 는 탄소 원자(C), 규소 원자(Si) 또는 게르마늄 원자(Ge)임;

c3는 0, 1, 2, 3 또는 4임;

c4, c5 및 c6는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3, 4 또는 5임;

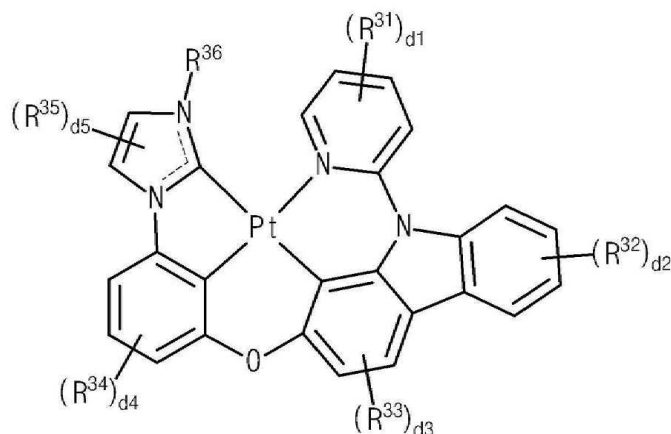
별표는 연결 부위를 나타냄.

청구항 19

제 17항에 있어서,

상기 도펀트는 하기 화학식 12의 구조를 가지는 유기금속 화합물을 포함하는 유기발광다이오드.

[화학식 12]



화학식 12에서,

R^{31} 내지 R^{36} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기, 치환 또는 비치환 트리아릴 메틸기, 치환 또는 비치환 트리헤테로아릴 메틸기이며, d_1 이 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^{31} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, d_2 가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^{32} 는 서로 동일하거나 다를 수 있고, d_3 이 2인 경우, 각각의 R^{33} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, d_4 가 2 또는 3인 경우, 각각의 R^{34} 는 서로 동일하거나 다를 수 있고, d_5 가 2인 경우, 각각의 R^{35} 는 서로 동일하거나 다를 수 있고,

또는 인접한 2개의 R^{35} 는 서로 결합하여 치환 또는 비치환 벤젠 고리를 형성할 수 있음;

d_1 및 d_2 는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3 또는 4임;

d_3 및 d_5 는 각각 독립적으로 0, 1 또는 2임;

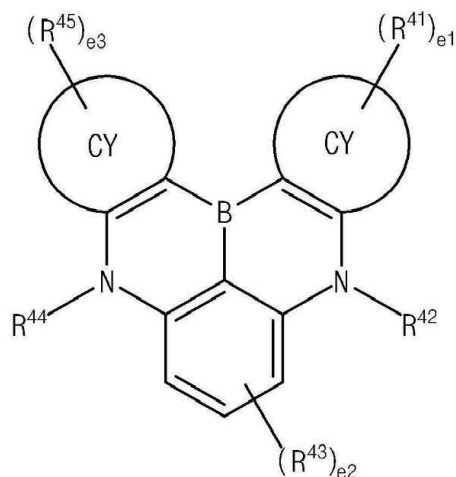
d_4 는 0, 1, 2 또는 3임.

청구항 20

제 17항에 있어서,

상기 도펀트는 하기 화학식 14의 구조를 가지는 화합물을 포함하는 유기발광다이오드.

[화학식 14]



화학식 14에서,

고리 CY는 각각 독립적으로 C₆-C₂₀ 방향족 고리 또는 C₂-C₂₀ 헤테로 방향족 고리임;

R⁴¹ 내지 R⁴⁵는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬기, 치환 또는 비치환 C₂-C₂₀ 알케닐기, 치환 또는 비치환 C₂-C₂₀ 알킬닐기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀ 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C₄-C₃₀ 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C₃-C₃₀ 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₃₀ 아릴기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₇-C₃₀ 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C₃-C₃₀ 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₃₀ 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₃₀ 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₃₀ 아릴 실릴기 또는 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로아릴 실릴기이며, e₁이 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10인 경우, 각각의 R⁴¹은 서로 동일하거나 다를 수 있고, e₃가 2 또는 3인 경우, 각각의 R⁴³은 서로 동일하거나 다를 수 있고, e₅가 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10인 경우, 각각의 R⁴⁵는 서로 동일하거나 다를 수 있으며,

또는 인접한 2개의 R⁴¹은 서로 결합하여 보론 원자 (B) 및 질소 원자 (N)를 포함하는 치환 또는 비치환 축합 헤테로 방향족 고리를 형성할 수 있음;

e₁ 및 e₅는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10임;

e₃는 0, 1, 2 또는 3임.

청구항 21

제 9항에 있어서,

상기 발광층은,

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 위치하며, 제 1 발광물질층을 포함하는 제 1 발광부;

상기 제 1 발광 부와 상기 제 2 전극 사이에 위치하며, 제 2 발광물질층을 포함하는 제 2 발광부; 및

상기 제 1 발광부 및 상기 제 2 발광부 사이에 위치하는 제 1 전하생성층을 포함하고,

상기 제 1 발광물질층과 상기 제 2 발광물질층 중에서 적어도 어느 하나는 상기 유기 화합물을 포함하는 유기발광다이오드.

청구항 22

제 21항에 있어서,

상기 제 1 발광물질층은 상기 유기 화합물을 포함하는 유기발광다이오드.

청구항 23

제 21항에 있어서,

상기 발광층은,

상기 제 2 발광부와 상기 제 2 전극 사이에 위치하며, 제 3 발광물질층을 포함하는 제 3 발광부; 및

상기 제 2 발광부와 상기 제 3 발광부 사이에 위치하는 제 2 전하생성층을 더욱 포함하는 유기발광다이오드.

청구항 24

기관; 및

상기 기관 상에 위치하며, 제 9항 내지 제 23항 중에서 어느 하나의 청구항에 기재된 유기발광다이오드를 포함하는 유기발광장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 화합물에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 내열 특성 및 전하 이동도가 향상된 유기 화합물과, 이를 포함하여 발광 특성이 향상된 유기발광다이오드 및 유기발광장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 널리 사용되고 있는 평면표시소자 중에서 유기발광다이오드는 액정표시장치(Liquid Crystal Display Device)를 빠르게 대체하는 표시 소자로서 주목을 받고 있다. 유기발광다이오드(organic light emitting diodes; OLED)는 사용되는 전극의 구성에 따라 단일 방향 또는 양방향으로 화상을 구현할 수 있다. 또한 유기발광다이오드는 플라스틱과 같은 플렉서블(flexible) 투명 기관 위에도 형성될 수 있어서 플렉서블 또는 폴더블(foldable) 표시장치를 용이하게 구현한다. 뿐만 아니라, 유기발광다이오드는 낮은 전압에서 구동이 가능하고, 색 순도가 우수하여, 액정표시장치에 비하여 큰 장점을 가지고 있다.

[0003] 종래의 일반적인 형광 물질은 단일항 엑시톤만이 발광에 참여하기 때문에 발광 효율이 낮다. 삼중항 엑시톤도 발광에 참여하는 인광 물질은 형광 물질에 비하여 발광 효율이 높다. 하지만, 대표적인 인광 물질인 유기금속 화합물은 발광 수명이 짧아서 상용화에 한계가 있다. 따라서 발광 효율 및 발광 수명이 향상된 화합물을 개발할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

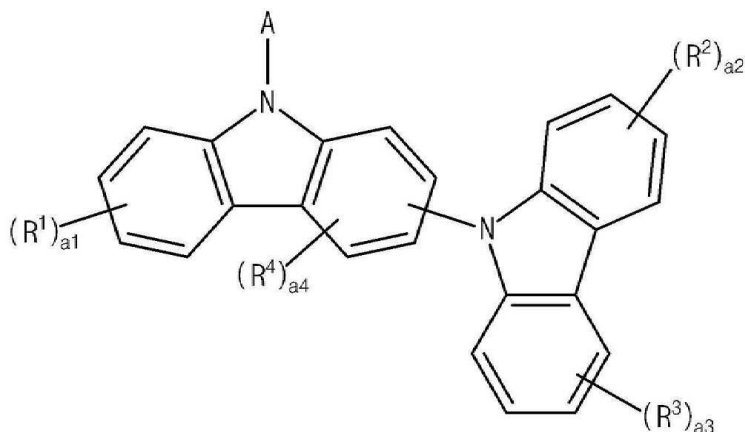
[0004] 본 발명의 목적은 전하 이동도가 우수하며 내열 특성이 개선된 유기 화합물을 제공하고자 하는 것이다.

[0005] 본 발명의 다른 목적은 구동 전압이 낮으며, 발광 효율 및 발광 수명이 향상된 유기발광다이오드 및 유기발광장치를 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 일 측면에 따르면, 하기 화학식 1의 구조를 가지는 유기 화합물이 개시된다.

[0007] [화학식 1]



[0008]

[0009] 화학식 1에서,

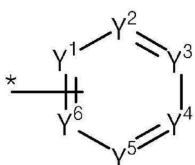
[0010] R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리아릴 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, a_1 이 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^1 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, a_2 가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^2 는 서로 동일하거나 다를 수 있고, a_3 가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^3 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, a_4 가 2 또는 3인 경우, 각각의 R^4 는 서로 동일하거나 다를 수 있으며,

[0011] A는 하기 화학식 2 또는 하기 화학식 3의 구조를 가지고,

[0012] a_1 , a_2 및 a_3 는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3 또는 4이고,

[0013] a_4 는 0, 1, 2 또는 3임.

[0014] [화학식 2]



[0015]

[0016] 화학식 2에서,

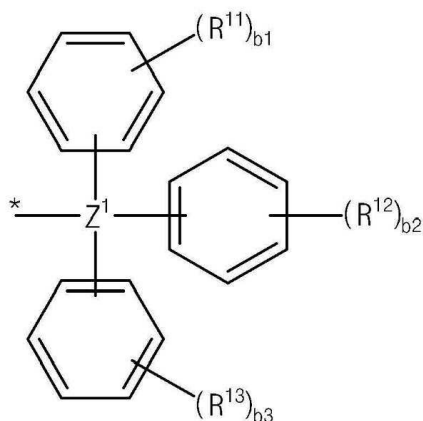
[0017] Y^1 내지 Y^6 중에서 하나는 화학식 1의 카바졸 고리에 연결되는 탄소 원자이고, Y^1 내지 Y^6 중에서 나머지는 각각 독립적으로 CR^5 또는 N이고, 그 중에서 적어도 3개는 CR^5 이고,

[0018] R^5 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬

아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, 적어도 1개의 R^5 는 아다만틸기, 아다만틸기로 치환된 C_6-C_{30} 아릴기, 또는 하기 화학식 3의 구조를 가지며,

[0019] 별표는 연결 위치를 나타냄.

[0020] [화학식 3]



[0021]

[0022] 화학식 3에서,

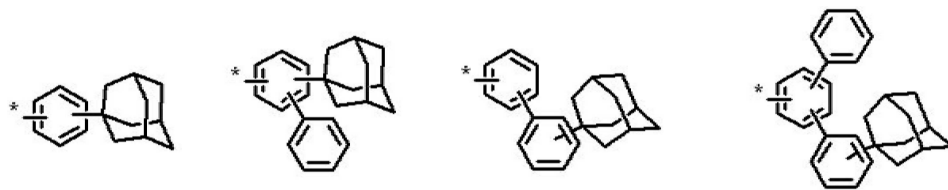
[0023] R^{11} 내지 R^{13} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, b_1 이 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{11} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, b_2 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{12} 는 서로 동일하거나 다를 수 있고, b_3 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{13} 은 서로 동일하거나 다를 수 있으며, R^{11} 내지 R^{13} 중에서 적어도 하나는 아다만틸기이고, Z^1 은 탄소 원자(C), 규소 원자(Si) 또는 게르마늄 원자(Ge)임;

[0024] b_1 , b_2 , b_3 는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3, 4 또는 5이며,

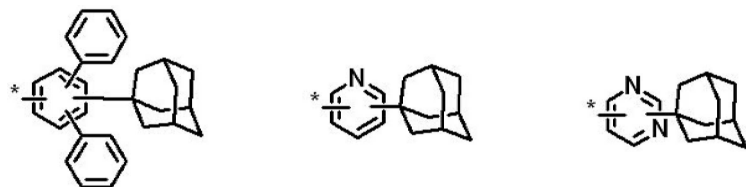
[0025] 별표는 연결 위치를 나타냄.

[0026] 상기 화학식 1의 A는 하기 화학식 4의 구조를 가지는 어느 하나일 수 있다.

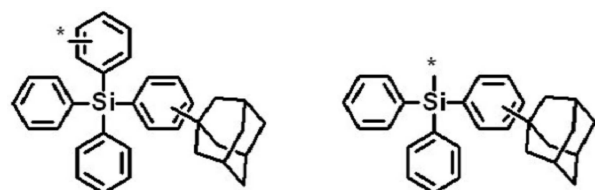
[0027] [화학식 4]



[0028]



[0029]



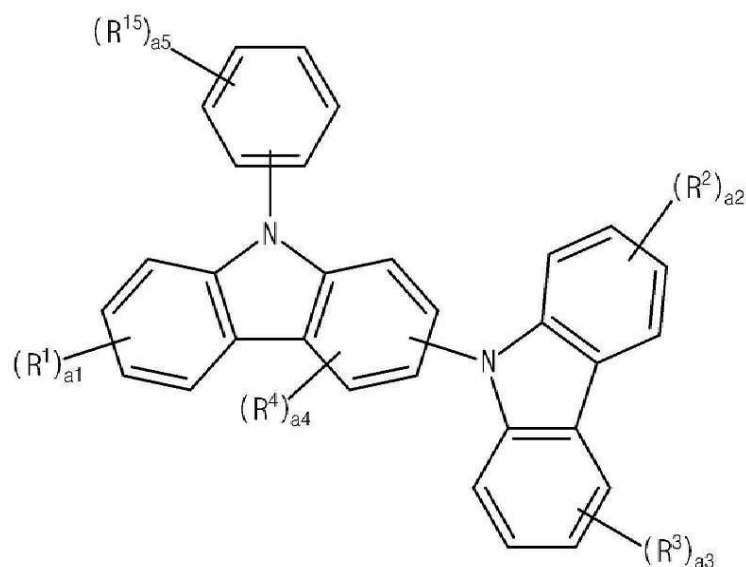
[0030]

[0031] 화학식 4에서 별표는 연결 위치를 나타냄.

[0032] 예시적인 실시형태에서, 상기 화학식 1의 R^1 내지 R^3 중에서 적어도 하나는 아다만틸기를 가질 수 있다.

[0033] 일례로, 상기 유기 화합물은 하기 화학식 5의 구조를 가질 수 있다.

[0034] [화학식 5]



[0035]

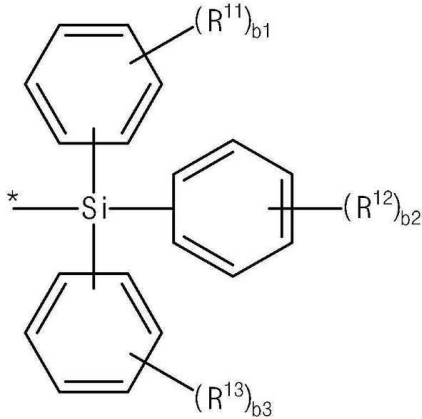
[0036] 화학식 5에서, R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , $a1$, $a2$, $a3$ 및 $a4$ 는 화학식 1에서 정의된 것과 동일하고,

[0037] R^{15} 는 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는

비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, a_5 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{15} 는 서로 동일하거나 다를 수 있으며, 적어도 1개의 R^{15} 는 아다만틸기 또는 하기 화학식 6의 구조를 가지며,

[0038] a_5 는 0, 1, 2, 3, 4 또는 5임.

[0039] [화학식 6]



[0040] 화학식 6에서,

[0041] R^{11} , R^{12} , R^{13} , b_1 , b_2 및 b_3 는 화학식 3에서 정의된 것과 동일하고,

[0042] 별표는 연결 위치를 나타냄.

[0043] 일례로, 상기 화학식 1의 R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기 또는 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기일 수 있다.

[0044] 상기 화학식 2의 R^5 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 트리페닐메틸기, 치환 또는 비치환 트리페닐실릴기 또는 치환 또는 비치환 트리페닐저마닐기이고, 적어도 1개의 R^5 는 아다만틸기, 아다만틸기로 치환된 C_6-C_{30} 아릴기, 또는 상기 화학식 3의 구조를 가질 수 있다.

[0045] 상기 화학식 3의 R^{11} 내지 R^{13} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기 또는 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기이고, R^{11} 내지 R^{13} 중에서 적어도 하나는 아다만틸기일 수 있다.

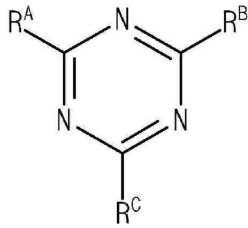
[0046] 다른 측면에서, 제 1 전극과, 상기 제 1 전극과 마주하는 제 2 전극과, 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 위치하는 발광층을 포함하고, 상기 발광층은 상기 유기 화합물을 포함하는 유기발광다이오드가 개시된다.

[0047] 상기 발광층은 적어도 하나의 발광물질층을 포함하고, 상기 적어도 하나의 발광물질층은 상기 유기 화합물을 포함할 수 있다.

[0048] 상기 적어도 하나의 발광물질층은 호스트와 도펀트를 포함하고, 상기 호스트는 상기 유기 화합물을 포함할 수 있다.

[0049] 상기 호스트는 제 1 호스트와 제 2 호스트를 포함하고, 상기 제 1 호스트는 상기 유기 화합물을 포함하고, 상기 제 2 호스트는 하기 화학식 8의 구조를 가지는 화합물을 포함할 수 있다.

[0051] [화학식 8]

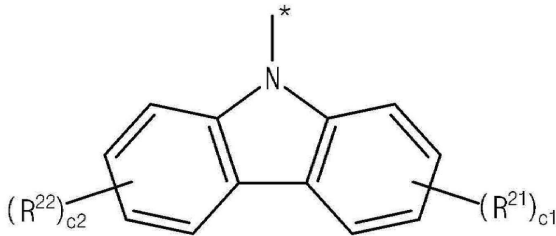


[0052]

[0053] 화학식 8에서,

[0054] R^A, R^B 및 R^C는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬기, 치환 또는 비치환 C₂-C₂₀ 알케닐기, 치환 또는 비치환 C₂-C₂₀ 알키닐기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알콕시기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C₄-C₃₀ 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C₃-C₃₀ 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C₆-C₃₀ 아릴기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C₇-C₃₀ 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C₃-C₃₀ 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C₆-C₃₀ 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C₆-C₃₀ 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C₆-C₃₀ 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C₆-C₃₀ 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로아릴 저마닐기이며, R^A, R^B 및 R^C 중에서 적어도 1개는 하기 화학식 9의 구조를 가지고, R^A, R^B 및 R^C 중에서 다른 적어도 1개는 하기 화학식 10의 구조를 가짐.

[0055] [화학식 9]



[0056]

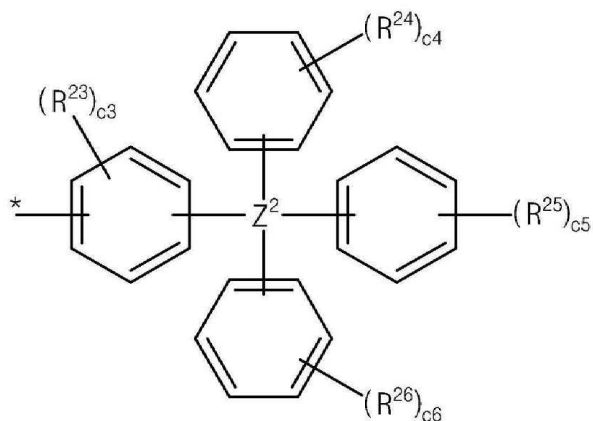
[0057] 화학식 9에서,

[0058] R²¹ 및 R²²는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬기, 치환 또는 비치환 C₂-C₂₀ 알케닐기, 치환 또는 비치환 C₂-C₂₀ 알키닐기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알콕시기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C₄-C₃₀ 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C₃-C₃₀ 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C₆-C₃₀ 아릴기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C₇-C₃₀ 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C₃-C₃₀ 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C₆-C₃₀ 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C₆-C₃₀ 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C₆-C₃₀ 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C₆-C₃₀ 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로아릴 저마닐기이며, c₁이 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R²¹은 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, c₂가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R²²는 서로 동일하거나 상이할 수 있고,

[0059] c₁ 및 c₂는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3 또는 4이고,

[0060] 별표는 연결 부위를 나타냄.

[0061] [화학식 10]



[0062]

[0063] 화학식 10에서,

[0064] R^{23} 내지 R^{26} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, c_3 이 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^{23} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, c_4 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{24} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, c_5 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{25} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, c_6 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{26} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있고,

[0065] Z^2 는 탄소 원자(C), 규소 원자(Si) 또는 게르마늄 원자(Ge)이며,

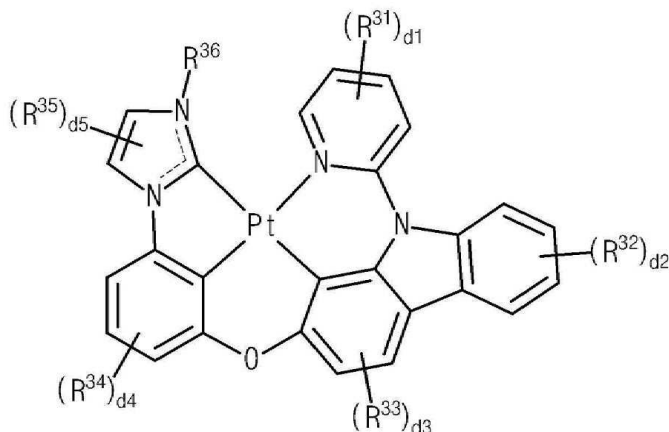
[0066] c_3 는 0, 1, 2, 3 또는 4이고,

[0067] c_4 , c_5 및 c_6 는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3, 4 또는 5이며,

[0068] 별표는 연결 부위를 나타냄.

[0069] 예시적인 실시형태에서, 상기 도펀트는 하기 화학식 12의 구조를 가지는 유기금속 화합물을 포함할 수 있다.

[0070] [화학식 12]



[0071]

[0072] 화학식 12에서,

[0073] R^{31} 내지 R^{36} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기, 치환 또는 비치환 트리아릴 메틸기, 치환 또는 비치환 트리헤테로아릴 메틸기이며, d_1 이 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^{31} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, d_2 가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^{32} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, d_3 이 2인 경우, 각각의 R^{33} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, d_4 가 2 또는 3인 경우, 각각의 R^{34} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, d_5 가 2인 경우, 각각의 R^{35} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고,

[0074] 또는 인접한 2개의 R^{35} 은 서로 결합하여 치환 또는 비치환 벤젠 고리를 형성할 수 있으며,

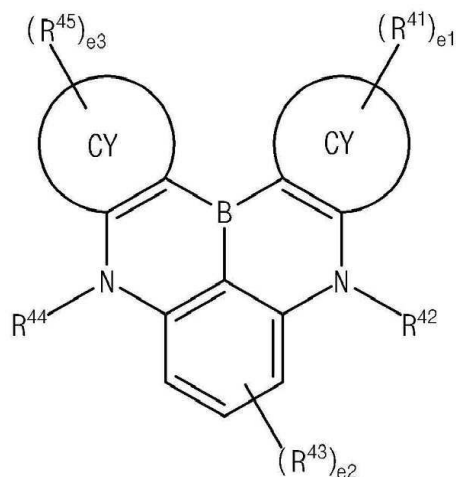
[0075] d_1 및 d_2 는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3 또는 4이고,

[0076] d_3 및 d_5 는 각각 독립적으로 0, 1 또는 2이며,

[0077] d_4 는 0, 1, 2 또는 3임.

[0078] 다른 실시형태에서, 상기 도펀트는 하기 화학식 14의 구조를 가지는 화합물을 포함할 수 있다.

[0079] [화학식 14]



[0080]

[0081] 화학식 14에서,

[0082] 고리 CY는 각각 독립적으로 C₆-C₂₀ 방향족 고리 또는 C₂-C₂₀ 헤테로 방향족 고리임,

[0083] R⁴¹ 내지 R⁴⁵는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬기, 치환 또는 비치환 C₂-C₂₀ 알케닐기, 치환 또는 비치환 C₂-C₂₀ 알키닐기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀ 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C₄-C₃₀ 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C₃-C₃₀ 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₃₀ 아릴기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C₇-C₃₀ 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C₃-C₃₀ 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₃₀ 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₃₀ 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환된 C₆-C₃₀ 아릴 실릴기 또는 치환 또는 비치환 C₂-C₃₀ 헤테로아릴 실릴기이며, e₁이 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10인 경우, 각각의 R⁴¹은 서로 동일하거나 다를 수 있고, e₃가 2 또는 3인 경우, 각각의 R⁴³은 서로 동일하거나 다를 수 있고, e₅가 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10인 경우, 각각의 R⁴⁵는 서로 동일하거나 다를 수 있으며,

[0084] 또는 인접한 2개의 R⁴¹은 서로 결합하여 보론 원자 (B) 및 질소 원자 (N)를 포함하는 치환 또는 비치환 축합 헤테로 방향족 고리를 형성할 수 있고,

[0085] e₁ 및 e₅는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10이고,

[0086] e₃는 0, 1, 2 또는 3임.

[0087] 상기 발광층은 단일 발광부로 이루어지거나, 복수의 발광부가 탠덤 구조를 가질 수 있다.

[0088] 다른 측면에 따르면, 전술한 유기 화합물이 발광층에 도입된 유기발광다이오드가 기판 상에 배치되는 유기발광 장치, 예를 들어 유기발광 조명장치 또는 유기발광다이오드 표시장치가 개시된다.

발명의 효과

[0089] 본 발명의 유기 화합물은 다수의 카바졸일 모이어티에 비-전자 수송 모이어티인 아다만틸기가 치환된다. 아다만틸기가 치환되어 분자의 전자 이동도가 향상될 수 있다. 빠른 전자 이동도에 기인하여, 전하가 분자에 머무는 시간이 감소한다.

[0090] Polaron에 의한 스트레스(TPQ, triplet-polaron quenching)로 인하여 비발광 소멸하는 엑시톤의 양을 줄일 수 있다. 비발광 소멸하는 엑시톤이 발광 재료 또는 전하 수송 재료와 상호작용하여 야기되는 재료의 열화를 최소화할 수 있다.

[0091] 또한, bulky한 아다만틸기를 도입하여, 분자의 내열 특성을 향상시킬 수 있다. 본 발명의 유기 화합물을 발광층

에 적용하여 유기발광다이오드의 발광 효율 및 발광 특성이 향상된 유기발광다이오드를 제조할 수 있다. 분자의 구조에서 HOMO 에너지 준위를 조절하여 정공 이동도를 또한 향상시킬 수 있다. 정공과 전자가 신속하게 발광물질층으로 주입됨에 따라, 유기발광다이오드의 구동 전압을 낮출 수 있다.

[0092] 본 발명의 유기 화합물은 발광층에 도입하여, 발광 효율 및 발광 수명을 개선하고, 구동 전압을 낮추어 전력 소비가 적으며, 환경 친화적인 유기발광다이오드 및 유기발광장치를 구현할 수 있다.

[0093] 본 발명의 유기 화합물을 적용하여, ESG (Environmental, social and Governance) 이념을 실현하는 유기발광다이오드 및 유기발광장치를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0094] 도 1은 본 발명에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 회로를 나타낸 모식도이다.

도 2는 본 발명의 예시적인 제 1 실시형태에 따른 유기발광표시장치를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 3은 본 발명의 예시적인 제 1 실시형태에 따라 단일 발광부를 가지는 유기발광다이오드를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 4는 본 발명의 예시적인 제 2 실시형태에 따라 단일 발광부를 가지는 유기발광다이오드를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 5는 본 발명의 예시적인 제 2 실시형태에 따른 유기발광표시장치를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 6은 본 발명의 예시적인 제 3 실시형태에 따라 2개의 발광부가 탠덤 형태로 형성된 유기발광다이오드를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 7은 본 발명의 예시적인 제 4 실시형태에 따라 3개의 발광부가 탠덤 형태로 형성된 유기발광다이오드를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 8 내지 도 11은 각각 본 발명에서 합성된 유기 화합물의 분해온도(decomposition temperature, T_d)를 측정된 결과를 나타낸 그래프이다.

도 12 내지 도 15는 각각 본 발명에서 합성된 유기 화합물의 유리전이온도(glass transition temperature, T_g) 및 녹는점(melting point, T_m)을 측정된 결과를 나타낸 그래프이다.

도 16 내지 도 19는 각각 본 발명에서 합성된 유기 화합물, N형 화합물, 및 유기 화합물 및 N형 화합물의 혼합물에 대한 발광(photoluminescence, PL) 스펙트럼을 측정된 결과를 나타낸 그래프이다.

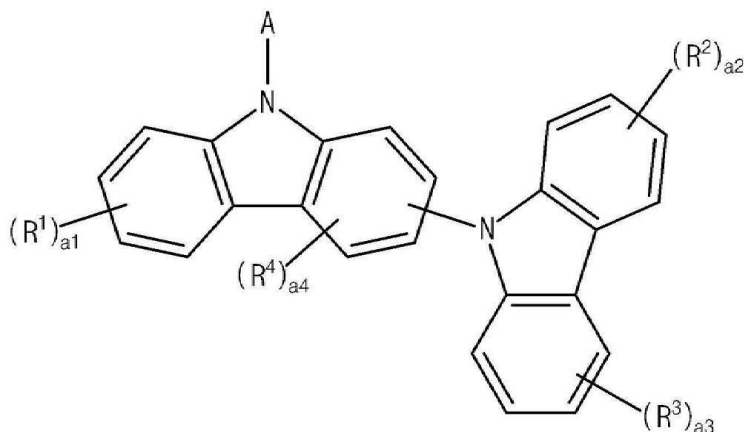
발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0095] 이하, 필요한 경우에 첨부하는 도면을 참조하면서 본 발명을 설명한다.

[0096] [유기 화합물]

[0097] 본 발명에 따른 유기 화합물은 카바졸 고리에 적어도 1개의 아다만틸기가 직접 또는 간접적으로 치환된다. 본 발명의 유기 화합물은 발광층에 적용하여, 유기발광다이오드의 구동 전압을 낮추고, 발광 특성이 향상된다. 본 발명에 따른 유기 화합물은 하기 화학식 1의 구조를 가질 수 있다.

[0098] [화학식 1]



[0099]

[0100] 화학식 1에서,

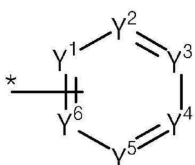
[0101] R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리아릴 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, a1이 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^1 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, a2가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^2 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, a3가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^3 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, a4가 2 또는 3인 경우, 각각의 R^4 는 서로 동일하거나 다를 수 있으며,

[0102] A는 하기 화학식 2 또는 하기 화학식 3의 구조를 가지고,

[0103] a1, a2 및 a3는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3 또는 4이고,

[0104] a4는 0, 1, 2 또는 3임.

[0105] [화학식 2]



[0106]

[0107] 화학식 2에서,

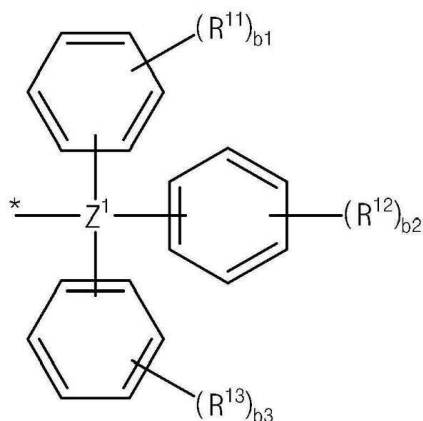
[0108] Y¹ 내지 Y⁶ 중에서 하나는 화학식 1의 카바졸 고리에 연결되는 탄소 원자이고, Y¹ 내지 Y⁶ 중에서 나머지는 각각 독립적으로 CR⁵ 또는 N이고, 그 중에서 적어도 3개는 CR⁵이고,

[0109] R⁵는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬기, 치환 또는 비치환 C₂-C₂₀ 알케닐기, 치환 또는 비치환 C₂-C₂₀ 알키닐기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알콕시기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬

아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, 적어도 1개의 R^5 는 아다만틸기, 아다만틸기로 치환된 C_6-C_{30} 아릴기, 또는 하기 화학식 3의 구조를 가지며,

[0110] 별표는 연결 위치를 나타냄.

[0111] [화학식 3]



[0112]

[0113] 화학식 3에서,

[0114] R^{11} 내지 R^{13} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, b_1 이 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{11} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, b_2 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{12} 는 서로 동일하거나 다를 수 있고, b_3 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{13} 은 서로 동일하거나 다를 수 있으며, R^{11} 내지 R^{13} 중에서 적어도 하나는 아다만틸기이고, Z^1 은 탄소 원자(C), 규소 원자(Si) 또는 게르마늄 원자(Ge)임;

[0115] b_1 , b_2 , b_3 는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3, 4 또는 5이며,

[0116] 별표는 연결 위치를 나타냄.

[0117] 본 명세서에서 '비치환'이란, 수소 원자가 치환된 것을 의미하며, 이 경우 수소 원자는 경수소 원자, 중수소 원자 및 삼중수소 원자를 의미한다.

[0118] 본 명세서에서 '치환'이라는 용어가 사용되는 경우, '치환기'는 예를 들어, 비치환 또는 할로젠으로 치환된 C_1-

C₂₀ 알킬기, 비치환 또는 할로겐으로 치환된 C₁-C₂₀ 알콕시기, 할로겐 원자, 시아노기, 카르복시기, 카르보닐기, 아민기, C₁-C₂₀ 알킬 아민기, 니트로기, 하이드라질기(hydrazyl group), 술폰산기, 비치환 또는 할로겐으로 치환된 C₁-C₂₀ 알킬 실릴기, 비치환 또는 할로겐으로 치환된 C₁-C₂₀ 알콕시 실릴기, 비치환 또는 할로겐으로 치환된 C₄-C₃₀ 사이클로알킬 실릴기, 비치환 또는 할로겐으로 치환된 C₆-C₃₀ 아릴 실릴기, 비치환 또는 C₁-C₂₀ 알킬기로 치환된 C₆-C₃₀ 아릴기, 비치환 또는 C₁-C₂₀ 알킬기로 치환된 C₂-C₃₀ 헤테로 아릴기 등을 들 수 있지만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0119] 본 명세서에서 '헤테로 지환족 고리', '헤테로 방향족 고리', '헤테로 사이클로알킬기', '헤테로아릴기', '헤테로 아랄킬기', '헤테로 아릴옥시기', '헤테로 아릴 아미노기', '헤테로아릴 실릴기' 등에서 사용된 용어 '헤테로'는 이들 방향족(aromatic) 또는 지환족(alicyclic) 고리를 구성하는 탄소 원자 중 1개 이상, 예를 들어 1 내지 5개의 탄소 원자가 N, O, S, Si, Se, P, B 및 이들의 조합, 예를 들어 N, O, S 및 이들의 조합으로 구성되는 군에서 선택된 하나 이상의 헤테로 원자로 치환된 것을 의미한다.

[0120] 예를 들어, C₆-C₃₀ 아릴기는 페닐, 바이페닐, 터페닐, 나프틸, 안트라세닐, 펜탄레닐, 인데닐, 인데노인데닐, 헵탈레닐, 바이페닐레닐, 인다세닐, 페날레닐, 페난트레닐, 벤조페난트레닐, 디벤조페난트레닐, 아줄레닐, 파이레닐기, 플루오란테닐, 트리페닐레닐, 크라이세닐, 테트라페닐, 테트라세닐, 플레이다에닐, 파이세닐, 펜타페닐, 펜타세닐, 플루오레닐, 인데노플루오레닐 또는 스파이로 구조를 갖는 플루오레닐과 같은 축합되지 않거나 축합된(fused) 아릴기일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0121] 예를 들어, C₂-C₃₀ 헤테로 아릴기는 피롤릴, 피리디닐, 피리미디닐, 피라지닐, 피리다지닐, 트리아지닐, 테트라지닐, 이미다졸일, 피라졸일, 인돌일, 이소인돌일, 인다졸일, 인돌리지닐, 피롤리지닐, 카바졸일, 벤조카바졸일, 디벤조카바졸일, 인돌로카바졸일, 인데노카바졸일, 벤조퓨로카바졸일, 벤조티에노카바졸일, 퀴놀리닐, 이소퀴놀리닐, 프탈라지닐, 퀴녹살리닐, 시놀리닐, 퀴나졸리닐, 퀴노졸리닐, 퀴놀리지닐, 퓨리닐, 벤조퀴놀리닐, 벤조이소퀴놀리닐, 벤조퀴나졸리닐, 벤조퀴녹살리닐, 아크리디닐, 페난트롤리닐, 페리미디닐, 페난트리디닐, 프테리디닐, 나프타리디닐, 퓨라닐, 파이라닐, 옥사지닐, 옥사졸일, 옥사디아졸일, 트리아졸일, 디옥시닐, 벤조퓨라닐, 디벤조퓨라닐, 티오파이라닐, 잔테닐, 크로메닐, 이소크로메닐, 티오아지닐, 티오펜일, 벤조티오펜일, 디벤조티오펜일, 디퓨로피라지닐, 벤조퓨로디벤조퓨라닐, 벤조티에노벤조티오펜일, 벤조티에노디벤조티오펜일, 벤조티에노벤조퓨라닐, 벤조티에노디벤조퓨라닐 또는 N-치환된 스파이로 플루오레닐과 같은 축합되지 않거나 축합된 헤테로 아릴기일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0122] 일레로, 아릴기, 헤테로아릴기, 아랄킬기, 헤테로아랄킬기, 아릴옥시기, 헤테로 아릴옥시기, 아릴 아미노기, 및 헤테로 아릴 아미노기는 각각 1개 내지 3개의 방향족 고리 또는 헤테로 방향족 고리로 이루어질 수 있다. 이들 방향족 또는 헤테로 방향족을 구성하는 고리의 개수가 많아지면, 전체 유기 화합물에서 공액화(conjugated) 구조가 지나치게 길어진다. 이에 따라, 유기 화합물의 최고점유분자궤도(highest occupied molecular orbital, HOMO) 에너지 준위와, 최저비점유분자궤도(lowest unoccupied molecular orbital, LUMO) 에너지 준위 사이의 밴드갭이 지나치게 줄어들 수 있다.

[0123] 일레로, 아릴기 또는 헤테로 아릴기는 각각 독립적으로 페닐, 바이페닐, 나프틸, 안트라세닐, 피롤릴, 트리아지닐, 이미다졸일, 피라졸일, 피리디닐, 피라지닐, 피리미디닐, 피리다지닐, 퓨라닐, 벤조퓨라닐, 디벤조퓨라닐, 티오펜일, 벤조티오펜일, 디벤조티오펜일, 카바졸일, 아크리디닐, 카볼리닐, 페나지닐, 페녹사지닐 및/또는 페노티아지닐을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0124] 화학식 1의 구조를 가지는 유기 화합물은 카바졸 고리에 직접 또는 간접적으로 적어도 1개의 아다만틸기가 치환된다. 카바졸 고리에 비-전자 수송 모이어티인 아다만틸기를 적어도 1개 치환하여, 유기 화합물은 에너지 트랩(energy trap)을 해소하여 전자가 이동하는 전자 호핑(electron hopping)이 향상된다. 이에 따라 유기 화합물의 전자 이동도가 향상될 수 있다.

[0125] 유기 화합물의 전자 이동도가 향상됨에 따라, 전자 및 정공과 같은 전하가 유기 분자에 머무르는 시간이 감소한다. 따라서, TPQ (triplet-polaron quenching)와 같은 polaron에 의한 전기적 스트레스로 인하여 유기 화합물이 열화되는 것을 최소화할 수 있다. 따라서, 화학식 1의 구조를 가지는 유기 화합물을 발광층에 적용하였을 때, 발광 소재 및 전하 수송 재료의 열화가 억제되고, 유기발광다이오드의 발광 효율 및 발광 수명을 개선할 수 있다.

[0126] 또한, 유기 화합물은 bulky한 아다만틸기를 포함하여, 분자량이 증가하면서 내열 특성이 향상될 수 있다. 또한,

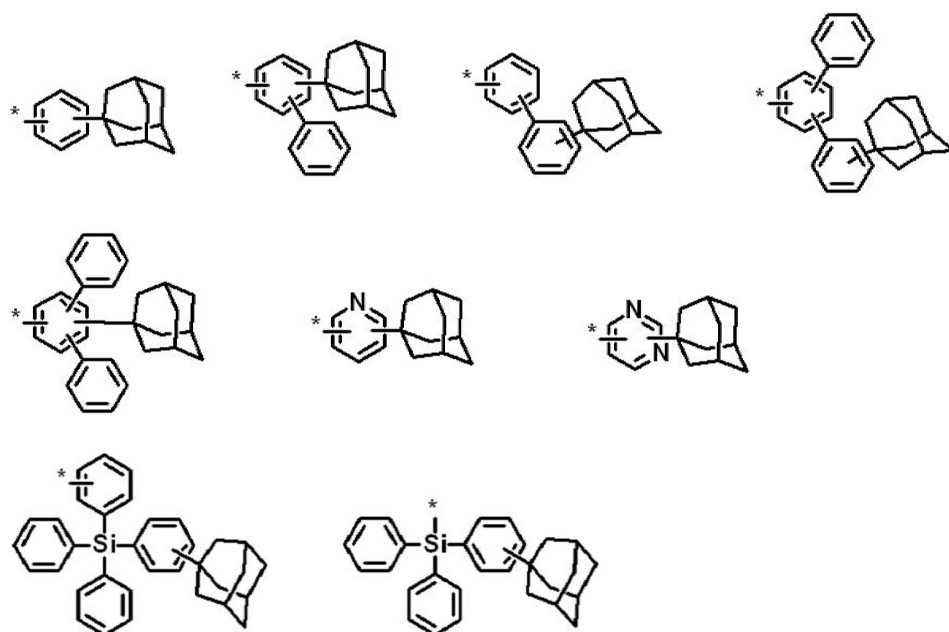
아다만틸기를 도입하여, 분자의 최고점유분자궤도(highest occupied molecular orbital, HOMO) 에너지 준위를 조절함으로써, 분자의 정공 이동도를 향상시킬 수 있다. 전하 이동도가 향상된 유기 화합물을 전하 수송층 또는 전하 차단층에 적용하여, 유기발광다이오드의 구동 전압을 낮추면서 소비 전력을 줄일 수 있다.

[0127] 또한, 본 발명의 유기 화합물은 여기 상태 최저 삼중항 에너지 준위(T_1)가 높으며, 도펀트에 비하여 HOMO 에너지 준위와, 최저비점유분자궤도(lowest unoccupied molecular orbital, LUMO) 에너지 준위 사이의 에너지밴드 갭이 넓다. 따라서, 본 발명의 유기 화합물을 발광물질층의 호스트로 사용하면, 도펀트로 엑시톤 에너지를 효율적으로 전달하면서, 유기발광다이오드의 발광 효율 및 발광 수명을 개선할 수 있다.

[0128] 일례로, 화학식 2로 표시되는 구조는 벤젠 고리, 피리딘 고리 또는 피리미딘 고리를 가질 수 있다. 예시적인 실시형태에서, 화학식 1의 R^1 내지 R^3 중에서 적어도 하나는 아다만틸기를 가질 수 있다.

[0129] 예시적인 실시형태에서, 화학식 1에서 적어도 1개의 아다만틸기를 가지는 A 모이어티는 하기 화학식 4의 구조를 가지는 어느 하나일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0130] [화학식 4]



[0131]

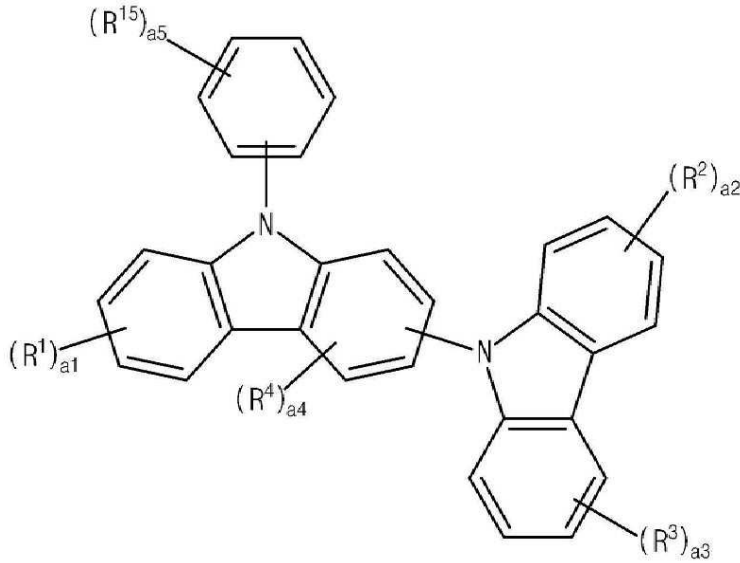
[0132]

[0133]

[0134] 화학식 4에서 별표는 연결 위치를 나타냄.

[0135] 유기 화합물은 카바졸 고리에 연결되는 페닐기에 직접 또는 간접 연결되는 적어도 1개의 아다만틸기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 아다만틸기는 카바졸 고리에 연결되는 페닐기에 직접 연결되거나, 카바졸 고리에 연결되는 페닐기에 치환된 다른 아릴기에 연결되거나, 카바졸 고리에 연결되는 페닐기에 치환될 수 있는 트리페닐실릴기를 구성하는 적어도 1개의 페닐기에 연결될 수 있다. 일례로, 화학식 1의 구조를 가지는 유기 화합물은 하기 화학식 5의 구조를 가질 수 있다.

[0136] [화학식 5]



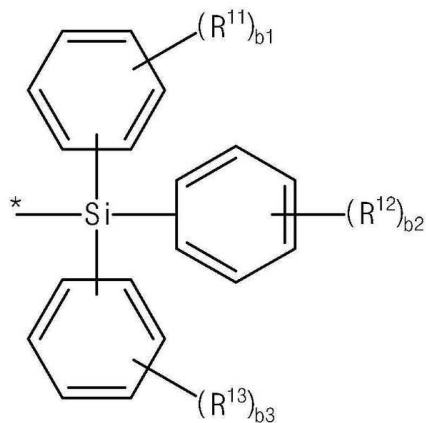
[0137]

[0138] 화학식 5에서, R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , $a1$, $a2$, $a3$ 및 $a4$ 는 화학식 1에서 정의된 것과 동일하고,

[0139] R^{15} 는 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4 - C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3 - C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7 - C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3 - C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6 - C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, $a5$ 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{15} 는 서로 동일하거나 다를 수 있으며, 적어도 1개의 R^{15} 는 아다만틸기 또는 하기 화학식 6의 구조를 가지며,

[0140] $a5$ 는 0, 1, 2, 3, 4 또는 5임.

[0141] [화학식 6]



[0142]

[0143] 화학식 6에서,

[0144] R^{11} , R^{12} , R^{13} , b1, b2 및 b3는 화학식 3에서 정의된 것과 동일하고,

[0145] 별표는 연결 위치를 나타냄.

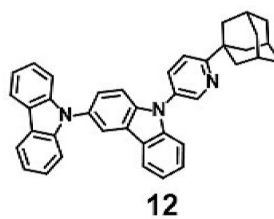
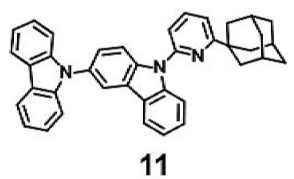
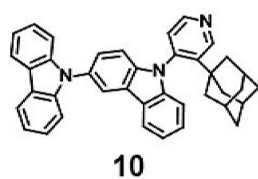
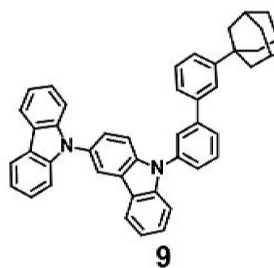
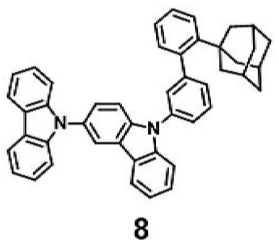
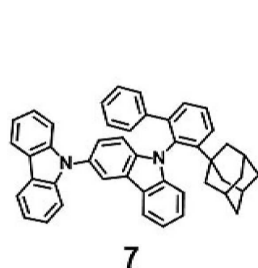
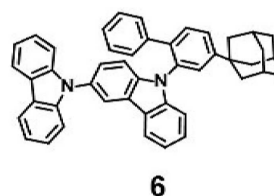
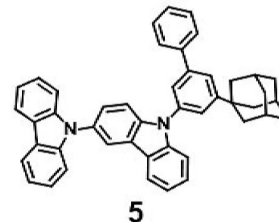
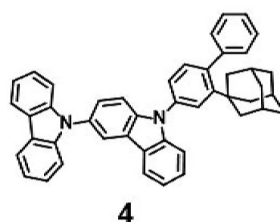
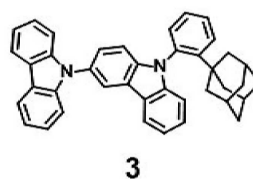
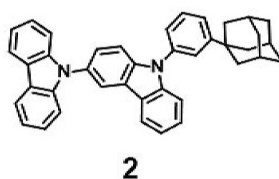
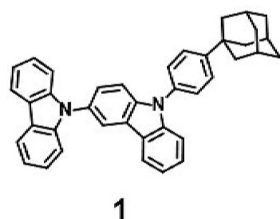
[0146] 예를 들어, 화학식 1 및/또는 화학식 5의 R^1 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기 또는 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기일 수 있다.

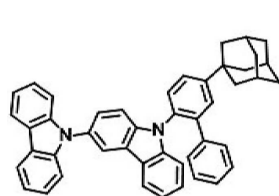
[0147] 상기 화학식 2의 R^5 및/또는 화학식 5의 R^{15} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 트리페닐실릴기 또는 치환 또는 비치환 트리페닐저마닐기이고, 적어도 1개의 R^5 및/또는 R^{15} 는 각각 아다만틸기, 아다만틸기로 치환된 C_6-C_{30} 아릴기, 또는 상기 화학식 3 및/또는 화학식 6의 구조를 가질 수 있다.

[0148] 상기 화학식 3 및/또는 화학식 6의 R^{11} 내지 R^{13} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기 또는 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기이고, R^{11} 내지 R^{13} 중에서 적어도 하나는 아다만틸기일 수 있다.

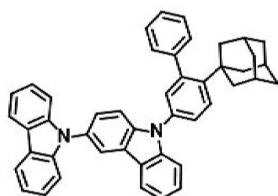
[0149] 예를 들어, 화학식 1 내지 화학식 6의 구조를 가지는 유기 화합물은 하기 화학식 7의 화합물 중에서 적어도 하나일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0150] [화학식 7]

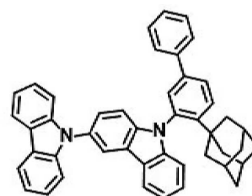




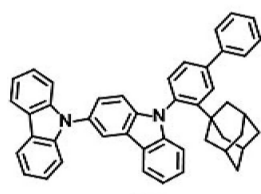
13



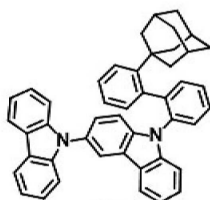
14



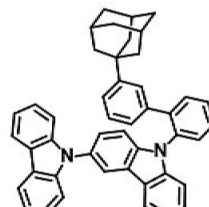
15



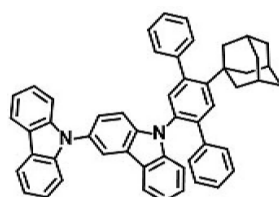
16



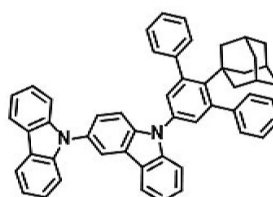
17



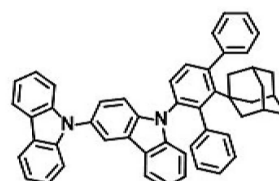
18



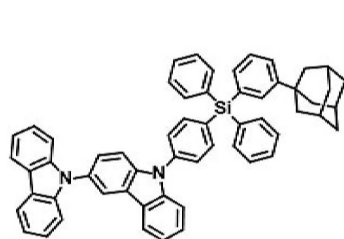
19



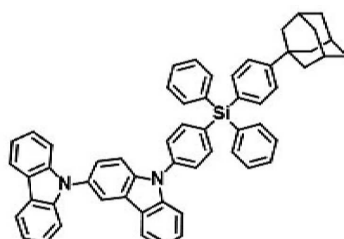
20



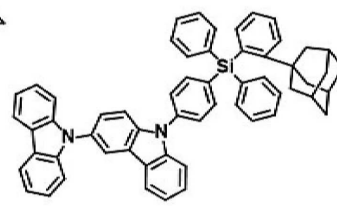
21



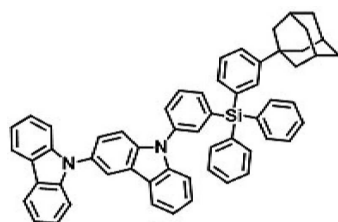
22



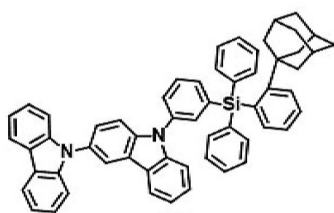
23



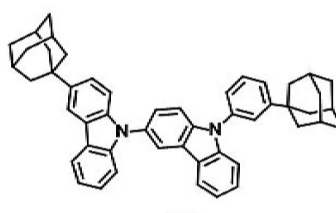
24



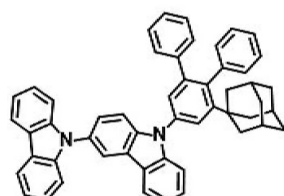
25



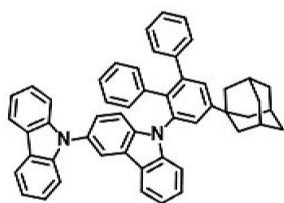
26



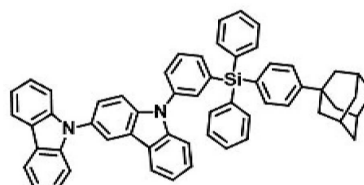
27



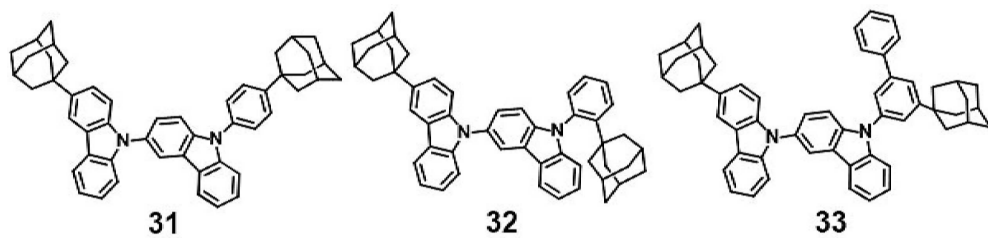
28



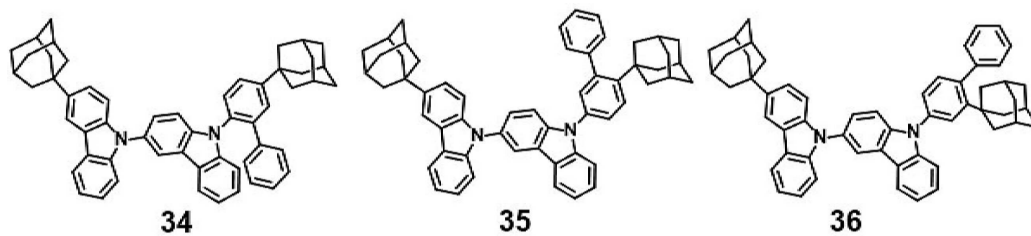
29



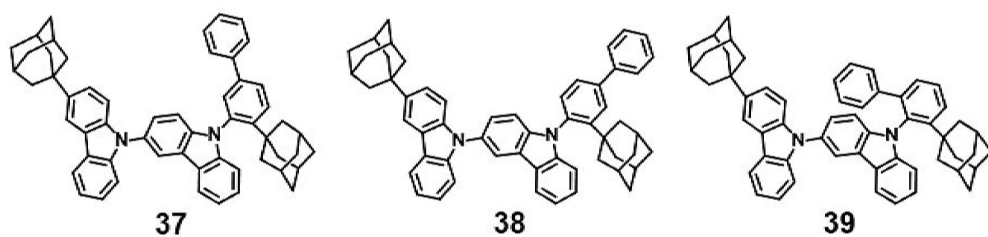
30



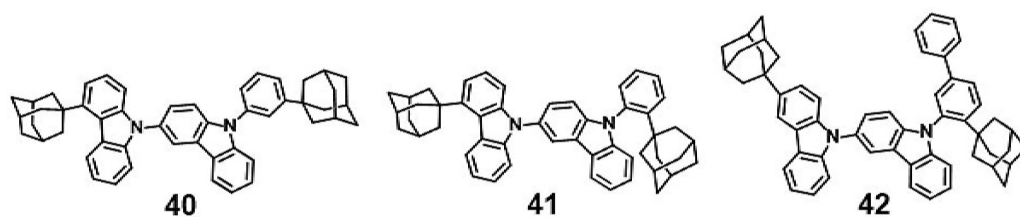
[0161]



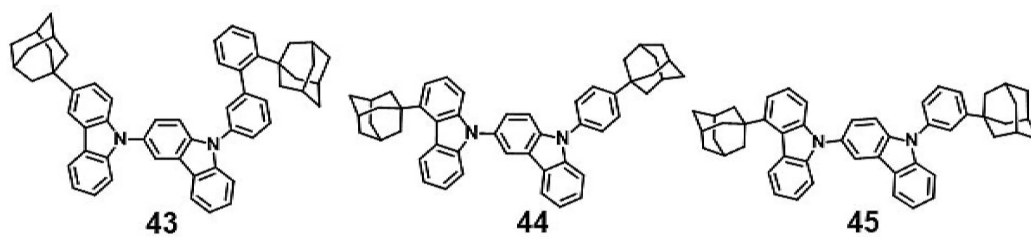
[0162]



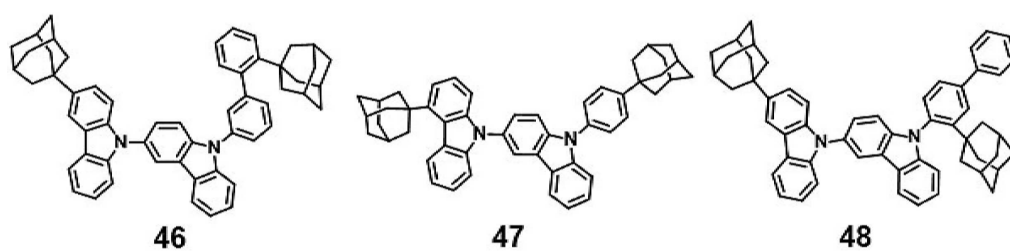
[0163]



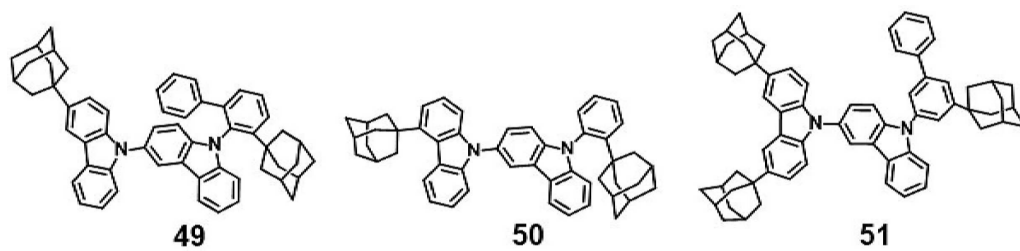
[0164]



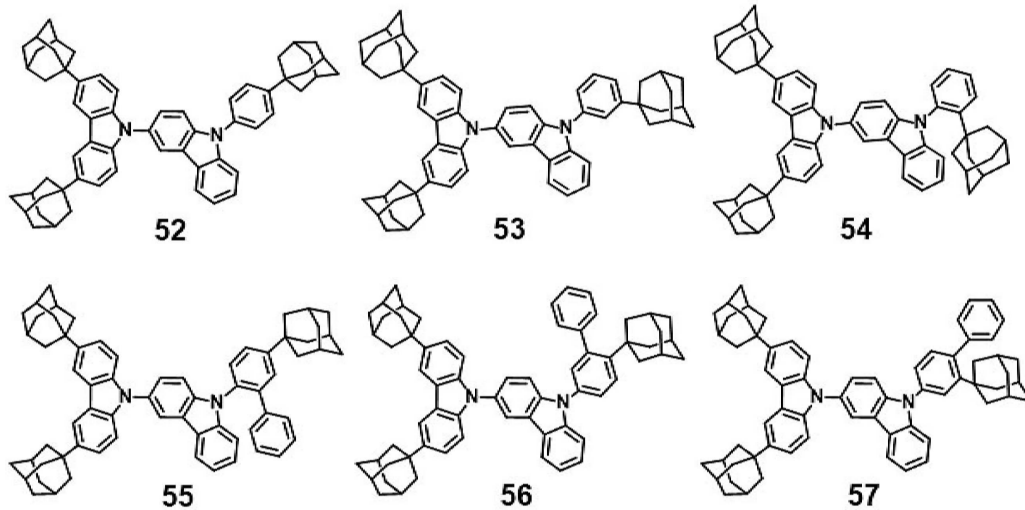
[0165]



[0166]



[0167]



화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 갖는 유기 화합물은 카바졸 고리에 적어도 1개의 아다만틸기가 직접 또는 간접 연결된다. 분자의 전하 이동도가 향상되면서 polaron에 의한 재료의 열화가 억제되며, 내열 특성이 우수하다. 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 발광층에 적용하여, 구동 전압이 낮으며, 발광 효율 및 발광 수명이 향상된 유기발광다이오드를 구현할 수 있다.

[유기발광장치 및 유기발광다이오드]

화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 유기발광다이오드의 발광층에 도입하여 유기발광다이오드의 구동 전압을 낮추고, 발광 효율 및 발광 수명을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함하는 발광층은 청색 화소 영역에서 단일 발광부를 포함하는 유기발광다이오드에 적용될 수 있다. 선택적으로, 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함하는 발광층은 2개 이상의 발광부가 적층된(stacked) 탠덤형 유기발광다이오드에 적용될 수 있다.

화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물이 도입된 유기발광다이오드는 유기발광표시장치 또는 유기발광 조명 장치와 같은 유기발광장치에 적용될 수 있다. 일례로, 본 발명에 따른 유기발광표시장치에 대하여 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 회로를 나타낸 모식도이다. 도 1에 나타난 바와 같이, 유기발광표시장치에는, 서로 교차하여 화소 영역(P)을 정의하는 게이트 배선(GL)과, 데이터 배선(DL) 및 파워 배선(PL)이 형성된다. 화소 영역(P)에는, 스위칭 박막트랜지스터(Ts), 구동 박막트랜지스터(Td), 스토리지 커패시터(Cst) 및 유기발광다이오드(D)가 형성된다. 화소 영역(P)은 적색(R) 화소 영역, 녹색(G) 화소 영역 및 청색(B) 화소 영역을 포함할 수 있다.

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. 이러한 유기발광 표시장치에서는, 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.

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. 이때, 스토리지 커패시터(Cst)에는 데이터신호에 비례하는 전압으로 충전되어, 일 프레임(frame) 동안 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극의 전압이 일정하게 유지되도록 한다. 따라서, 유기발광표시장치는 원하는 영상을 표시할 수 있다.

도 2는 본 발명의 예시적인 실시형태에 따른 유기발광표시장치를 개략적으로 나타낸 단면도이다. 도 2에 나타난 바와 같이, 유기발광 표시장치(100)는 기판(102), 기판(102) 상부에 배치되는 박막트랜지스터(Tr)와, 박막 트랜지스터(Tr)에 연결되는 유기발광다이오드(D)를 포함한다.

- [0178] 예를 들어, 기관(102)에는 적색 화소 영역, 녹색 화소 영역 및 청색 화소 영역이 정의되고, 유기발광다이오드(D)는 각 화소 영역마다 위치한다. 즉, 적색, 녹색 및 청색 빛을 발광하는 유기발광다이오드(D)가 적색 화소 영역, 녹색 화소 영역 및 청색 화소 영역에 구비된다.
- [0179] 기관(102)은 유리 기관, 얇은 플렉서블(flexible) 기관 또는 고분자 플라스틱 기관일 수 있다. 예를 들어, 기관(102)은 폴리이미드(polyimide; PI), 폴리에테르술폰(Polyethersulfone; PES), 폴리에틸렌나프탈레이트(polyethylenenaphthalate; PEN), 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene Terephthalate; PET) 및 폴리카보네이트(polycarbonate; PC) 중 어느 하나로 형성될 수 있다. 박막트랜지스터(Tr)와, 유기발광다이오드(D)가 상부에 위치하는 기관(102)은 어레이 기관을 이룬다.
- [0180] 기관(102) 상에 버퍼층(106)이 형성되고, 버퍼층(106) 상에 박막트랜지스터(Tr)가 형성된다. 버퍼층(106)은 생략될 수 있다.
- [0181] 버퍼층(106) 상부에 반도체층(110)이 형성된다. 예를 들어, 반도체층(110)은 산화물 반도체 물질로 이루어질 수 있다. 반도체층(110)이 산화물 반도체 물질로 이루어지는 경우, 반도체층(110) 하부에 차광패턴(도시하지 않음)이 형성될 수 있다. 차광패턴(도시하지 않음)은 반도체층(110)으로 빛이 입사되는 것을 방지하여 반도체층(110)이 빛에 의하여 열화되는 것을 방지한다. 이와 달리, 반도체층(110)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 반도체층(110)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.
- [0182] 반도체층(110) 상부에는 절연 물질로 이루어진 게이트 절연막(120)이 기관(102) 전면에 형성된다. 게이트 절연막(120)은 실리콘산화물(SiO_x) 또는 실리콘질화물(SiN_x) ($0 < x \leq 2$)과 같은 무기 절연 물질로 이루어질 수 있다.
- [0183] 게이트 절연막(120) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(130)이 반도체층(110)의 중앙에 대응하여 형성된다. 도 2에서 게이트 절연막(120)은 기관(102) 전면에 형성되어 있으나, 게이트 절연막(120)은 게이트 전극(130)과 동일한 모양으로 패턴링 될 수도 있다.
- [0184] 게이트 전극(130) 상부에는 절연 물질로 이루어진 층간 절연막(140)이 기관(102) 전면에 형성된다. 층간 절연막(140)은 실리콘산화물(SiO_x) 또는 실리콘질화물(SiN_x) ($0 < x \leq 2$)과 같은 무기 절연 물질로 형성되거나, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연 물질로 형성될 수 있다.
- [0185] 층간 절연막(140)은 반도체층(110)의 양측 상면을 노출하는 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀(142, 144)을 갖는다. 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀(142, 144)은 게이트 전극(130)의 양측에서 게이트 전극(130)과 이격되어 위치한다. 도 5에서 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀(142, 144)은 게이트 절연막(120) 내에도 형성된 것으로 도시하였다. 이와 달리, 게이트 절연막(120)이 게이트 전극(130)과 동일한 모양으로 패턴링 될 경우, 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀(142, 144)은 층간 절연막(140) 내에만 형성된다.
- [0186] 층간 절연막(140) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 소스 전극(152)과 드레인 전극(154)이 형성된다. 소스 전극(152)과 드레인 전극(154)은 게이트 전극(130)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 제 1 및 제 2 반도체층 컨택홀(142, 144)을 통해 반도체층(110)의 양측과 접촉한다.
- [0187] 반도체층(110), 게이트 전극(130), 소스 전극(152) 및 드레인 전극(154)은 박막트랜지스터(Tr)를 이루며, 박막트랜지스터(Tr)는 구동 소자(driving element)로 기능한다. 도 2에 예시된 박막트랜지스터(Tr)는 반도체층(110)의 상부에 게이트 전극(130), 소스 전극(152) 및 드레인 전극(154)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.
- [0188] 도 2에 도시하지 않았으나, 게이트 배선(GL, 도 1 참조)과 데이터 배선(DL, 도 1 참조)이 서로 교차하여 화소 영역을 정의하며, 게이트 배선과 데이터 배선에 연결되는 스위칭 소자(Ts, 도 1 참조)가 더 형성된다. 상기 스위칭 소자(Ts)는 구동 소자인 박막트랜지스터(Tr)에 연결된다. 또한, 파워 배선(PL, 도 1 참조)이 데이터 배선(DL)과 평행하게 이격되어 형성되며, 일 프레임(frame) 동안 구동 소자인 박막트랜지스터(Tr)의 게이트 전극(130)의 전압을 일정하게 유지되도록 하기 위한 스토리지 커패시터(Cst)가 더 구성될 수 있다.
- [0189] 소스 전극(152)과 드레인 전극(154) 상부에는 평탄화층(160)이 박막트랜지스터(Tr)를 덮으며 기관(102) 전면에 형성된다. 평탄화층(160)은 상면이 평탄하며, 박막트랜지스터(Tr)의 드레인 전극(154)을 노출하는 드레인 컨택

홀(162)을 갖는다. 여기서, 드레인 컨택홀(162)은 제 2 반도체층 컨택홀(144) 바로 위에 형성된 것으로 도시되어 있으나, 제 2 반도체층 컨택홀(144)과 이격되어 형성될 수도 있다.

- [0190] 유기발광다이오드(D)는 평탄화층(160) 상에 위치하며 박막트랜지스터(Tr)의 드레인 전극(154)에 연결되는 제 1 전극(210)과, 제 1 전극(210) 상에 순차 적층되는 발광층(230) 및 제 2 전극(220)을 포함한다.
- [0191] 제 1 전극(210) 및 제 2 전극(220) 중에서 하나는 양극(anode)이고, 제 1 전극(210) 및 제 2 전극(230) 중에서 다른 하나는 음극(cathode)일 수 있다. 제 1 전극(210) 및 제 2 전극(220) 중에서 하나는 반사 전극이고, 제 1 전극(210) 및 제 2 전극(230) 중에서 다른 하나는 투과 전극일 수 있다.
- [0192] 제 1 전극(210)은 각 화소 영역 별로 분리되어 형성된다. 일례로, 제 1 전극(210)은 양극(anode)일 수 있다. 제 1 전극(210)은 일함수(work function) 값이 비교적 큰 도전성 물질, 예를 들어 투명 도전성 산화물(transparent conductive oxide, TCO)로 이루어질 수 있다.
- [0193] 유기발광표시장치(100)가 하부 발광 방식인 경우, 제 1 전극(210)은 투명 도전성 산화물로 이루어진 단층 구조를 가질 수 있다. 한편, 유기발광 표시장치(100)가 상부 발광 방식(top-emission type)인 경우, 제 1 전극(210) 하부에는 반사전극 또는 반사층이 더욱 형성될 수 있다. 예를 들어, 반사전극 또는 반사층은 은(Ag) 및/또는 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-palladium-copper: APC) 합금으로 이루어질 수 있다. 일례로, 상부 발광 방식인 유기발광다이오드(D)에서 제 1 전극(210)은 TCO/Ag/TCO 또는 TCO/APC/TCO의 3층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0194] 평탄화층(160) 상에는 제 1 전극(210)의 가장자리를 덮는 बैं크층(164)이 형성된다. बैं크층(164)은 화소 영역에 대응하여 제 1 전극(210)의 중앙을 노출한다. बैं크층(164)은 생략될 수 있다.
- [0195] 제 1 전극(210) 상에는 발광층(230)이 형성된다. 하나의 실시형태에서, 발광층(230)은 발광물질층(emitting material layer, EML)으로만 이루어질 수 있다. 다른 실시형태에서, 발광층(230)은 발광물질층 이외에도 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) 및/또는 전하생성층(charge generation layer; CGL)을 포함할 수 있다(도 3 및 도 4 참조).
- [0196] 발광층(230)은 1개의 발광부로 이루어질 수도 있다. 다른 실시형태에서, 발광층(230)은 복수의 발광부가 탠덤 구조를 형성할 수도 있다. 예를 들어, 발광층(230)은 적색 화소 영역, 녹색 화소 영역, 청색 화소 영역 각각에 위치하는 단일 발광부를 갖는 유기발광다이오드에 적용될 수 있다. 선택적으로, 발광층(230)은 2개 이상의 발광부가 적층된(stacked) 탠덤형 유기발광다이오드에 적용될 수 있다.
- [0197] 발광층(230)은 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다. 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함하여 유기발광다이오드(D) 및 유기발광표시장치(100)의 구동 전압을 낮추고, 발광 효율 및 발광 수명을 크게 향상시킬 수 있는데, 이에 대해서는 후술한다.
- [0198] 발광층(230)이 형성된 기관(102)의 상부로 제 2 전극(220)이 형성된다. 일례로, 제 2 전극(220)은 표시영역의 전면에 위치하며, 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질로 이루어져 전자를 주입하는 음극(cathode)일 수 있다. 유기발광표시장치(100)가 상부 발광 방식인 경우, 제 2 전극(220)은 얇은 두께를 가져 광투과(반투과) 특성을 갖는다.
- [0199] 제 2 전극(220) 상에는, 외부 수분이 유기발광다이오드(D)로 침투하는 것을 방지하기 위해, 인캡슐레이션 필름(encapsulation film, 170)이 형성된다. 인캡슐레이션 필름(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. 인캡슐레이션 필름(170)은 생략될 수 있다.
- [0200] 유기발광표시장치(100)는 외부광의 반사를 줄이기 위한 편광판(도시하지 않음)이 부착될 수 있다. 예를 들어, 편광판(도시하지 않음)은 원형 편광판일 수 있다. 유기발광표시장치(100)가 하부 발광 방식인 경우, 편광판은 기관(110) 하부에 위치할 수 있다. 한편, 유기발광표시장치(100)가 상부 발광 방식인 경우, 편광판은 인캡슐레이션 필름(170) 상부에 위치할 수 있다.
- [0201] 또한, 상부 발광 방식의 유기발광표시장치(100)에서는, 인캡슐레이션 필름(170) 또는 편광판(도시하지 않음) 상에 커버 윈도우(도시하지 않음)가 부착될 수 있다. 이때, 기관(110)과 커버 윈도우(도시하지 않음)가 플렉서블

소재로 이루어진 경우, 플렉서블 표시장치를 구성할 수 있다.

[0202] 이어서, 본 발명의 유기 화합물이 도입된 유기발광다이오드에 대해서 보다 구체적으로 설명한다. 도 3은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라 단일 발광부를 가지는 유기발광다이오드를 개략적으로 나타낸 단면도이다. 도 3에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 예시적인 실시형태에 따른 유기발광다이오드(D1)는 서로 마주하는 제 1 전극(210) 및 제 2 전극(220)과, 제 1 및 제 2 전극(210, 220) 사이에 위치하는 발광층(230)을 포함한다. 유기발광 표시장치(100, 도 2 참조)는 적색 화소 영역, 녹색 화소 영역 및 청색 화소 영역을 포함하고, 유기발광다이오드(D1)는 청색 화소 영역에 위치할 수 있다.

[0203] 예시적인 실시형태에서, 발광층(230)은 제 1 전극(210)과 제 2 전극(220) 사이에 위치하는 발광물질층(EML, 340)을 포함한다. 발광층(230)은 제 1 전극(210)과 발광물질층(340) 사이에 위치하는 정공수송층(HTL, 320)과, 발광물질층(340)과 제 2 전극(220) 사이에 위치하는 전자수송층(ETL, 360) 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또한, 발광층(230)은 제 1 전극(210)과 정공수송층(320) 사이에 위치하는 정공주입층(310)과, 제 2 전극(220)과 전자수송층(360) 사이에 위치하는 전자주입층(EIL, 370) 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 선택적으로 또는 추가적으로, 발광층(230)은 정공수송층(320)과 발광물질층(340) 사이에 위치하는 제 1 엑시톤 차단층인 전자차단층(electron blocking layer, EBL, 330) 및/또는 발광물질층(340)과 전자수송층(360) 사이에 위치하는 제 2 엑시톤 차단층인 정공차단층(hole blocking layer, HBL, 350)을 더욱 포함할 수 있다.

[0204] 제 1 전극(210)은 발광물질층(340)에 정공을 공급하는 양극일 수 있다. 제 1 전극(210)은 일함수(work function) 값이 비교적 큰 도전성 물질, 예를 들어 투명 도전성 산화물(TCO)로 이루어질 수 있다. 일례로, 제 1 전극(210)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/또는 알루미늄 산화아연(Al: ZnO; AZO)으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0205] 제 2 전극(220)은 발광물질층(340)에 전자를 공급하는 음극일 수 있다. 예를 들어, 제 2 전극(220)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 은(Ag), 이들의 합금 및/또는 이들의 조합(예를 들어, 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg))과 같은 반사 특성이 좋은 소재로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0206] 정공주입층(310)은 제 1 전극(210)과 정공수송층(320) 사이에 위치하는데, 무기물인 제 1 전극(210)과 유기물인 정공수송층(320) 사이의 계면 특성을 향상시킨다. 예시적인 실시형태에서, 정공주입층(310)에 사용될 수 있는 정공 주입 물질은 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; NPD), 1,4,5,8,9,11-헥사아자트리페닐렌헥사카보니트릴(1,4,5,8,9,11-Hexaazatriphenylenehexacarbonitrile, Dipyrazino[2,3-f:2'3'-h]quinoxaline-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitrile; HAT-CN), 2,3,5,6-테트라플루오로-7,7,8,8-테트라시아노퀴노디메탄(2,3,5,6-tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane, F4-TCNQ), 1,3,4,5,7,8-헥사플루오로테트라시아노나프토퀴노디메탄(1,3,4,5,7,8-hexafluorotetracyanonaphthoquinodimethane, F6-TCNNQ), 1,3,5-트리스[4-(디페닐아미노)페닐]벤젠(1,3,5-tris[4-(diphenylamino)phenyl]benzene; TDAPB), 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)폴리스티렌 술포네이트(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) 및/또는 이들의 조합인 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

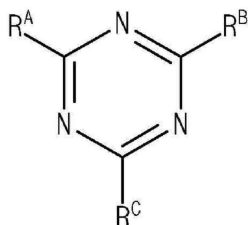
[0207] 다른 실시형태에서, 정공주입층(210)에 후술하는 정공 수송 물질인 정공 주입 호스트와, 전술한 정공 주입 물질(예를 들어, HAT-CN, F4-TCNQ, F6-TCNNQ)인 정공 주입 도펀트를 포함할 수 있다. 정공 주입 도펀트는 정공주입층(310) 중에 1 내지 10 중량%의 비율로 도핑될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 유기발광다이오드(D1)의 특성에 따라 정공주입층(310)은 생략될 수 있다.

[0208] 정공수송층(320)은 제 1 전극(210)과 발광물질층(340) 사이에 발광물질층(340)에 인접하여 위치한다. 하나의 실시형태에서, 정공수송층(320)에 사용될 수 있는 정공 수송 물질은 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) 및/또는 이들의 조합인 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 선택적인 실시형태에서, 정공 수송 물질은 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다.

[0209] 발광물질층(340)은 호스트(342, 344)와 도펀트(346)를 포함하고, 실질적인 발광은 도펀트(346)에서 일어난다. 발광물질층(340)은 청색으로 발광할 수 있다. 예를 들어, 호스트(342, 344)는 제 1 호스트(342)와 제 2 호스트(346)를 포함할 수 있다. 제 1 호스트(342)는 정공 결합 특성 및/또는 정공 수송 특성이 상대적으로 우수한 P형(정공 타입) 호스트일 수 있다. 제 2 호스트(344)는 전자 결합 특성 및/또는 전자 수송 특성이 상대적으로 우수한 N형(전자 타입) 호스트일 수 있다.

[0210] 제 1 호스트(342)는 카바졸계 화합물을 포함할 수 있으며, 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다. 제 2 호스트(344)는 아진계 화합물을 포함할 수 있다. 아진계 화합물인 제 2 호스트(344)는 트리아진계 유기 화합물을 포함할 수 있다. 일례로, 제 2 호스트(344)는 하기 화학식 8의 구조를 가질 수 있다.

[0211] [화학식 8]

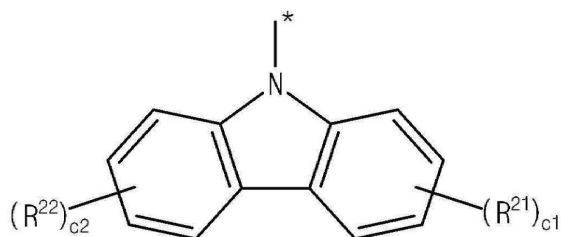


[0212]

[0213] 화학식 8에서,

[0214] R^A , R^B 및 R^C 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, R^A , R^B 및 R^C 중에서 적어도 1개는 하기 화학식 9의 구조를 가지고, R^A , R^B 및 R^C 중에서 다른 적어도 1개는 하기 화학식 10의 구조를 가짐.

[0215] [화학식 9]



[0216]

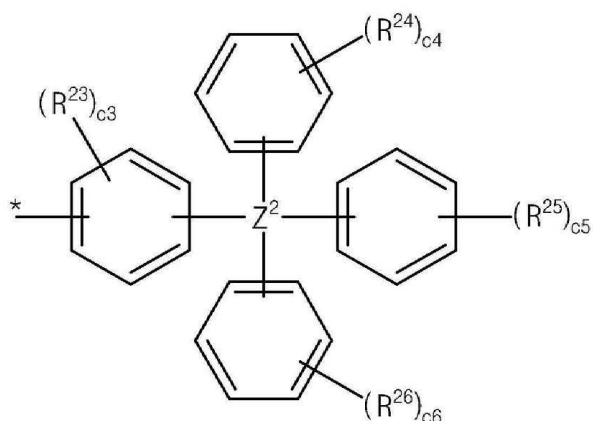
[0217] 화학식 9에서,

[0218] R^{21} 및 R^{22} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, c_1 이 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^{21} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, c_2 가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^{22} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있고,

[0219] c_1 및 c_2 는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3 또는 4이고,

[0220] 별표는 연결 부위를 나타냄.

[0221] [화학식 10]



[0222]

[0223] 화학식 10에서,

[0224] R^{23} 내지 R^{26} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로

아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기이며, c3이 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^{23} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, c4가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{24} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, c5가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{25} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있으며, c6가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{26} 은 서로 동일하거나 상이할 수 있고,

Z^2 는 탄소 원자(C), 규소 원자(Si) 또는 게르마늄 원자(Ge)이며,

c3는 0, 1, 2, 3 또는 4이고,

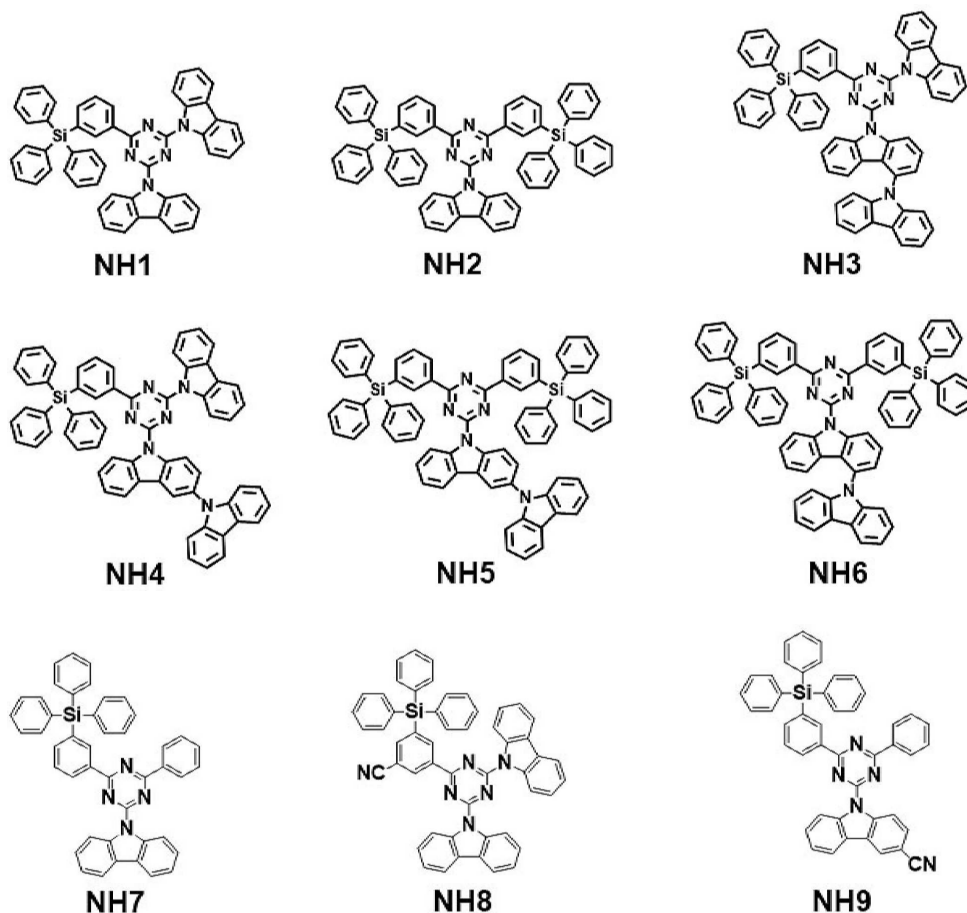
c4, c5 및 c6는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3, 4 또는 5이며,

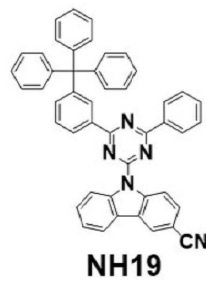
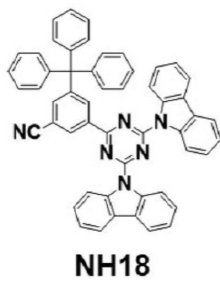
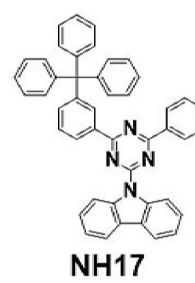
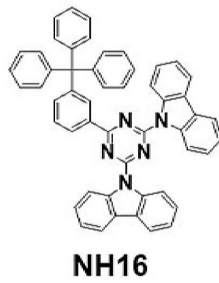
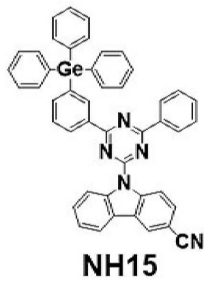
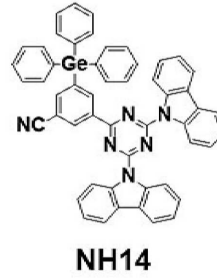
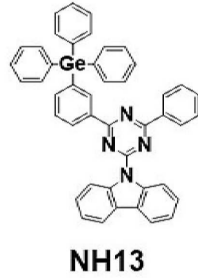
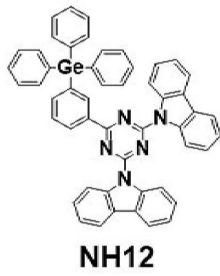
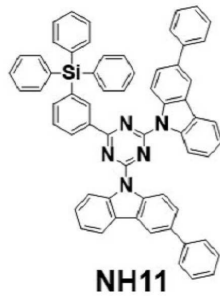
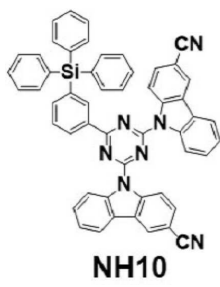
별표는 연결 부위를 나타냄.

일례로, 화학식 8의 R^A , R^B , R^C 중에서 1개 또는 2개는 화학식 9의 구조를 가질 수 있고, 화학식 8의 R^A , R^B , R^C 중에서 1개 또는 2개는 화학식 10의 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 화학식 9 및 화학식 10에서, R^{22} 내지 R^{26} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

예를 들어, 화학식 9의 구조를 가지는 제 2 호스트(344)는 하기 화학식 11의 구조를 가지는 화합물 중에서 적어도 하나일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

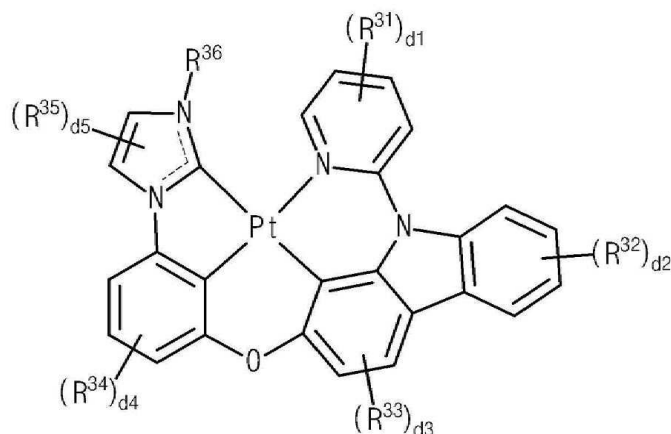
[화학식 11]





일례로, 도펀트(발광체, 346)는 청색으로 발광할 수 있다. 본 실시형태에서, 도펀트(346)는 청색 인광 물질, 청색 형광 물질 또는 청색 지연 형광 물질일 수 있다. 일례로, 청색 인광 물질인 도펀트(346)는 하기 화학식 12의 구조를 가지는 유기금속 화합물을 포함할 수 있다.

[0240] [화학식 12]



[0241]

[0242] 화학식 12에서,

[0243] R^{31} 내지 R^{36} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 트리페닐 메틸기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 저마닐기(germyl), 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴 저마닐기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 저마닐기, 치환 또는 비치환 트리아릴 메틸기, 치환 또는 비치환 트리헤테로아릴 메틸기이며, d_1 이 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^{31} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, d_2 가 2, 3 또는 4인 경우, 각각의 R^{32} 는 서로 동일하거나 다를 수 있고, d_3 이 2인 경우, 각각의 R^{33} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, d_4 가 2 또는 3인 경우, 각각의 R^{34} 는 서로 동일하거나 다를 수 있고, d_5 가 2인 경우, 각각의 R^{35} 는 서로 동일하거나 다를 수 있고,

[0244] 또는 인접한 2개의 R^{35} 는 서로 결합하여 치환 또는 비치환 벤젠 고리를 형성할 수 있으며,

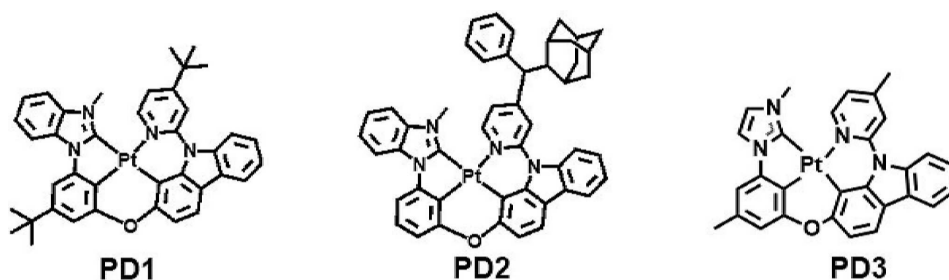
[0245] d_1 및 d_2 는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3 또는 4이고,

[0246] d_3 및 d_5 는 각각 독립적으로 0, 1 또는 2이며,

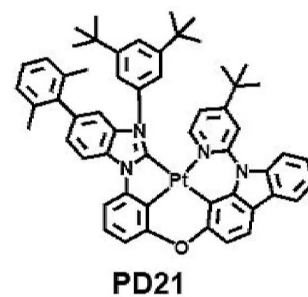
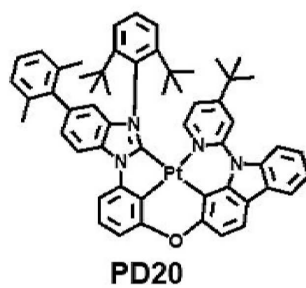
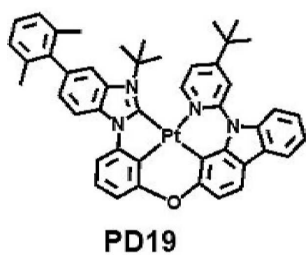
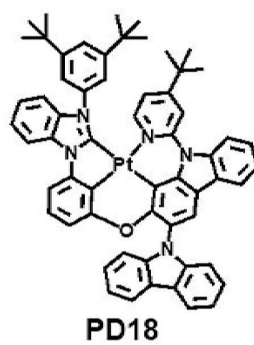
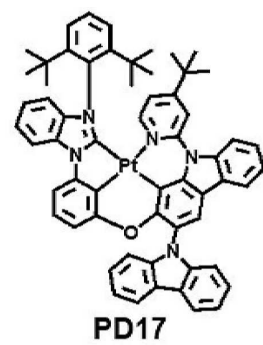
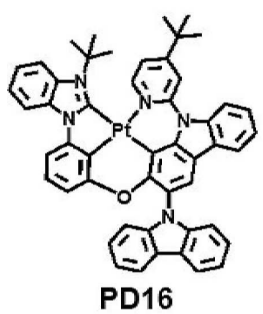
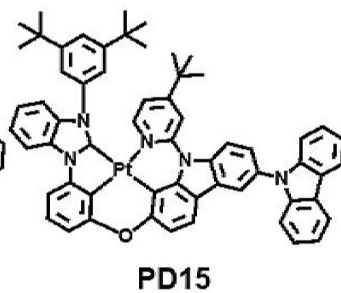
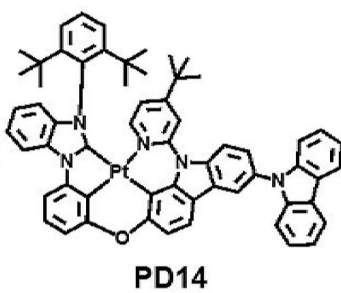
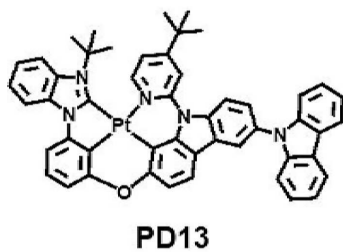
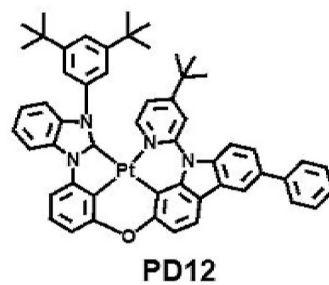
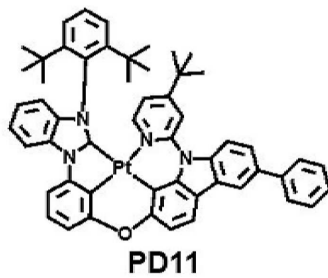
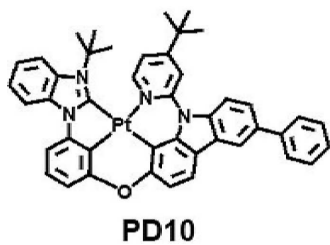
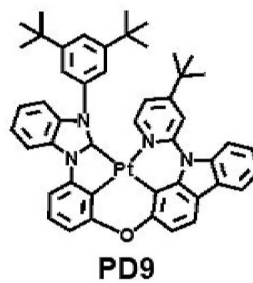
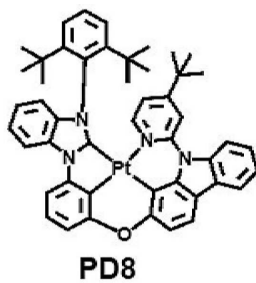
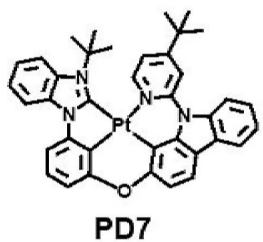
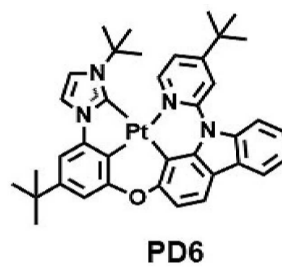
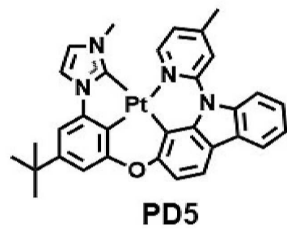
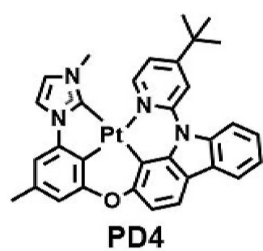
[0247] d_4 는 0, 1, 2 또는 3임.

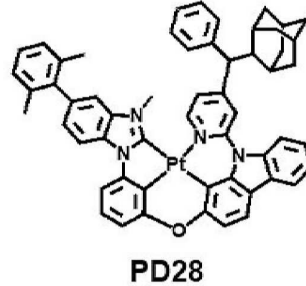
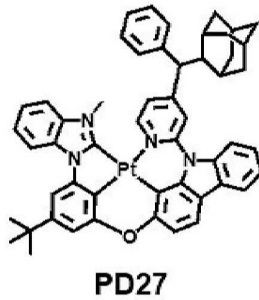
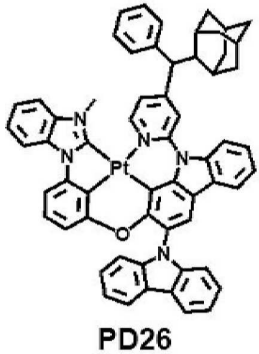
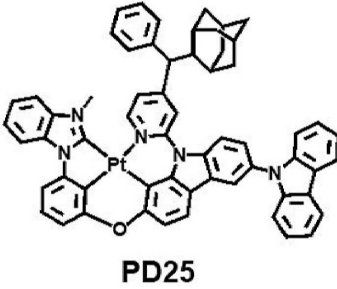
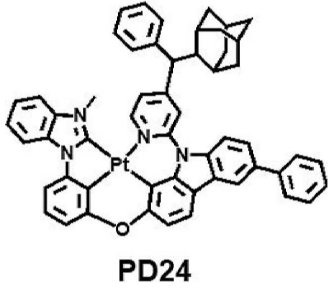
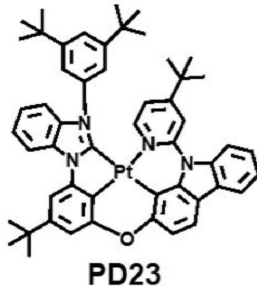
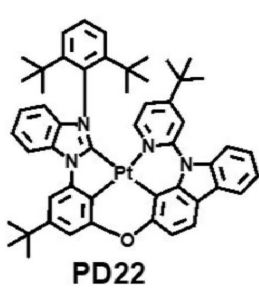
[0248] 예를 들어, 인광 물질인 도펀트(346)는 하기 화학식 13의 구조를 가지는 적어도 하나의 유기금속 화합물일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0249] [화학식 13]



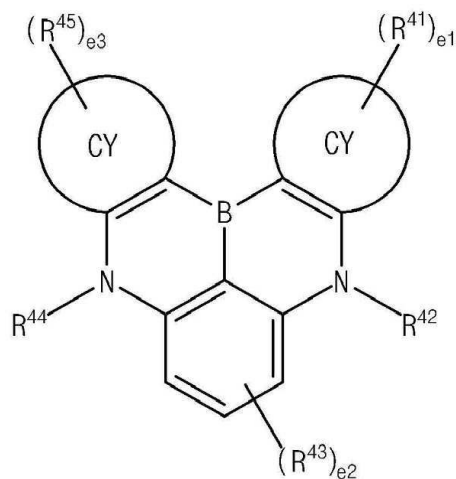
[0250]





다른 실시형태에서, 청색 형광 물질인 도펀트(346)는 하기 화학식 14의 구조를 가지는 화합물을 포함할 수 있다.

[화학식 14]



화학식 14에서,

고리 CY는 각각 독립적으로 C₆-C₂₀ 방향족 고리 또는 C₂-C₂₀ 헤테로 방향족 고리임,

R⁴¹ 내지 R⁴⁵는 각각 독립적으로 수소 원자, 시아노기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알킬기, 치환 또는 비치환 C₂-C₂₀ 알케닐기, 치환 또는 비치환 C₂-C₂₀ 알키닐기, 치환 또는 비치환 C₁-C₂₀ 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀ 알

킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1-C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4-C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_7-C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3-C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환된 C_6-C_{30} 아릴 실릴기 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{30} 헤테로아릴 실릴기이며, e_1 이 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10인 경우, 각각의 R^{41} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, e_3 가 2 또는 3인 경우, 각각의 R^{43} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, e_5 가 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10인 경우, 각각의 R^{45} 은 서로 동일하거나 다를 수 있으며,

[0266] 또는 인접한 2개의 R^{41} 은 서로 결합하여 보론 원자 (B) 및 질소 원자 (N)를 포함하는 치환 또는 비치환 축합 헤테로 방향족 고리를 형성할 수 있고,

[0267] e_1 및 e_5 는 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10이고,

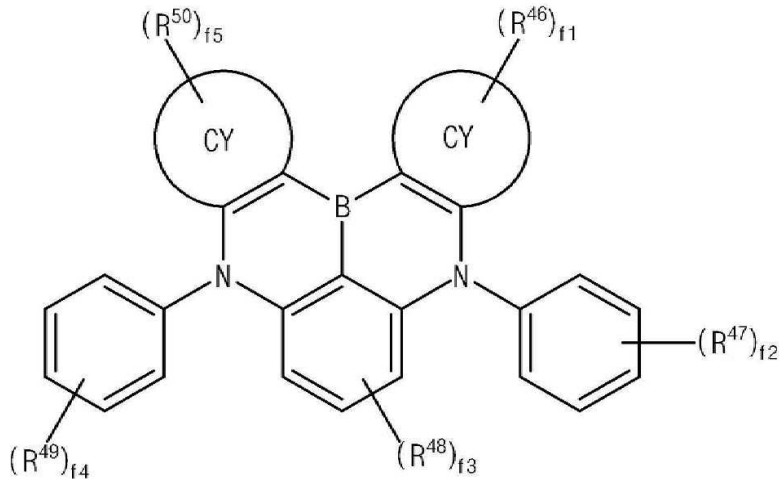
[0268] e_3 는 0, 1, 2 또는 3임.

[0269] 일례로, 화학식 14에서 고리 CY는 각각 독립적으로 벤젠 고리, 인덴 고리, 나프탈렌 고리, 안트라센 고리, 페난트렌 고리, 플루오렌 고리와 같이 1개 내지 3개의 고리로 이루어진 방향족 고리일 수 있다. 선택적으로, 화학식 7에서 고리 CY는 각각 독립적으로 피롤 고리, 퓨란 고리, 티오펜 고리, 인돌 고리, 벤조퓨란 고리, 벤조티오펜 고리, 카바졸 고리, 디벤조퓨란 고리, 디벤조티오펜 고리, 페난트롤린 고리와 같이 1개 내지 3개의 고리로 이루어진 헤테로 방향족 고리일 수 있다. 예를 들어, 화학식 14에서 고리 CY는 각각 독립적으로 벤젠 고리, 나프탈렌 고리, 인덴 고리, 피롤 고리, 퓨란 고리, 티오펜 고리, 인돌 고리, 벤조퓨란 고리 또는 벤조티오펜 고리를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 고리 CY의 치환기 개수인 d_1 및 d_5 는 0 내지 10의 정수, 0 내지 8의 정수, 0 내지 6의 정수 또는 0 내지 4의 정수일 수 있다.

[0270] 일례로, 화학식 14에서 R^{31} 내지 R^{35} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 치환 또는 비치환 C_1-C_{10} 알킬기(예를 들어, 메틸기, tert-부틸기,), 치환 또는 비치환 C_6-C_{20} 아릴 아미노기(예를 들어, 비치환 또는 C_1-C_{10} 알킬 치환 다이페닐아미노기), 치환 또는 비치환 C_6-C_{20} 아릴기(예를 들어, 비치환 또는 C_1-C_{10} 알킬 및/또는 페닐 치환 페닐기), 또는 치환 또는 비치환 C_2-C_{20} 헤테로 아릴기(예를 들어, 비치환 또는 C_1-C_{10} 알킬 치환 카바졸일기)일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

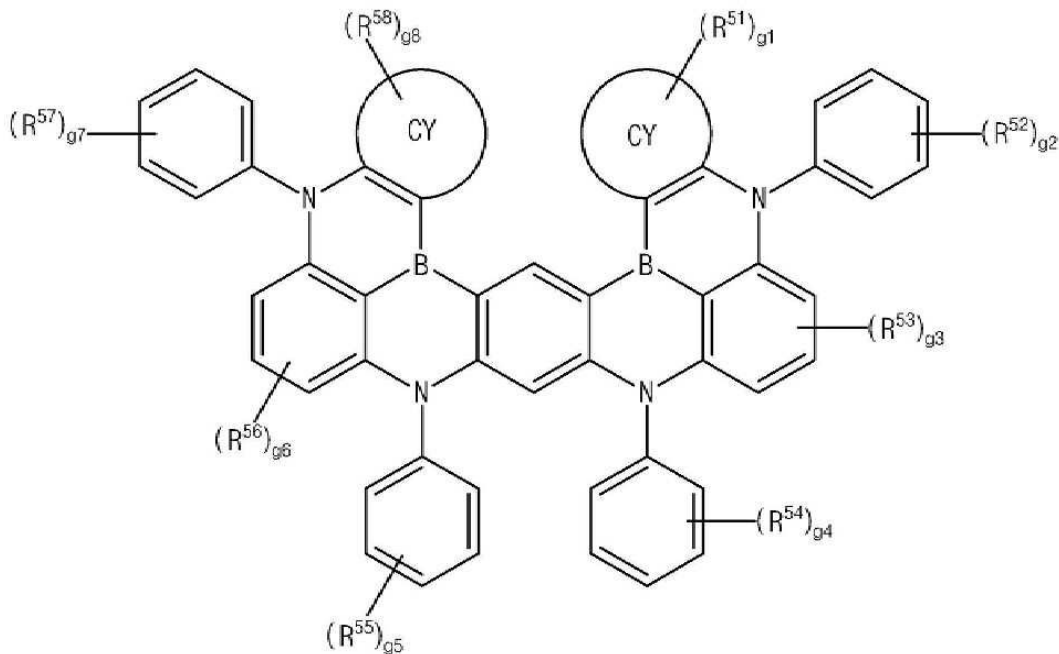
[0271] 하나의 실시형태에서, 화학식 14에서 2개의 인접한 R^{41} 은 서로 결합하여 축합 고리를 형성하지 않을 수 있다. 이러한 구조를 가지는 청색 형광 물질인 도펀트(346)는 하기 화학식 15A의 구조를 가질 수 있다. 다른 실시형태에서, 화학식 8에서 2개의 인접한 인접한 R^{41} 은 서로 결합하여 보론 원자 및 질소 원자를 포함하는 축합 고리를 형성할 수 있다. 일례로, 화학식 14에서 축합 고리를 형성하는 고리 CY는 벤젠 고리일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 이러한 구조를 가지는 청색 형광 물질인 도펀트(346)는 하기 화학식 15B의 구조를 가질 수 있다.

[0272] [화학식 15A]



[0273]

[0274] [화학식 15B]



[0275]

[0276] 화학식 15A 및 화학식 15B에서,

[0277] CY는 화학식 14에서 정의된 것과 동일함,

[0278] R^{46} 내지 R^{58} 은 각각 독립적으로 수소 원자, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{20} 알케닐기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{20} 알키닐기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C_1 - C_{20} 알킬 아민기, 치환 또는 비치환 C_1 - C_{20} 알킬 실릴기, 치환 또는 비치환 C_4 - C_{30} 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환 C_3 - C_{30} 헤테로 사이클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{30} 아릴기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C_7 - C_{30} 아랄킬기, 치환 또는 비치환 C_3 - C_{30} 헤테로 아랄킬기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{30} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{30} 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로 아릴 아미노기, 치환 또는 비치환된 C_6 - C_{30} 아릴 실릴기 또는 치환 또는 비치환 C_2 - C_{30} 헤테로아릴 실릴기이며, f_1 이 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10인 경우, 각각의 R^{46} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, f_2 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{47} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, f_3 이 2 또는 3인 경우, 각각의 R^{48} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, f_4 가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{49} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, f_5 가 2, 3, 4, 5, 6,

7, 8, 9 또는 10인 경우, 각각의 R^{50} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, g1이 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10인 경우, 각각의 R^{51} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, g2가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{52} 는 서로 동일하거나 다를 수 있고, g3이 2 또는 3인 경우, 각각의 R^{53} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, g4가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{54} 는 서로 동일하거나 다를 수 있고, g5가 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{55} 는 서로 동일하거나 다를 수 있고, g6가 2 또는 3인 경우, 각각의 R^{56} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, g7이 2, 3, 4 또는 5인 경우, 각각의 R^{57} 은 서로 동일하거나 다를 수 있고, g8이 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10인 경우, 각각의 R^{58} 은 서로 동일하거나 다를 수 있음,

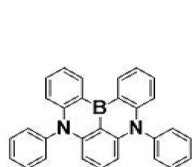
[0279] f1, f5, g1 및 g8은 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10임,

[0280] f2, f4, g2, g4, g5 및 g7은 각각 독립적으로 0, 1, 2, 3, 4 또는 5임,

[0281] f3, g3 및 g6는 각각 독립적으로 0, 1, 2 또는 3임.

[0282] 예를 들어, 화학식 15A의 구조를 가지는 청색 형광 물질인 도펀트(346)은 하기 화학식 16의 구조를 가지는 적어도 하나의 화합물일 수 있다.

[0283] [화학식 16]



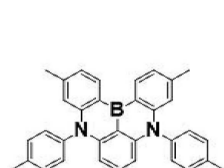
FD1



FD2



FD3



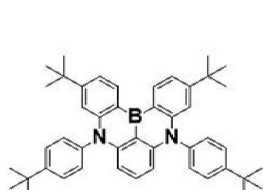
FD4



FD5



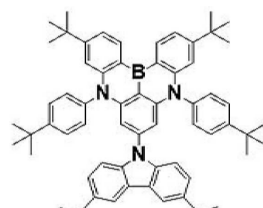
FD6



FD7



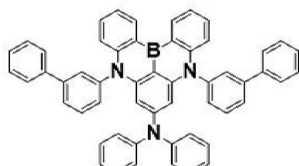
FD8



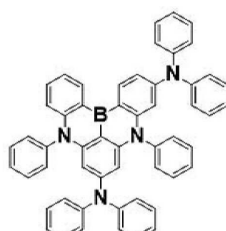
FD9



FD10

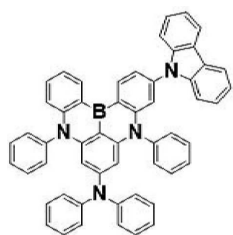


FD11

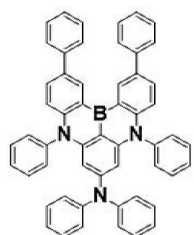


FD12

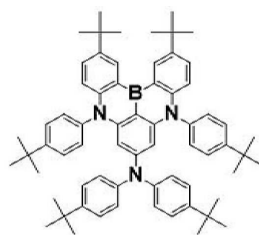
[0287]



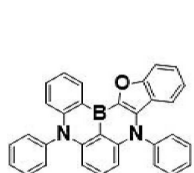
FD13



FD14



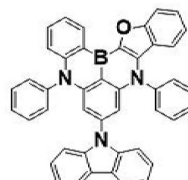
FD15



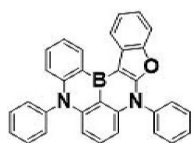
FD16



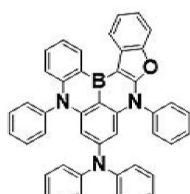
FD17



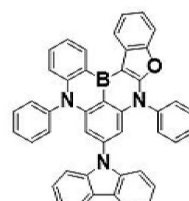
FD18



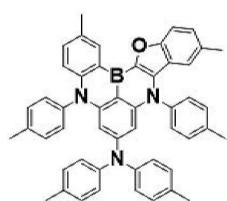
FD19



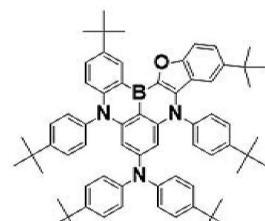
FD20



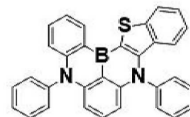
FD21



FD22



FD23



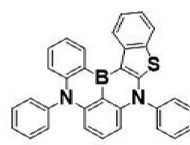
FD24



FD25



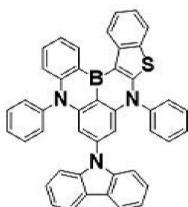
FD26



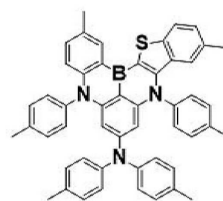
FD27



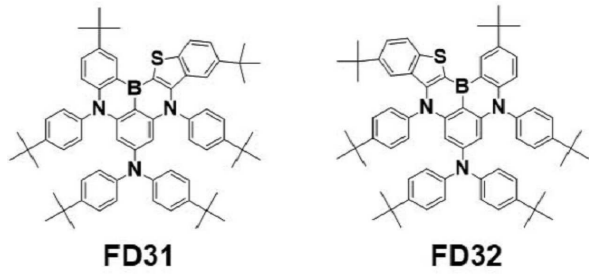
FD28



FD29



FD30

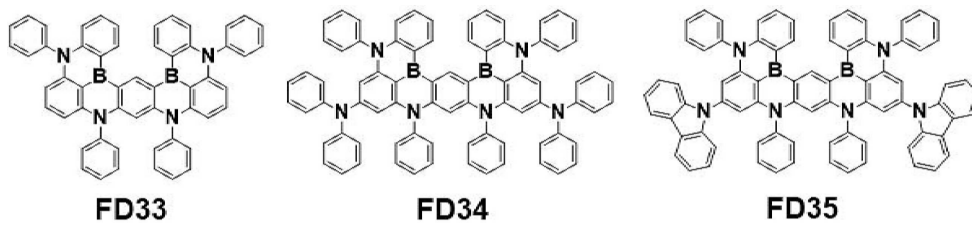


[0294]

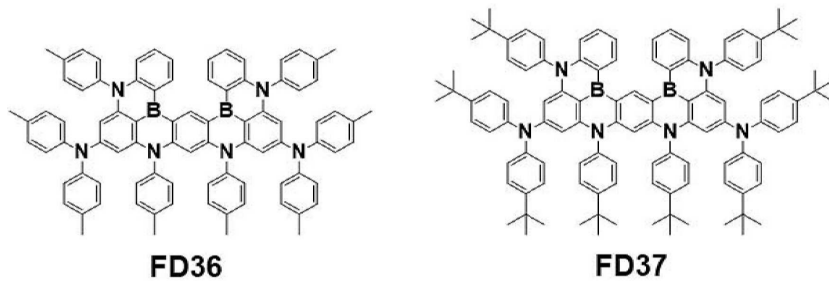
[0295] 예를 들어, 화학식 15B의 구조를 가지는 청색 형광 물질인 도펀트(346)은 하기 화학식 17의 구조를 가지는 적어도 하나의 화합물일 수 있다.

[0296]

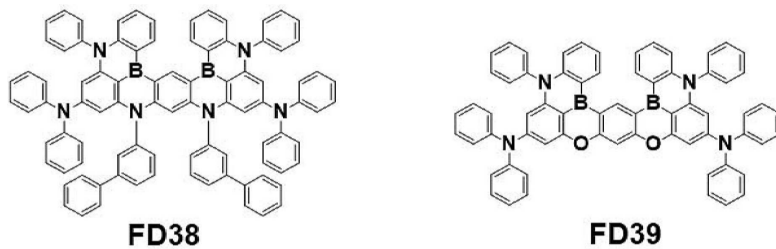
[화학식 17]



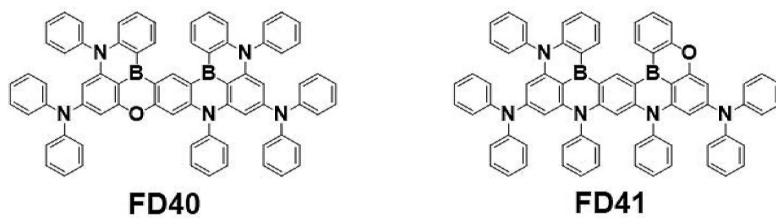
[0297]



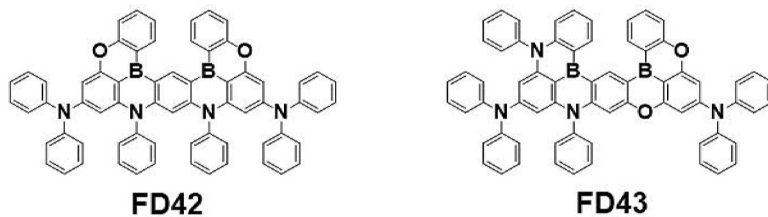
[0298]



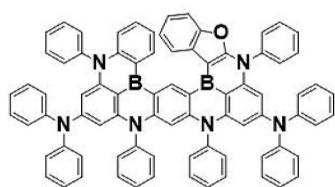
[0299]



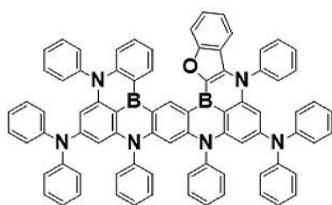
[0300]



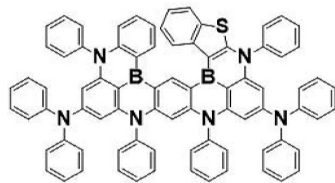
[0301]



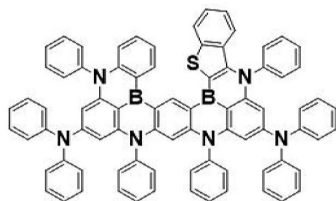
FD44



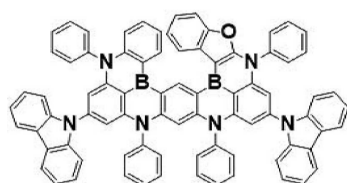
FD45



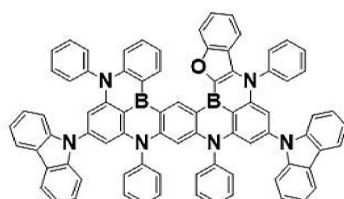
FD46



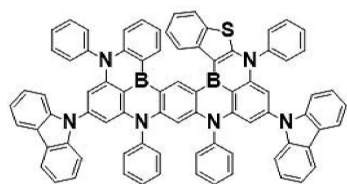
FD47



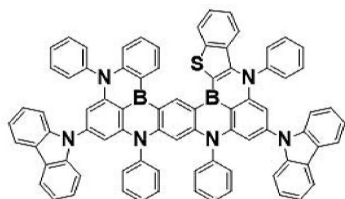
FD48



FD49



FD50



FD51

P형 호스트인 제 1 호스트(342)와, N형 호스트인 제 2 호스트(344)는 발광물질층(340)에서 들뜬복합체(exciplex)를 형성한다. 제 1 호스트(342)와 제 2 호스트(344)가 각각 polaron을 수송하고, 도펀트(346)에 직접적으로 polaron이 주입되지 않는다. 들뜬복합체를 형성하는 제 1 호스트(342) 및 제 2 호스트(344)에서 엑시톤을 형성하고, 도펀트(346)에 엑시톤 에너지가 전달된다. 이에 따라, 도펀트(346)의 열화를 방지할 수 있기 때문에, 유기발광다이오드(D1)의 발광 수명이 더욱 향상될 수 있다.

제 1 호스트(342)와 제 2 호스트(344) 사이에 들뜬복합체를 형성할 수 있도록, 제 1 호스트(342)의 HOMO 에너지 준위(HOMO^{PH})와, 제 2 호스트(344)의 LUMO 에너지 준위(LUMO^{NH})는 하기 식 (1)을 충족할 수 있다.

$$2.5 \text{ eV} \leq \text{LUMO}^{\text{NH}} - \text{HOMO}^{\text{PH}} \leq 2.8 \text{ eV} \quad (1)$$

한편, 도펀트(346)가 인광 물질인 경우, 인광 물질로 엑시톤 에너지가 직접 전달되지 않도록, 제 1 호스트(342)의 LUMO 에너지 준위(LUMO^{PH})와, 도펀트(346)의 LUMO 에너지 준위(LUMO^{D})는 하기 식 (2)를 충족할 수 있고, 제 1 호스트(342)의 HOMO 에너지 준위(HOMO^{PH})와, 도펀트(346)의 HOMO 에너지 준위(HOMO^{D})는 하기 식 (3)을 충족할 수 있다.

$$\text{LUMO}^{\text{PH}} > \text{LUMO}^{\text{D}} \geq -2.6 \text{ eV} \quad (2)$$

$$0 \text{ eV} \leq \text{HOMO}^{\text{D}} - \text{HOMO}^{\text{PH}} \leq 0.2 \text{ eV} \quad (3)$$

발광물질층(340)에서 호스트(342, 344)는 50 내지 99 중량%, 예를 들어 50 내지 95 중량% 또는 60 내지 90 중량%의 함량으로 포함될 수 있고, 도펀트(346)는 1 내지 50 중량%, 예를 들어 5 내지 50 중량% 또는 10 내지 40

중량%의 함량으로 포함될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 발광물질층(340)이 제 1 호스트(342)와 제 2 호스트(344)를 모두 포함하는 경우, 제 1 호스트(342)와 제 2 호스트(344)는 4:1 내지 1:4, 예를 들어 3:1 내지 1:3의 중량비로 배합될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0313] 발광물질층(340)과 제 2 전극(220) 사이에는 전자수송층(360)과 전자주입층(370)이 순차적으로 적층될 수 있다. 전자수송층(360)을 이루는 소재는 높은 전자 이동도가 요구되는데, 원활한 전자 수송을 통하여 발광물질층(340)에 전자를 안정적으로 공급한다.

[0314] 예시적인 실시형태에서, 전자수송층(360)에 사용될 수 있는 전자 수송 물질은 옥사디아졸계(oxadiazole-base) 화합물, 트리아졸계(triazole-base) 화합물, 페난트롤린계(phenanthroline-base) 화합물, 벤조사졸계(benzoxazole-based) 화합물, 벤조티아졸계(benzothiazole-base) 화합물, 벤즈이미다졸계(benzimidazole-base) 화합물, 트리아진계(triazine-base) 화합물 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0315] 예를 들어, 전자 수송 물질은 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-터셔리-부틸페닐-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), TSP01, 2-[4-(9,10-디-나프탈렌-2-일-안트라센-2-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(2-[4-(9,10-Di-2-naphthalen2-yl-2-anthracen-2-yl)phenyl]-1-phenyl-1H-benzimidazole; ZADN) 및/또는 이들의 조합인 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 선택적인 실시형태에서, 전자 수송 물질은 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다.

[0316] 전자주입층(370)은 제 2 전극(220)과 전자수송층(360) 사이에 위치하는데, 제 2 전극(220)의 특성을 개선하여 소자의 수명을 개선할 수 있다. 예시적인 측면에서, 전자주입층(370)에 사용될 수 있는 전자 주입 물질은 LiF, CsF, NaF, BaF₂ 등의 알칼리금속 할라이드계 물질 및/또는 알칼리토금속 할라이드계 물질 및/또는 Liq(lithium quinolate), 리튬 벤조에이트(lithium benzoate), 소듐 스테아레이트(sodium stearate) 등의 유기금속계 물질이 사용될 수 있지만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 실시형태에 따라, 전자주입층(370)은 생략될 수 있다.

[0317] 한편, 정공이 발광물질층(340)을 제 2 전극(220)으로 이동하거나, 전자가 발광물질층(340)을 지나 제 1 전극(210)으로 가는 경우, 소자의 수명과 효율에 감소를 가져올 수 있다. 이를 방지하기 위하여, 본 발명의 예시적인 실시형태에 따른 유기발광다이오드(D1)는 발광물질층(340)에 인접하여 적어도 1개의 엑시톤 차단층이 위치할 수 있다.

[0318] 예를 들어, 본 발명의 예시적인 실시형태에 따른 유기발광다이오드(D1)는 정공수송층(320)과 발광물질층(340) 사이에 전자의 이동을 제어, 방지할 수 있는 전자차단층(330)이 위치한다. 일례로, 전자차단층(330)에 사용될 수 있는 전자 차단 물질은 TCTA, 트리스[4-(디에틸아미노)페닐]아민(tris[4-(diethylamino)phenyl]amine), N-(바이페닐-4-일)-9,9-디메틸-N-(4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐)-9H-플루오렌-2-아민, TAPC, MTDATA, 1,3-비스(카바졸-9-일)벤젠(1,3-Bis(carbazol-9-yl)benzene; mCP), 3,3-디(9H-카바졸-9-일)바이페닐(3,3-Di(9H-carbazol-9-yl)biphenyl; mCBP), CuPC, N,N'-비스[4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐]-N,N'-디페닐-[1,1'-바이페닐]-4,4'-디아민(N,N'-bis[4-[bis(3-methylphenyl)amino]phenyl]-N,N'-diphenyl-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamine; DNTPD), TDAPB, DCDPA, 2,8-비스(9-페닐-9H-카바졸-3-일)디벤조[b,d]티오펜(2,8-bis(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)dibenzo[b,d]thiophene) 및/또는 이들의 조합인 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않

는다. 선택적인 실시형태에서, 전자 차단 물질은 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다.

- [0319] 또한, 발광물질층(340)과 전자수송층(360) 사이에 제 2 엑시톤 차단층으로서 정공차단층(350)이 위치하여 발광물질층(340)과 전자수송층(360) 사이에 정공의 이동을 방지한다. 예시적인 측면에서, 정공차단층(350)에 사용될 수 있는 정공 차단 물질은 옥사디아졸계 화합물, 트리아졸계 화합물, 페난트롤린계 화합물, 벤족사졸계 화합물, 벤조티아졸계 화합물, 벤즈이미다졸계 화합물, 트리아진계 화합물 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0320] 예를 들어, 정공 차단 물질은 발광물질층(340)에 사용된 소재와 비교해서 HOMO 에너지 준위가 낮은 BCP, BA1q, Alq3, PBD, 스파이로-PBD, Liq, 비스-4,6-(3,5-디-3-피리딜페닐)-2-메틸피리미딘(bis-4,6-(3,5-di-3-pyridylphenyl)-2-methylpyrimidine; B3PYMPM), 비스[2-(디페닐포스포노)페닐]에테르옥사이드 (bis[2-(diphenylphosphino)phenyl]ether oxide, DPEPO, 9-(6-(9H-카바졸-9-일)피리딘-3-일)-9H-3,9'-바이카바졸, TSP01 및/또는 이들의 조합인 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 선택적인 실시형태에서, 정공 차단 물질은 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다.
- [0321] 진술한 바와 같이, 발광물질층(340)은 제 1 호스트(342), 제 2 호스트(344) 및/또는 도펀트(346)를 포함하고, 제 1 호스트(342)는 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함한다. 발광물질층(340)에 화학식 1 내지 화학식 6의 구조를 가지는 유기 화합물을 적용하여, 유기발광다이오드(D1)의 구동 전압을 낮추고, 발광 효율 및 발광 수명을 향상시킬 수 있다.
- [0322] 발광물질층은 다수의 도펀트(발광체)를 포함할 수 있다. 도 4는 본 발명의 예시적인 제 2 실시형태에 따라 단일 발광부를 가지는 유기발광다이오드를 개략적으로 나타낸 단면도이다. 도 4에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 예시적인 실시형태에 따른 유기발광다이오드(D2)는 서로 마주하는 제 1 전극(210) 및 제 2 전극(220)과, 제 1 및 제 2 전극(210, 220) 사이에 위치하는 발광층(230A)을 포함한다. 유기발광표시장치(100, 도 2 참조)는 적색 화소 영역, 녹색 화소 영역 및 청색 화소 영역을 포함하고, 유기발광다이오드(D2)는 청색 화소 영역에 위치할 수 있다.
- [0323] 예시적인 실시형태에서, 발광층(230A)은 제 1 전극(210)과 제 2 전극(220) 사이에 위치하는 발광물질층(EML, 340A)을 포함한다. 발광층(230A)은 제 1 전극(210)과 발광물질층(340A) 사이에 위치하는 정공수송층(HTL, 320)과, 발광물질층(340A)과 제 2 전극(220) 사이에 위치하는 전자수송층(ETL, 360) 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또한, 발광층(230A)은 제 1 전극(210)과 정공수송층(320) 사이에 위치하는 정공주입층(310)과, 제 2 전극(220)과 전자수송층(360) 사이에 위치하는 전자주입층(EIL, 370) 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 선택적으로 또는 추가적으로, 발광층(230A)은 정공수송층(320)과 발광물질층(340A) 사이에 위치하는 전자차단층(EBL, 330) 및/또는 발광물질층(340A)과 전자수송층(360) 사이에 위치하는 정공차단층(HBL, 350)을 더욱 포함할 수 있다.
- [0324] 제 1 전극(210) 및 제 2 전극(220)과, 발광물질층(340A)을 제외한 나머지 발광층(230A)의 구성은 도 3을 참조하면서 설명한 것과 동일하다. 발광물질층(340A)은 호스트(342, 344)와, 복수의 도펀트(발광체, 346, 348)를 포함한다.
- [0325] 제 1 호스트(342)는 P형 호스트일 수 있고, 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지며, 적어도 1개의 아다만틸기가 치환된 카바졸계 유기 화합물을 포함할 수 있다. 제 2 호스트(344)는 N형 호스트일 수 있고, 화학식 8 내지 화학식 11의 구조를 가지는 트리아진계 화합물을 포함할 수 있다.
- [0326] 제 1 도펀트(346)는 청색 지연 형광 물질 또는 청색 인광 물질일 수 있다. 예를 들어, 제 1 도펀트(346)가 청색 인광 물질인 경우, 제 1 도펀트(346)는 화학식 12 내지 화학식 13의 구조를 가지는 유기금속 화합물을 포함할 수 있다. 제 2 도펀트(348)는 청색 형광 물질일 수 있고, 화학식 14 내지 화학식 17의 구조를 가지며, 보론-질소를 포함하는 다환 유기 화합물을 포함할 수 있다.
- [0327] 발광물질층(340A)에서 호스트(342, 344)는 50 내지 99 중량%, 예를 들어 50 내지 95 중량% 또는 60 내지 90 중량%의 함량으로 포함될 수 있고, 제 1 도펀트(346)는 3 내지 50 중량%, 예를 들어 5 내지 30 중량% 또는 5 내지 20 중량%의 함량으로 포함될 수 있고, 제 2 도펀트(348)는 0.5 내지 20 중량%, 예를 들어 1 내지 10 중량% 또는 1 내지 5 중량%의 함량으로 포함될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0328] 지연 형광 물질 또는 인광 물질인 제 1 도펀트(346)의 발광 특성을 극대화할 수 있도록, 발광물질층(340A)은 형광 물질일 수 있는 제 2 도펀트(348)를 포함하여 초형광(Hyperfluorescence)을 구현한다. 인광 물질 또는 지연 형광 물질일 수 있는 제 1 도펀트(346)는 계간전이(intersystem crossing, ISC) 또는 역-계간전이(reverse

intersystem crossing, RISC) 메커니즘에 의하여 단일항 엑시톤 에너지와 삼중항 엑시톤 에너지도 이용할 수 있다.

- [0329] 따라서, 발광물질층(340A)이 인광 물질 또는 지연 형광 물질일 수 있는 제 1 도펀트(346)과 비교해서 적절한 에너지 준위를 가지는 형광 물질인 제 2 도펀트(348)를 포함하면, 제 1 도펀트(346)로부터 방출된 엑시톤 에너지를 제 2 도펀트(348)가 흡수하고, 제 2 도펀트(348)가 흡수한 에너지는 100% 단일항 엑시톤만 생성하면서 발광 효율을 극대화할 수 있다.
- [0330] 발광물질층(340A)에 포함된 지연 형광 물질인 제 1 도펀트(346)의 여기 삼중항 엑시톤 에너지로부터 전환(up-conversion)된 단일항 엑시톤 에너지와 원래의 단일항 엑시톤 에너지를 포함하는 제 1 도펀트(346)의 여기 단일항 엑시톤 에너지는 주로 Forster 공명에너지전이(Forster resonance energy transfer, FRET) 메커니즘에 의하여 동일한 발광물질층 내의 형광 물질인 제 2 도펀트(348)로 전달되고, 제 2 도펀트(348)에서 최종적인 발광이 일어난다. 한편, 발광물질층(340A)이 발광 효율이 우수한 인광 물질인 제 1 도펀트(346)와, 색 순도가 우수한 형광 물질인 제 2 도펀트(348)를 포함하여, 인광체감작형광(phosphor-sensitized fluorescence, PSF)을 구현한다.
- [0331] 제 1 도펀트(346)에서 생성된 엑시톤 에너지가 제 2 도펀트(348)로 효율적으로 전달될 수 있도록, 제 1 도펀트(346)의 발광 파장에 대하여 흡수 파장의 중첩 영역이 큰 화합물이 제 2 도펀트(348)로 사용될 수 있다. 최종적으로 발광하는 제 2 도펀트(348)는 반치폭(full-width at half maximum, FWHM)이 협소하여 색 순도를 향상시킬 수 있고, 발광 수명이 우수하기 때문에, 발광 소자의 수명을 개선할 수 있다.
- [0332] 제 1 도펀트(346)은 지연 형광 특성 또는 인광 특성을 가지며, 제 1 호스트(342) 및 제 2 호스트(344)로부터 엑시톤 에너지를 전달받는다. 또한, 제 1 도펀트(346)은 ISC 또는 RISC에 의하여 단일항 엑시톤 에너지 및 삼중항 엑시톤 에너지를 생성하고, 생성된 엑시톤 에너지를 제 2 도펀트(348)로 효율적으로 전달할 수 있다.
- [0333] 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 제 1 호스트(344)로 사용하고, 화학식 8 내지 화학식 11의 구조를 가지는 유기 화합물을 제 2 호스트(346)로 사용하면, 발광물질층(340A)에서 들뜬복합체가 형성된다. 들뜬복합체로 전환된 제 1 및 제 2 호스트(342, 344)에서 생성된 엑시톤은 발광 효율이 우수한 제 1 도펀트(346)를 경유하여, 색 순도가 우수한 제 2 도펀트(348)로 전달된다. 이에 따라, 유기발광다이오드(D2)의 구동 전압을 낮추고, 발광 효율, 발광 수명 및 색 순도를 향상시킬 수 있다.
- [0334] 전술한 실시형태에서는 단일 발광부로 이루어진 유기발광표시장치 및 유기발광다이오드에 대하여 설명하였다. 이와 달리, 백색(W) 발광을 포함하는 풀-컬러 표시장치를 또한 구현할 수 있는데, 이에 대해서 설명한다.
- [0335] 도 5는 본 발명의 다른 예시적인 실시형태에 따른 유기발광표시장치를 개략적으로 나타낸 단면도이다. 도 5에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 다른 실시형태에 따른 유기발광표시장치(400)는 적색 화소 영역(RP), 녹색 화소 영역(GP) 및 청색 화소 영역(BP)이 각각 정의된 제 1 기판(402)과, 제 1 기판(402)과 마주하는 제 2 기판(404)과, 제 1 기판(402)과 제 2 기판(404) 사이에 위치하며 백색 빛을 발광하는 유기발광다이오드(D)와, 유기발광다이오드(D)와 제 2 기판(404) 사이에 위치하는 컬러필터층(480)을 포함한다.
- [0336] 제 1 기판(402) 및 제 2 기판(404)은 각각 유리 기판, 플렉서블 기판 또는 고분자 플라스틱 기판일 수 있다. 예를 들어, 제 1 및 제 2 기판(402, 404)은 각각 PI, PES, PEN, PET 및 PC 중에서 어느 하나로 형성될 수 있다. 제 2 기판(404)은 생략될 수 있다.
- [0337] 제 1 기판(402) 상에 버퍼층(406)이 형성되고, 버퍼층(406) 상에는 적색 화소 영역(RP), 녹색 화소 영역(GP) 및 청색 화소 영역(BP) 각각에 대응하여 박막트랜지스터(Tr)가 형성된다. 버퍼층(406)은 생략될 수 있다.
- [0338] 버퍼층(406) 상에 반도체층(410)이 형성된다. 일례로, 반도체층(410)은 산화물 반도체 물질로 이루어지거나, 다결정 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0339] 반도체층(410) 상부에는 절연 물질, 예를 들어, 실리콘산화물(SiO_x) 또는 실리콘질화물(SiN_x) ($0 < x \leq 2$)과 같은 무기 절연 물질로 이루어지는 게이트 절연막(420)이 형성된다.
- [0340] 게이트 절연막(420) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(430)이 반도체층(410)의 중앙에 대응하여 형성된다. 게이트 전극(430) 상부에는 절연 물질, 실리콘산화물(SiO_x) 또는 실리콘질화물(SiN_x)과 같은 무기 절연 물질이나, 벤조사이클로부텐이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연 물질로 이루어지는 층간 절연막(440)이 형성된다.

- [0341] 층간 절연막(440)은 반도체층(410)의 양 양측 상면을 노출하는 제 1 및 제 2 반도체층 콘택홀(442, 444)을 갖는다. 제 1 및 제 2 반도체층 콘택홀(442, 444)은 게이트 전극(430)의 양측에서 게이트 전극(430)과 이격되어 위치한다.
- [0342] 층간 절연막(440) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 소스 전극(452)과 드레인 전극(454)이 형성된다. 소스 전극(452)과 드레인 전극(454)은 게이트 전극(430)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 제 1 및 제 2 반도체층 콘택홀(442, 444)을 통해 반도체층(410)의 양측과 접촉한다.
- [0343] 반도체층(410), 게이트 전극(430), 소스 전극(452) 및 드레인 전극(454)은 박막트랜지스터(Tr)를 이루며, 박막트랜지스터(Tr)는 구동 소자(driving element)로 기능한다.
- [0344] 도 5에 도시하지 않았으나, 게이트 배선(GL, 도 1 참조)과 데이터 배선(DL, 도 1 참조)이 서로 교차하여 화소 영역을 정의하며, 게이트 배선과 데이터 배선에 연결되는 스위칭 소자(Ts, 도 1 참조)가 더 형성된다. 상기 스위칭 소자(Ts)는 구동 소자인 박막트랜지스터(Tr)에 연결된다. 또한, 파워 배선(PL, 도 1 참조)이 데이터 배선(DL)과 평행하게 이격되어 형성되며, 일 프레임(frame) 동안 구동 소자인 박막트랜지스터(Tr)의 게이트 전극(130)의 전압을 일정하게 유지되도록 하기 위한 스토리지 커패시터(Cst)가 더 구성될 수 있다.
- [0345] 소스 전극(452)과 드레인 전극(454) 상부에는 평탄화층(460)이 박막트랜지스터(Tr)를 덮으며 제 1 기판(402) 전면에 형성된다. 평탄화층(460)은 박막트랜지스터(Tr)의 드레인 전극(454)을 노출하는 드레인 콘택홀(462)을 갖는다.
- [0346] 평탄화층(460) 상에 유기발광다이오드(D)가 위치한다. 유기발광다이오드(D)는 박막트랜지스터(Tr)의 드레인 전극(454)에 연결되는 제 1 전극(510)과, 제 1 전극(510)과 마주하는 제 2 전극(520)과, 제 1 및 제 2 전극(510, 520) 사이에 위치하는 발광층(530)을 포함한다.
- [0347] 각각의 화소 영역 별로 형성되는 제 1 전극(510)은 양극(anode)일 수 있으며, 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 제 1 전극(510) 하부에는 반사전극 또는 반사층이 더욱 형성될 수 있다. 예를 들어, 반사전극 또는 반사층은 은(Ag) 또는 APC 합금으로 이루어질 수 있다.
- [0348] 평탄화층(460) 상에는 제 1 전극(510)의 가장자리를 덮는 बैं크층(464)이 형성된다. बैं크층(464)은 화소(RP, GP, BP)에 대응하여 제 1 전극(510)의 중앙을 노출한다. बैं크층(464)은 생략될 수 있다.
- [0349] 제 1 전극(510) 상에 다수의 발광부를 포함할 수 있는 발광층(530)이 형성된다. 도 6 내지 도 7에 도시한 바와 같이, 발광층(530)은 다수의 발광부(600, 700, 700A, 800)와 하나 이상의 전하생성층(680, 780)을 포함할 수 있다. 각각의 발광부(600, 700, 700A, 800)는 적어도 하나의 발광물질층을 포함하고, 정공주입층, 정공수송층, 전자차단층, 정공차단층, 전자수송층 및/또는 전자주입층을 더욱 포함할 수 있다.
- [0350] 발광층(530)이 형성된 제 1 기판(402) 상부에 제 2 전극(520)이 형성된다. 제 2 전극(520)은 표시영역의 전면에 위치하며, 일함수 값이 비교적 적은 물질로 이루어져, 전자를 주입하는 음극(cathode)일 수 있다. 한편, 본 발명의 예시적인 제 2 실시형태에 따른 유기발광표시장치(400)는 발광층(530)에서 발광된 빛이 제 2 전극(520)을 통해 컬러필터층(480)으로 입사되므로, 제 2 전극(520)은 빛이 투과될 수 있도록 얇은 두께를 갖는다.
- [0351] 컬러필터층(480)은 유기발광다이오드(D)의 상부에 위치하며, 적색 화소 영역(RP), 녹색 화소 영역(GP) 및 청색 화소 영역(BP) 각각에 대응되는 적색 컬러필터(482), 녹색 컬러필터(484) 및 청색 컬러필터(486)를 포함한다. 도시하지는 않았으나, 컬러필터층(480)은 접착층에 의하여 유기발광다이오드(D)에 부착될 수 있다. 이와 달리, 컬러필터층(480)은 유기발광다이오드(D)의 바로 위에 형성될 수 있다.
- [0352] 외부 수분이 유기발광다이오드(D)로 침투하는 것을 방지하기 위해, 인캡슐레이션 필름(470)이 형성될 수 있다. 예를 들어, 인캡슐레이션 필름(470)은 제 1 무기 절연층과, 유기 절연층과 제 2 무기 절연층의 적층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다(도 5의 170 참조). 또한, 제 2 기판(404)의 외측면에는 외부광 반사를 줄이기 위한 편광판이 부착될 수 있다. 예를 들어, 편광판은 원형 편광판일 수 있다.
- [0353] 도 5에서, 유기발광다이오드(D)에서 방출된 빛은 제 2 전극(520)을 통과하고, 컬러필터층(480)은 유기발광다이오드(D)의 상부에 배치되고 있다. 즉, 유기발광표시장치(400)는 상부 발광 방식일 수 있다. 이와 달리, 유기발광표시장치(400)가 하부 발광 방식인 경우, 유기발광다이오드(D)의 빛은 제 1 전극(510)을 통과하고, 컬러필터층(480)은 유기발광다이오드(D)와 제 1 기판(402) 사이에 배치될 수도 있다.
- [0354] 도시하지 않았으나, 유기발광다이오드(D)와 컬러필터층(480) 사이에는 색변환층이 구비될 수도 있다. 색변환층

은 적색 화소 영역(RP), 녹색 화소 영역(GP) 및 청색 화소 영역(BP)에 각각 대응하며, 녹색 색변환층, 적색 색변환층 및 청색 색변환층을 포함하며, 유기발광다이오드(D)로부터 방출된 백색 광을 각각 녹색, 적색 및 청색으로 변환시킬 수 있다. 예를 들어, 색변환층은 양자점을 포함할 수 있다. 따라서, 유기발광표시장치(400)의 색순도가 더욱 향상될 수 있다. 선택적인 실시형태에서, 컬러필터층(480) 대신에 색변환층이 포함될 수도 있다.

[0355] 전술한 바와 같이, 유기발광다이오드(D)로부터 방출된 백색 빛은 적색 화소 영역(RP), 녹색 화소 영역(GP) 및 청색 화소 영역(BP) 각각에 대응되는 적색 컬러필터(482), 녹색 컬러필터(484), 청색 컬러필터(486)를 통과함으로써, 적색 화소 영역(RP), 녹색 화소 영역(GP) 및 청색 화소 영역(BP)에서 각각 적색, 녹색 및 청색 빛이 표시된다.

[0356] 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 유기발광표시장치에 적용될 수 있는 유기발광다이오드에 대하여 보다 구체적으로 설명한다. 도 6은 본 발명의 예시적인 제 3 실시형태에 따라 2개의 발광부가 탠덤 구조를 이루는 유기발광다이오드를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

[0357] 도 6에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 유기발광다이오드(D3)는 서로 마주하는 제 1 전극(510) 및 제 2 전극(520)과, 제 1 전극(510)과 제 2 전극(520) 사이에 위치하는 발광층(530)을 포함한다. 발광층(530)은 제 1 전극(510)과 제 2 전극(520) 사이에 위치하는 제 1 발광부(600)와, 제 1 발광부(600)과 제 2 전극(520) 사이에 위치하는 제 2 발광부(700)과, 제 1 및 제 2 발광부(600, 700) 사이에 위치하는 전하생성층(680)을 포함한다.

[0358] 제 1 전극(510)은 양극일 수 있으며, 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질, 예를 들어 투명 도전성 산화물(TCO)로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제 1 전극(510)은 ITO, IZO, ITZO, SnO, ZnO, ICO 및/또는 AZO로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 제 2 전극(520)은 음극일 수 있으며, 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질, 예를 들어 Al, Mg, Ca, Ag, 이들의 합금 및/또는 이들의 조합과 같은 반사 특성이 좋은 소재로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0359] 제 1 발광부(600)는 제 1 발광물질층(640)을 포함한다. 제 1 발광부(600)는 제 1 전극(510)과 제 1 발광물질층(640) 사이에 위치하는 정공주입층(610)과, 정공주입층(610)과 제 1 발광물질층(640) 사이에 위치하는 제 1 정공수송층(HTL1, 620)과, 제 1 발광물질층(640)과 전하생성층(680) 사이에 위치하는 제 1 전자수송층(ETL1, 660) 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 선택적으로 또는 추가적으로, 제 1 발광부(600)는 제 1 정공수송층(620)과 제 1 발광물질층(640) 사이에 위치하는 제 1 전자차단층(EBL1, 630) 및/또는 제 1 발광물질층(640)과 제 1 전자수송층(660) 사이에 위치하는 제 1 정공차단층(HBL1, 650)을 더욱 포함할 수 있다.

[0360] 제 2 발광부(700)는 제 2 발광물질층(740)을 포함한다. 제 2 발광부(700)는 전하생성층(680)과 제 2 발광물질층(740) 사이에 위치하는 제 2 정공수송층(HTL2, 720)과, 제 2 전극(520)과 제 2 발광물질층(740) 사이에 위치하는 제 2 전자수송층(ETL2, 760)과, 제 2 전극(520)과 제 2 전자수송층(760) 사이에 위치하는 전자주입층(770) 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 선택적으로 또는 추가적으로, 제 2 발광부(700)는 제 2 정공수송층(720)과 제 2 발광물질층(740) 사이에 위치하는 제 2 전자차단층(EBL2, 730) 및/또는 제 2 발광물질층(740)과 제 2 전자수송층(760) 사이에 위치하는 제 2 정공차단층(HBL2, 750)을 더욱 포함할 수 있다.

[0361] 이때, 제 1 발광물질층(640) 및 제 2 발광물질층(740) 중에서 적어도 어느 하나는 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다. 제 1 발광물질층(640) 및 제 2 발광물질층(740) 중에서 어느 하나는 청색으로 발광하고, 제 1 발광물질층(640) 및 제 2 발광물질층(740)에서 다른 하나는 적색 내지 녹색으로 발광하여, 유기발광다이오드(D2)는 백색(W) 발광을 구현할 수 있다.

[0362] 정공주입층(610)은 제 1 전극(510)과 제 1 정공수송층(620) 사이에 위치하여, 무기물인 제 1 전극(510)과 유기물인 제 1 정공수송층(620) 사이의 계면 특성을 향상시킨다. 일례로, 정공주입층(610)의 정공 주입 물질은 MTDATA, NATA, 1T-NATA, 2T-NATA, CuPc, TCTA, NPB(NPD), HAT-CN, F4-TCNQ, F6-TCNNQ, TDAPB, PEDOT/PSS, N-(바이페닐-4-일)-9,9-디메틸-N-(4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐)-9H-플루오렌-2-아민, NPNPB 및/또는 이들의 조합인 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 다른 실시형태에서, 정공주입층(610)은 정공 수송 물질인 정공 주입 호스트와, 정공 주입 물질인 정공 주입 도펀트를 포함할 수 있다. 유기발광다이오드(D2)의 특성에 따라 정공주입층(610)은 생략될 수 있다.

[0363] 제 1 및 제 2 정공수송층(620, 720)에 사용될 수 있는 정공 수송 물질은 각각 TPD, NPB, CBP, Poly-TPD, TFB, TAPC, DCDPA, N-(비페닐-4-일)-9,9-디메틸-N-(4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐)-9H-플루오렌-2-아민, N-(바이페닐-4-일)-N-(4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐)바이페닐-4-아민, N-([1,1'-바이페닐]-4-일)-9,9-디메틸-N-(4-

(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐)-9H-플루오렌-2-아민 및/또는 이들의 조합인 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 선택적인 실시형태에서, 정공 수송 물질은 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다.

[0364] 제 1 전자수송층(660)과 제 2 전자수송층(760)은 각각 제 1 발광부(600)와 제 2 발광부(700)에서의 전자 수송을 원활하게 한다. 일례로, 제 1 및 제 2 전자수송층(660, 760)에 사용될 수 있는 전자 수송 물질은 각각 옥사디아졸계(oxadiazole-base) 화합물, 트리아졸계(triazole-base) 화합물, 페난트롤린계(phenanthroline-base) 화합물, 벤조사졸계(benzoxazole-based) 화합물, 벤조티아졸계(benzothiazole-base) 화합물, 벤즈이미다졸계(benzimidazole-base) 화합물, 트리아진계(triazine-base) 화합물 중에서 어느 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제 1 및 제 2 전자수송층(660, 760)의 전자 수송 물질은 각각 Alq₃, PBD, 스파이로-PBD, Liq, TPBi, BAlq, Bphen, NBphen, BCP, TAZ, NTAZ, TpPyPB, TmPPPyTz, PFNBr, TPQ, TSP01, ZADN 및/또는 이들의 조합을 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 선택적인 실시형태에서, 전자 수송 물질은 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다.

[0365] 전자주입층(770)은 제 2 전극(520)과 제 2 전자수송층(760) 사이에 위치하는데, 제 2 전극(520)의 특성을 개선하여 소자의 수명을 개선할 수 있다. 하나의 실시형태에서, 전자주입층(770)의 정공 주입 물질은 LiF, CsF, NaF, BaF₂ 등의 알칼리금속 할라이드계 물질 및/또는 알칼리도금속 할라이드계 물질 및/또는 Liq, 리튬 벤조에이트, 소듐 스테아레이트 등의 유기금속계 물질이 사용될 수 있지만, 이에 한정되지 않는다.

[0366] 또한, 제 1 및 제 2 전자차단층(630, 730)에 사용될 수 있는 전자 차단 물질은 각각 TCTA, 트리스[4-(디에틸아미노)페닐]아민, N-(바이페닐-4-일)-9,9-디메틸-N-(4-(9-페닐-9H-카바졸-3-일)페닐)-9H-플루오렌-2-아민, TAPC, MTDATA, mCP, mCBP, CuPC, DNTPD, TDAPB, DCDPA, 2,8-비스(9-페닐-9H-카바졸-3-일)디벤조[b,d]티오펜 및/또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 선택적인 실시형태에서, 전자 차단 물질은 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다.

[0367] 제 1 및 제 2 정공차단층(650, 750)에 사용될 수 있는 정공 차단 물질은 각각 옥사디아졸계 화합물, 트리아졸계 화합물, 페난트롤린계 화합물, 벤조사졸계 화합물, 벤조티아졸계 화합물, 벤즈이미다졸계 화합물, 트리아진계 화합물 중에서 어느 하나가 사용될 수 있다. 예를 들어, 제 1 및 제 2 정공차단층(650, 750)의 정공 차단 물질은 각각 BCP, BAlq, Alq₃, PBD, 스파이로-PBD, Liq, B3PYMPM, DPEPO, 9-(6-(9H-카바졸-9-일)피리딘-3-일)-9H-3,9'-바이카바졸, TSP01 및/또는 이들의 조합인 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 선택적인 실시형태에서, 정공 차단 물질은 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다.

[0368] 전하생성층(charge generation layer, CGL; 680)은 제 1 발광부(600)와 제 2 발광부(700) 사이에 위치한다. 전하생성층(680)은 제 1 발광부(600)에 접하게 위치하는 N타입 전하생성층(N-CGL, 685)과 제 2 발광부(700)에 인접하게 위치하는 P타입 전하생성층(P-CGL, 690)을 포함한다. N타입 전하생성층(685)은 제 1 발광부(600)의 제 1 발광물질층(640)으로 전자(electron)를 주입해주고, P타입 전하생성층(690)은 제 2 발광부(700)의 제 2 발광물질층(740)으로 정공(hole)을 주입해준다.

[0369] N타입 전하생성층(685)은 전자 수송 물질인 호스트와, Li, Na, K, Cs와 같은 알칼리 금속 및/또는 Mg, Sr, Ba, Ra와 같은 알칼리토 금속인 도펀트로 이루어진 유기층일 수 있다. 예를 들어, N타입 전하생성층(685)에 사용되는 호스트는 4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; Bphen), MTDATA와 같은 물질일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. N타입 전하생성층(685)에서 알칼리 금속 또는 알칼리토 금속은 약 0.01 내지 30 중량%로 도핑될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0370] 한편, P타입 전하생성층(690)은 텅스텐산화물(WO_x), 몰리브덴산화물(MoO_x), 베릴륨산화물(Be₂O₃), 바나듐산화물(V₂O₅) 및/또는 이들의 조합인 무기물 및/또는 NPD, HAT-CN, F4TCNQ, TPD, N,N,N',N'-테트라나프탈레닐-벤지딘(TNB), TCTA, N,N'-디옥틸-3,4,9,10-페릴렌디카복시미드(N,N'-dioctyl-3,4,9,10-perylenedicarboximide; PTCDI-C8) 및/또는 이들의 조합인 유기물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0371] 예를 들어, 제 1 발광물질층(640)은 청색 발광물질층일 수 있다. 제 1 발광물질층(640)이 청색 발광물질층인 경우, 청색 발광물질층 외에 스카이가 블루(Sky Blue) 발광물질층 또는 진청색(Deep Blue) 발광물질층일 수 있다. 제 1 발광물질층(640)은 제 1 호스트(642), 제 2 호스트(644) 및 도펀트(발광체, 646)를 포함하고, 실질적인 발광은 도펀트(646)에서 일어난다.

[0372] 제 1 호스트(642)는 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함하고, 제 2 호스트(644)는 화

학식 8 내지 화학식 11의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다. 도펀트(646)는 청색 인광 물질, 청색 형광 물질 및 청색 지연 형광 물질 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 일례로, 청색 인광 물질인 도펀트(646)는 화학식 12 내지 화학식 13의 구조를 가지는 유기금속 화합물을 포함할 수 있고, 청색 형광 물질인 도펀트(646)는 화학식 14 내지 화학식 17의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다.

[0373] 또한, 도펀트(646)는 단일 도펀트일 수 있고, 지연 형광 물질 또는 인광 물질인 제 1 도펀트와, 형광 물질인 제 2 도펀트를 포함할 수 있다(도 4 참조). 제 1 발광물질층(640)에서 제 1 호스트(642), 제 2 호스트(644) 및 도펀트(646)의 함량은 도 3 및 도 4를 참조하면서 설명한 것과 동일할 수 있다.

[0374] 제 2 발광물질층(740)은 제 2 전자차단층(730)과 제 2 정공차단층(750) 사이에 위치하는 하부 발광물질층(제 1 층, 740A)과, 하부 발광물질층(740A)과 제 2 정공차단층(750) 사이에 위치하는 상부 발광물질층(740B, 제 2 층)을 포함할 수 있다. 이때, 제 1 층(740A)과 제 2 층(740B) 중에서 어느 하나는 적색으로 발광하고, 다른 하나는 녹색으로 발광할 수 있다. 이하에서는 제 1 층(740A)이 적색으로 발광하고, 제 2 층(740B)이 녹색으로 발광하는 경우를 중심으로 설명한다.

[0375] 제 1 층(740A)은 적색 호스트와 적색 도펀트(적색 발광체)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 적색 호스트는 양쪽성 적색 호스트를 포함하거나, P형 적색 호스트 및 N형 적색 호스트를 포함할 수 있다.

[0376] 예를 들어, P형 적색 호스트는 비스카바졸계 유기 화합물, 적어도 1개의 축합 방향족 또는 축합 헤테로 방향족 모이어티를 갖는 아릴 아민계 또는 헤테로 아릴 아민계 유기 화합물 및/또는 스피로플루오렌 모이어티를 갖는 아릴 아민계 또는 헤테로 아릴 아민계 유기 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. N형 적색 호스트는 아진계 유기 화합물, 벤즈이디마졸계 유기 화합물 및/또는 퀴나졸린계 유기 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0377] 예를 들어, 적색 호스트는 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) 및/또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0378] 적색 도펀트는 적색 인광 물질, 적색 형광 물질, 적색 지연형광물질 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 적색 도펀트는 비스[2-(4,6-디메틸)페닐퀴놀린](2,2,6,6-테트라메틸헵탄-3,5-디오네이트)이리듐(III) (bis[2-(4,6-dimethyl)phenylquinoline])(2,2,6,6-tetramethylheptane-3,5-dionate)iridium(III), 비스[2-(4-n-헥실페닐)퀴놀린](아세틸아세토네이트)이리듐(III) (bis[2-(4-n-hexylphenyl)quinoline](acetylacetonate)iridium(III), (Hex-Ir(phq)₂(acac)), 트리스[2-(4-n-헥실페닐)퀴놀린]이리듐(III) (tris[2-(4-n-hexylphenyl)quinoline]iridium(III), (Hex-Ir(phq)₃), 트리스[2-페닐-4-메틸퀴놀린]이리듐(III) (tris[2-phenyl-4-methylquinoline]iridium(III), Ir(Mphq)₃), 비스(2-페닐퀴놀린)(2,2,6,6-테트라메틸헵탄-3,5-디오네이트)이리듐(III) (bis(2-

phenylquinoline)(2,2,6,6-tetramethylheptene-3,5-dionate)iridium(III), Ir(dpm)PQ₂), 비스(페닐이소퀴놀린)(2,2,6,6-테트라메틸헵텐-3,5-디오네이트)이리듐(III) (bis(phenylisoquinoline)(2,2,6,6-tetramethylheptene-3,5-dionate)iridium(III); Ir(dpm)(piq)₂), 비스(1-페닐이소퀴놀린)(아세틸아세토네이트)이리듐(III) (bis(1-phenylisoquinoline)(acetylacetonate)iridium(III); Ir(piq)₂(acac)), 비스[(4-n-헥실페닐)이소퀴놀린](아세틸아세토네이트)이리듐(III) (bis[(4-n-hexylphenyl)isoquinoline](acetylacetonate)iridium(III); Hex-Ir(piq)₂(acac)), 트리스[2-(4-n-헥실페닐)퀴놀린]이리듐(III) (tris[2-(4-n-hexylphenyl)quinoline]iridium(III), Hex-Ir(piq)₃), 트리스(2-(3-메틸페닐)-7-메틸-퀴놀리나토)이리듐 (tris(2-(3-methylphenyl)-7-methyl-quinolato)iridium, Ir(dmpq)₃), 비스[2-(2-메틸페닐)-7-메틸-퀴놀린](아세틸아세토네이트)이리듐(III) (bis[2-(2-methylphenyl)-7-methyl-quinoline](acetylacetonate)iridium(III), Ir(dmpq)₂(acac)), 비스[2-(3,5-디메틸페닐)-4-메틸-퀴놀린](아세틸아세토네이트)이리듐(III) (bis[2-(3,5-dimethylphenyl)-4-methyl-quinoline](acetylacetonate)iridium(III), Ir(mphmq)₂(acac)), 트리스(디벤조일메탄)모노(1,10-페난트롤린)유로퓸(III) (tris(dibenzoylmethane)mono(1,10-phenanthroline)europium(III); Eu(dbm)₃(phen)) 및/또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0379] 예를 들어, 제 1 층(740A)에 적색 호스트는 50 내지 99 중량%, 예를 들어 60 내지 99 중량% 또는 80 내지 95 중량%의 함량으로 포함될 수 있고, 적색 도펀트는 1 내지 50 중량%, 예를 들어 1 내지 60 중량% 또는 5 내지 20 중량%의 함량으로 포함될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 제 1 층(740A)이 P형 적색 호스트와 N형 적색 호스트를 모두 포함하는 경우, P형 적색 호스트와 N형 적색 호스트는 4:1 내지 1:4, 예를 들어 3:1 내지 1:3의 중량 비로 배합될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0380] 제 2층(740B)은 녹색 호스트와 녹색 도펀트(녹색 발광체)를 포함할 수 있다. 녹색 호스트는 양쪽성 녹색 호스트를 포함하거나, P형 녹색 호스트 및 N형 녹색 호스트를 포함할 수 있다. 녹색 호스트는 전술한 적색 호스트와 동일한 물질을 사용할 수 있다.

[0381] 녹색 도펀트는 녹색 인광 물질, 녹색 형광 물질 및 녹색 지연형광물질 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 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(npv)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) 및/또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0382] 또한, 지연 형광 특성을 가지는 녹색 도펀트는 10-(4-(4,6-디페닐-1,3,5-트리아진-2-일)페닐)-9,9-디메틸-9,10-디하이드로아크리딘 (10-(4-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)-9,9-dimethyl-9,10-dihydroacridine, DMAC-TRZ), 10,10'-(4,4'-술포닐비스(4,1-페닐렌))비스(9,9-디메틸-9,10-디하이드로아크리딘) (10,10'-(4,4'-sulfonylbis(4,1-phenylene))bis(9,9-dimethyl-9,10-dihydroacridine), DMAC-DPS), 10-페닐-10H,10'H-스파이로[아크리딘-9,9'-안트라센]-10'-온 (10-phenyl-10H,10'H-spiro[acridine-9,9'-anthracen]-10'-one, ACRSA), 3,6-디벤조일-4,5-디(1-메틸-9-페닐-9H-카바조일)-2-에티닐벤조니트릴 (3,6-dibenzoyl-4,5-di(1-methyl-9-phenyl-9H-carbazoyl)-2-ethynylbenzonitrile, Cz-VPN), 9,9',9''-(5-(4,6-디페닐-1,3,5-트리아진-2-일)벤젠-1,2,3-트리일)트리스(9H-카바졸) (9,9',9''-(5-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)benzene-1,2,3-triyl)tris(9H-carbazole), TcZTrz), 9,9'-(5-(4,6-디페닐-1,3,5-트리아진-2-일)-1,3-페닐렌)비스(9H-카바졸) (9,9'-(5-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)-1,3-phenylene)bis(9H-carbazole); DcZTrz), 9,9',9'',9'''-((6-페닐-1,3,5-트리아진-2,4-디일)비스(벤젠-5,3,1-트리일))테트라키스(9H-카바졸) (9,9',9'',9'''-((6-phenyl-1,3,5-triazin-2,4-diyl)bis(benzene-5,3,1-triyl))tetrakis(9H-carbazole), DDcZTrz), 비스(4-(9H-3,9'-바이카바졸

-9-일)페닐)메타논(bis(4-(9H-3,9'-bicarbazol-9-yl)phenyl)methanone, CC2BP), 9'-[4-(4,6-디페닐-1,3,5-트리아진-2-일)페닐]-3,3",6,6"-테트라페닐-9,3',6',9"-터르-9H-카바졸 (9'-[4-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl]-3,3",6,6"-tetraphenyl-9,3':6',9"-ter-9H-carbazole, BDPCC-TPTA), 9'-[4-(4,6-디페닐-1,3,5-트리아진-2-일)페닐]-9,3':6',9"-터르-9H-카바졸 (9'-[4-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl]-9,3':6',9"-ter-9H-carbazole, BCC-TPTA), 9,9'-(4,4'-설포닐비스(4,1-페닐렌))비스(3,6-디메톡시-9H-카바졸) (9,9'-(4,4'-sulfonylbis(4,1-phenylene))bis(3,6-dimethoxy-9H-carbazole), DMOC-DPS), 9-(4-(4,6-디페닐-1,3,5-트리아진-2-일)페닐)-3',6'-디페닐-9H-3,9'-바이카바졸 (9-(4-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)-3',6'-diphenyl-9H-3,9'-bicarbazole, DPCC-TPTA), 10-(4,6-디페닐-1,3,5-트리아진-2-일)-10H-페녹사진 (10-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)-10H-phenoxazine, Phen-TRZ), 9-(4-(4,6-디페닐-1,3,5-트리아진-2-일)페닐)-9H-카바졸 (9-(4-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)-9H-carbazole, Cab-Ph-TRZ), 1,2,3,5-테트라키스(3,6-카바졸-9-일)-4,6-디시아노벤젠 (1,2,3,5-Tetrakis(3,6-carbazol-9-yl)-4,6-dicyanobenzene, 4CzIPN), 2,3,4,6-테트라(9H-카바졸-9-일)-5-플루오로벤조니트릴 (2,3,4,6-tetra(9H-carbazol-9-yl)-5-fluorobenzonitrile, 4CZFCN), 4,5-디(9H-카바졸-9-일)프탈로니트릴 (4,5-di(9H-carbazol-9-yl)phthalonitrile, 2CzPN), 10-(4-(4,6-디페닐-1,3,5-트리아진-2-일)페닐)-10H-스파이로[아크리딘-9,9'-잔텐] (10-(4-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)-10H-spiro[acridine-9,9'-xanthene]), 10-(4-(4,6-디페닐-1,3,5-트리아진-2-일)페닐)-10H-스파이로[아크리딘-9,9'-플루오렌] (10-(4-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)-10H-spiro[acridine-9,9'-fluorene], spiroAC-TRZ) 및/또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0383] 예를 들어, 제 2층(740B)에 녹색 호스트는 50 내지 99 중량%, 예를 들어 60 내지 99 중량% 또는 80 내지 95 중량%의 함량으로 포함될 수 있고, 녹색 도펀트는 1 내지 50 중량%, 예를 들어 1 내지 60 중량% 또는 5 내지 20 중량%의 함량으로 포함될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 제 2층(740B)이 P형 녹색 호스트와 N형 녹색 호스트를 모두 포함하는 경우, P형 녹색 호스트와 N형 녹색 호스트는 4:1 내지 1:4, 예를 들어 3:1 내지 1:3의 중량 비로 배합될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0384] 한편, 제 2 발광물질층(740)은 적색 발광물질층일 수 있는 제 1 층(740A)과 녹색 발광물질층일 수 있는 제 2 층(740B) 사이에 황록색 발광물질층일 수 있는 제 3 층(740C, 도 7 참조)을 더욱 포함할 수 있다.

[0385] 본 발명의 제 3 실시형태에 따른 유기발광다이오드(D3)는 탠덤 구조를 가지며, 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함한다. 전하 이동도 및 내열 특성이 향상된 유기 화합물을 포함하여, 유기발광다이오드(D3)의 구동 전압을 낮추고, 발광 효율 및 발광 수명을 향상시킬 수 있다.

[0386] 유기발광다이오드는 3개 이상의 발광부가 탠덤 구조를 가질 수 있다. 도 7은 본 발명의 예시적인 제 4 실시형태에 따라 3개의 발광부가 탠덤 구조를 이루는 유기발광다이오드를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

[0387] 도 7에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제 4 실시형태에 따른 유기발광다이오드(D4)는 서로 마주하는 제 1 전극(510) 및 제 2 전극(520)과, 제 1 전극(510)과 제 2 전극(520) 사이에 위치하는 발광층(530A)을 포함한다. 발광층(530A)은 제 1 전극(510)과 제 2 전극(520) 사이에 위치하는 제 1 발광부(600)와, 제 1 발광부(600)와 제 2 전극(520) 사이에 위치하는 제 2 발광부(700A)와, 제 2 발광부(700A)와 제 2 전극(520) 사이에 위치하는 제 3 발광부(800)와, 제 1 발광부(600)와 제 2 발광부(700A) 사이에 위치하는 제 1 전하생성층(680)과, 제 2 발광부(700A)와 제 3 발광부(800) 사이에 위치하는 제 2 전하생성층(780)을 포함한다.

[0388] 제 1 발광부(600)는 제 1 발광물질층(640)을 포함한다. 제 1 발광부(600)는 제 1 전극(510)과 제 1 발광물질층(640) 사이에 위치하는 정공주입층(610)과, 정공주입층(610)과 제 1 발광물질층(640) 사이에 위치하는 제 1 정공수송층(620)과, 제 1 발광물질층(640)과 제 1 전하생성층(680) 사이에 위치하는 제 1 전자수송층(660) 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 선택적으로 또는 추가적으로, 제 1 발광부(600)는 제 1 정공수송층(620)과 제 1 발광물질층(640) 사이에 위치하는 제 1 전자차단층(630)과 제 1 발광물질층(640)과 제 1 전자수송층(660) 사이에 위치하는 제 1 정공차단층(650) 중에서 어느 하나를 더욱 포함할 수 있다.

[0389] 제 2 발광부(700A)는 제 2 발광물질층(740')을 포함한다. 제 2 발광부(700A)는 제 1 전하생성층(680)과 제 2 발광물질층(740') 사이에 위치하는 제 2 정공수송층(720)과, 제 2 발광물질층(740')과 제 2 전하생성층(780) 사이에 위치하는 제 2 전자수송층(760) 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 선택적으로 또는 추가적으로, 제 2 발광부(700A)는 제 2 정공수송층(720)과 제 2 발광물질층(740') 사이에 위치하는 제 2 전자차단층(730)과 제 2 발광물질층(740')과 제 2 전자수송층(760) 사이에 위치하는 제 2 정공차단층(750) 중에서 어느 하나를 더욱 포함할 수

있다.

- [0390] 제 3 발광부(800)는 제 3 발광물질층(840)을 포함한다. 제 3 발광부(800)는 제 2 전하생성층(780)과 제 3 발광물질층(840) 사이에 위치하는 제 3 정공수송층(HTL3, 820)과, 제 3 발광물질층(740)과 제 2 전극(520) 사이에 위치하는 제 3 전자수송층(HTL3, 860)과, 제 3 전자수송층(860)과 제 2 전극(520) 사이에 위치하는 전자주입층(870) 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 선택적으로 또는 추가적으로, 제 3 발광부(800)는 제 3 정공수송층(820)과 제 3 발광물질층(840) 사이에 위치하는 제 3 전자차단층(EBL3, 830)과 제 3 발광물질층(840)과 제 3 전자수송층(860) 사이에 위치하는 제 3 정공차단층(850) 중에서 어느 하나를 더욱 포함할 수 있다.
- [0391] 제 1 전하생성층(680)은 제 1 발광부(600)과 제 2 발광부(700A) 사이에 위치하고, 제 2 전하생성층(780)은 제 2 발광부(700A)와 제 3 발광부(800) 사이에 위치한다. 제 1 전하생성층(680)은 제 1 발광부(600)에 인접하게 위치하는 제 1 N타입 전하생성층(685)과, 제 2 발광부(700A)에 인접하게 위치하는 제 1 P타입 전하생성층(690)을 포함한다. 제 2 전하생성층(780)은 제 2 발광부(700A)에 가깝게 인접하게 위치하는 제 2 N타입 전하생성층(785)과, 제 3 발광부(800)에 인접하게 위치하는 제 2 P타입 전하생성층(790)을 포함한다.
- [0392] 이때, 제 1 및 제 2 N타입 전하생성층(685, 785)은 각각 제 1 및 제 2 발광부(600, 700A)의 제 1 및 제 2 발광물질층(640, 740')으로 전자(electron)를 주입해주고, 제 1 및 제 2 P타입 전하생성층(690, 790)은 각각 제 2 및 제 3 발광부(600, 700A)의 제 2 및 제 3 발광물질층(740', 840)으로 정공(hole)을 주입해준다.
- [0393] 정공주입층(610), 제 1 내지 제 3 정공수송층(620, 720, 820), 제 1 내지 제 3 전자차단층(630, 730, 830), 제 1 내지 제 3 정공차단층(650, 750, 850), 제 1 내지 제 3 전자수송층(660, 760, 860), 전자주입층(870), 제 1 및 제 2 전하생성층(680, 780)을 형성하는 소재는 도 3 및 도 6을 참조하면서 설명한 것과 동일할 수 있다.
- [0394] 예를 들어, 제 1 내지 제 3 발광물질층(640, 740', 840) 중에서 적어도 어느 하나는 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제 1 내지 제 3 발광물질층(640, 740', 840) 중에서 적어도 어느 하나는 청색으로 발광하고, 제 1 내지 제 3 발광물질층(640, 740', 840) 중에서 다른 하나는 적색 내지 녹색으로 발광하여, 유기발광다이오드(D3)는 백색(W) 발광을 구현할 수 있다. 이하에서는, 제 2 발광물질층(740')이 적색 내지 녹색으로 발광하고, 제 1 및 제 3 발광물질층(640, 840)은 청색으로 발광하는 경우를 중심으로 설명한다.
- [0395] 제 1 발광물질층(640) 및 제 3 발광물질층(840)은 각각 청색 발광물질층일 수 있다. 제 1 및 제 3 발광물질층(640, 840)이 청색 발광물질층인 경우, 청색 발광물질층 외에 스카이 블루(Sky Blue) 발광물질층 또는 진청색(Deep Blue) 발광물질층일 수 있다.
- [0396] 제 1 발광물질층(640)은 제 1 호스트(642), 제 2 호스트(644) 및 도펀트(발광체, 646)를 포함하고, 실질적인 발광은 도펀트(646)에서 일어난다. 제 2 발광물질층(840)은 제 1 호스트(842), 제 2 호스트(844) 및 도펀트(846)를 포함하고, 실질적인 발광은 도펀트(846)에서 일어난다.
- [0397] 제 1 호스트(642, 842)는 각각 독립적으로 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함하고, 제 2 호스트(644, 844)는 각각 독립적으로 화학식 8 내지 화학식 11의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다. 도펀트(646, 846)는 각각 독립적으로 청색 인광 물질, 청색 형광 물질 및 청색 지연 형광 물질 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 일례로, 청색 인광 물질인 도펀트(646, 846)는 각각 독립적으로 화학식 12 내지 화학식 13의 구조를 가지는 유기금속 화합물을 포함할 수 있고, 청색 형광 물질인 도펀트(646, 846)는 각각 독립적으로 화학식 14 내지 화학식 17의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함할 수 있다.
- [0398] 또한, 도펀트(646, 846)는 단일 도펀트일 수 있고, 지연 형광 물질 또는 인광 물질인 제 1 도펀트와, 형광 물질인 제 2 도펀트를 포함할 수 있다(도 4 참조). 제 1 발광물질층(640) 및 제 3 발광물질층(840)에서 제 1 호스트(642, 842), 제 2 호스트(644, 844) 및 도펀트(646, 846)의 함량은 도 3 및 도 4를 참조하면서 설명한 것과 동일할 수 있다.
- [0399] 선택적으로, 제 1 발광물질층(640)과 제 3 발광물질층(840)의 도펀트(642, 842) 및/또는 호스트(644, 646, 844, 846)는 발광 컬러 및 발광 효율이 동일하거나 상이할 수 있다.
- [0400] 제 2 발광물질층(740')은 제 2 전자차단층(730)과 제 2 정공차단층(750) 사이에 위치하는 하부 발광물질층(740A, 제 1 층)과, 하부 발광물질층(740A)과 제 2 정공차단층(750) 사이에 위치하는 상부 발광물질층(제 2 층, 740B)과, 제 1 층(740A)과 제 2 층(740B) 사이에 위치하는 중간 발광물질층(제 3 층, 740C)을 포함할 수 있다. 이때, 제 1 층(740A)과 제 2 층(740B) 중에서 어느 하나는 적색 또는 황색으로 발광하고, 다른 하나는 녹색으로

발광할 수 있다. 이하에서는 제 1 층(740A)이 적색 내지 황색으로 발광하고, 제 2 층(740B)이 녹색으로 발광하는 경우를 중심으로 설명한다.

[0401] 제 1 층(740A)은 적색 호스트와 적색 도펀트를 포함할 수 있다. 적색 호스트와, 적색 도펀트의 종류 및 제 1 층(740A)에서 적색 호스트 및 적색 도펀트의 함량은 도 8을 참조하면서 설명한 것과 동일할 수 있다.

[0402] 제 2 층(740B)은 녹색 호스트와 녹색 도펀트를 포함할 수 있다. 녹색 호스트와, 녹색 도펀트의 종류 및 제 2 층(740B)에서 녹색 호스트 및 녹색 도펀트의 함량은 도 8을 참조하면서 설명한 것과 동일할 수 있다.

[0403] 제 3 층(740C)은 황록색(yellow green) 발광물질층일 수 있다. 제 3 층(740C)은 황록색 호스트와 황록색 도펀트(황록색 발광체)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 황록색 호스트는 양쪽성 황록색 호스트를 포함하거나, P형 황록색 호스트 및 N형 황록색 호스트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 황록색 호스트는 도 8을 참조하면서 설명한 적색 호스트 및/또는 녹색 호스트와 동일한 물질을 포함할 수 있다.

[0404] 황록색 도펀트는 황록색 인광 물질, 황록색 형광 물질 및 황록색 지연형광물질 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 황록색 도펀트는 5,6,11,12-테트라페닐나프탈렌(5,6,11,12-Tetraphenylnaphthalene; Rubrene), 2,8-디-tert-부틸-5,11-비스(4-tert-부틸페닐)-6,12-디페닐테트라센(2,8-Di-tert-butyl-5,11-bis(4-tert-butylphenyl)-6,12-diphenyltetracene; 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-diethylfluorenyl)-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); FPQIrpic), 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) 및/또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 제 3 층(740C)은 생략될 수 있다.

[0405] 제 3층(740C)에 황록색 호스트는 50 내지 99 중량%, 예를 들어 60 내지 99 중량% 또는 80 내지 95 중량%의 함량으로 포함될 수 있고, 황록색 도펀트는 제 1 내지 50 중량%, 예를 들어 1 내지 40 중량% 또는 5 내지 20 중량%의 함량으로 포함될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 제 3층(740C)이 P형 황록색 호스트와, N형 황록색 호스트를 모두 포함하는 경우, P형 황록색 호스트와 N형 황록색 호스트는 4:1 내지 1:4, 예를 들어 3:1 내지 1:3의 중량비로 배합될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

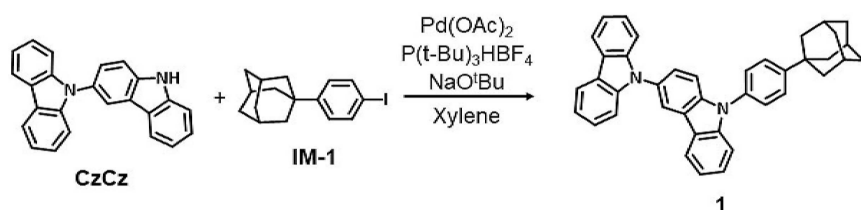
[0406] 본 발명의 제 4 실시형태에 따른 유기발광다이오드(D4)는 탠덤 구조를 가지며, 화학식 1 내지 화학식 7의 구조를 가지는 유기 화합물을 포함한다. 본 발명에 따른 유기 화합물을 포함하며, 3개의 발광부를 가지는 유기발광다이오드(D3)의 구동 전압을 낮추고, 발광 효율 및 발광 수명이 향상된 백색 발광을 구현할 수 있다.

[0407] 도 7에서는 3개의 발광부를 가지는 유기발광다이오드를 도시하였다. 필요에 따라, 유기발광다이오드는 4개 이상의 발광부를 가질 수 있다. 일례로, 4개의 발광부를 가지는 경우, 2개의 발광부는 각각 청색으로 발광하고, 다른 1개의 발광부는 적색으로 발광하며, 나머지 1개의 발광부는 녹색으로 발광하여, 백색 발광을 구현할 수 있다.

[0408] 이하, 예시적인 실시예를 통하여 본 발명을 설명하지만, 본 발명이 하기 실시예에 기재된 기술사상으로 한정되지 않는다.

[0409] 합성예 1: 화합물 1의 합성

[0410] [반응식 1]



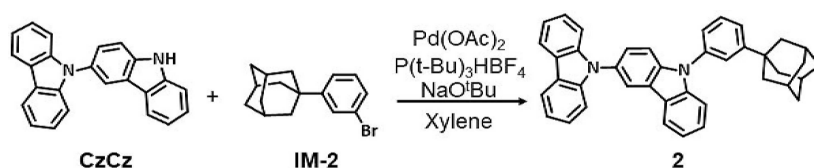
[0411]

[0412] 질소 분위기 하에서 카바졸카바졸 [CzCz] 3.32 g, 4-아이오도페닐 아다만탄 [IM-1] 3.38 g, 팔라듐(II) 아세테이트 [Palladium(II) acetate, Pd(OAc)₂] 0.3 g, 트리-tert-부틸포스포늄테트라플루오로보레이트 [tri-tert-butylphosphonium tetrafluoroborate, P(t-Bu)₃HBf₄] 0.5 g, 소듐 tert-부톡사이드 [sodium tert-butoxide, NaO^tBu] 1.3 g을 자일렌 80 mL에 넣은 후, 130 °C에서 가열하고 12시간 동안 교반하였다. 반응 종료 후, 반응액을 실온까지 냉각시키고, 다이클로로메테인을 가하여 감압 여과하였다. 여과한 용액을 감압 하에서 증류 제거하고 컬럼크로마토그래피 (Hexane/Dichloromethane)로 정제하여 화합물 1 (4.5 g, 85%)을 수득하였다.

[0413] ¹H NMR (500 MHz, CHLOROFORM-d) δ ppm 8.27 (d, J = 1.83 Hz, 1 H), 8.18 (d, J = 7.78 Hz, 2 H), 8.10 (d, J = 7.78 Hz, 1 H), 7.58 - 7.64 (m, 3 H), 7.54 - 7.58 (m, 2 H), 7.52 (dd, J = 8.62, 2.06 Hz, 1 H), 7.44 - 7.50 (m, 2 H), 7.37 - 7.44 (m, 4 H), 7.25 - 7.32 (m, 3 H), 2.17 (s, 3 H), 2.03 (d, 6 H), 1.76 - 1.88 (m, 6 H), Mass [M⁺]=542.

[0414] 합성예 2: 화합물 2의 합성

[0415] [반응식 2]



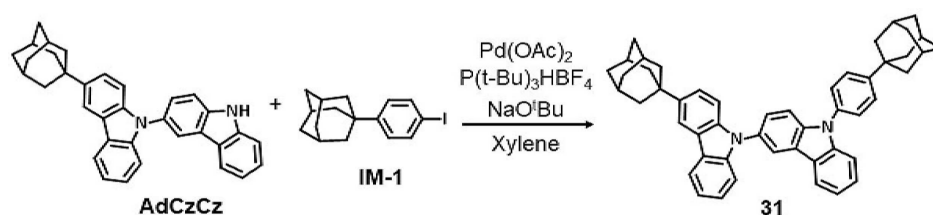
[0416]

[0417] IM-1을 대신하여 3-브로모페닐 아다만탄 [IM-2] 2.9 g을 사용한 것을 제외하고, 합성예 1과 동일한 절차를 진행하여, 화합물 2 (4.3 g, 80%)를 수득하였다.

[0418] ¹H NMR (500 MHz, CHLOROFORM-d) δ ppm 8.28 (d, J = 1.98 Hz, 1 H), 8.18 (d, J = 7.78 Hz, 2 H), 8.11 (d, J = 7.78 Hz, 1 H), 7.63 (t, J = 1.91 Hz, 1 H), 7.56 - 7.61 (m, 2 H), 7.54 (dd, J = 8.54, 1.98 Hz, 1 H), 7.48 - 7.52 (m, 1 H), 7.43 - 7.48 (m, 3 H), 7.37 - 7.43 (m, 4 H), 7.26 - 7.33 (m, 3 H), 2.14 (s, 3 H), 2.01(d, 6 H), 1.74 - 1.85 (m, 6 H), Mass [M⁺]=542.

[0419] 합성예 3: 화합물 31의 합성

[0420] [반응식 3]



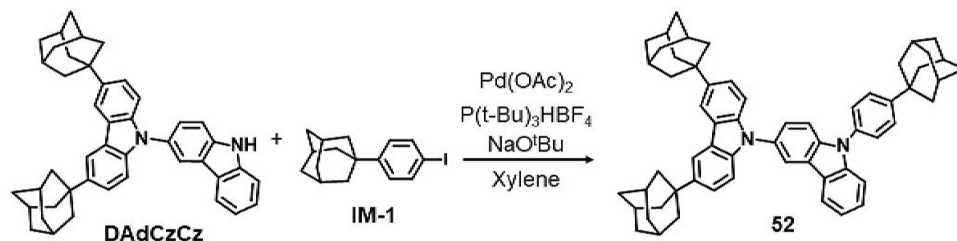
[0421]

[0422] 카바졸카바졸을 대신하여 아다만탄 카바졸카바졸[AdCzCz] 4.6 g을 사용한 것을 제외하고, 합성예 1과 동일한 절차를 진행하여, 화합물 31 (6.3 g, 93 %)을 수득하였다.

[0423] ¹H NMR (500 MHz, CHLOROFORM-d) δ ppm 8.26 (d, J = 1.68 Hz, 1 H), 8.14 - 8.21 (m, 2 H), 8.09 (d, J = 7.78 Hz, 1 H), 7.54 - 7.64 (m, 5 H), 7.51 (dd, J = 8.62, 2.06 Hz, 1 H), 7.41 - 7.49 (m, 3 H), 7.34 - 7.41 (m, 3 H), 7.24 - 7.32 (m, 2 H), 2.16 (s, 6 H), 2.08 (s, 6 H), 2.03 (s, 6 H), 1.76 - 1.90 (m, 12 H), Mass [M⁺]=677.

[0424] 합성예 4: 화합물 52의 제조

[0425] [반응식 4]



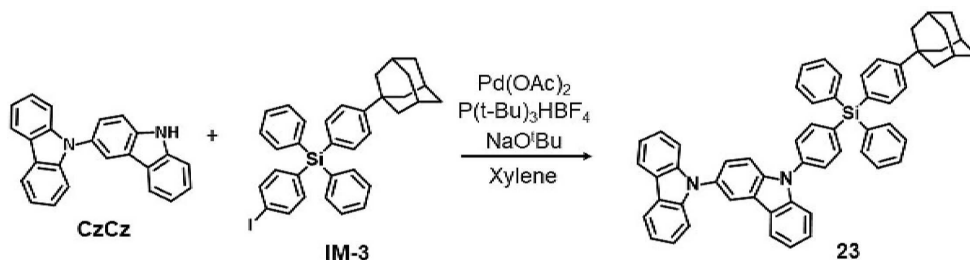
[0426]

[0427] 질소 분위기 하에서 다이아다만탄 카바졸카바졸 [DAdCzCz] 6.0 g, 4-아이오도페닐 아마단탄 [IM-1] 3.38 g, 팔라듐(II) 아세테이트 [Palladium(II) acetate] 0.3 g, 트리-tert-부틸포스포늄 테트라플루오로보레이트[Tri-tert-butylphosphonium tetrafluoroborate] 0.5 g, 소듐 tert-부톡사이드 [sodium tert-butoxide] 1.3 g을 자일렌 100 mL에 넣은 후, 130 °C에서 가열하고 12시간 동안 교반하였다. 반응 종료 후, 반응액을 실온까지 냉각시키고, 다이클로로메테인을 가하여 감압 여과하였다. 여과한 용액을 감압 하에서 증류 제거하고 컬럼 크로마토그래피 (Hexane/Dichloromethane)으로 정제하여 화합물 52 (6.5 g, 80 %)를 수득하였다.

[0428] ^1H NMR (500 MHz, CHLOROFORM-d) δ ppm 8.27 (d, J = 1.53 Hz, 1 H), 8.18 (d, J = 1.37 Hz, 2 H), 8.10 (d, J = 7.78 Hz, 1 H), 7.62 - 7.66 (m, 2 H), 7.57 - 7.61 (m, 3 H), 7.52 - 7.55 (m, 1 H), 7.43 - 7.51 (m, 4 H), 7.35 (d, J = 8.54 Hz, 2 H), 7.28 - 7.33 (m, 1 H), 2.18 (s, 9 H), 2.11 (s, 12 H), 2.06 (s, 6 H), 1.80 - 1.91 (m, 18 H), Mass [M^+]=811.

[0429] 합성예 5: 화합물 23의 합성

[0430] [반응식 5]



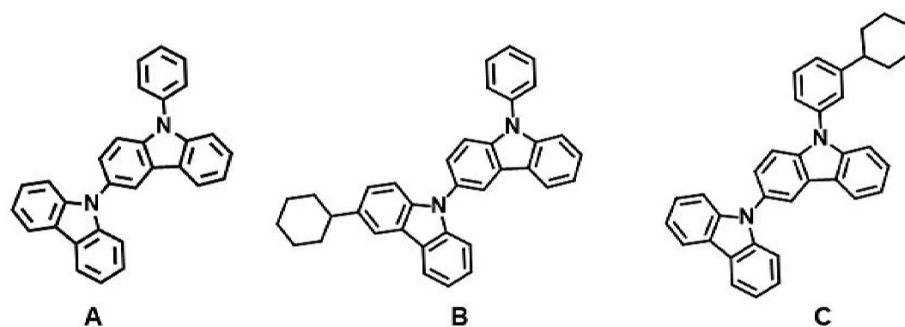
[0431]

[0432] IM-1을 대신하여 4-아이오도페닐(다이페닐실란)아다만탐 [IM-3] 3.0 g을 사용한 것을 제외하고, 합성예 1과 동일한 절차를 진행하여, 화합물 23 (1.1 g, 30%)을 수득하였다.

[0433] 실험예 1: 유기 화합물의 내열 특성 및 발광 스펙트럼 측정

[0434] 화합물 1, 화합물 2, 화합물 31 및 화합물 52, 아래 비교 화합물 A, 비교 화합물 B, 비교 화합물 C에 대하여 분해온도(T_d), 유리전이온도(T_g), 녹는점(T_m)을 측정하였다. 측정 결과를 하기 표 1과, 도 8 내지 도 15에 나타낸다.

[0435] [비교 화합물]



[0436]

[0437] 화합물 1, 화합물 2, 화합물 31, 화합물 52, 비교 화합물 A, 비교 화합물 B, 비교 화합물 C와, N형 화합물인 화학식 11의 화합물 NH1 각각에 대한 PL 스펙트럼을 측정하였다. 또한, 화합물 1, 화합물 2, 화합물 31, 화합물

52, 비교 화합물 A, 비교 화합물 B, 비교 화합물 C 각각에 화합물 NH1을 혼합하고, 혼합물에 대하여 PL 스펙트럼을 측정하여 들뜬복합체(exciplex) 형성 여부를 평가하였다. PL 스펙트럼을 이용하여 각각의 화합물에 대한 HOMO 에너지 준위 및 여기 상태 최저 삼중항 에너지 준위(T_1)을 측정하였다.

[0438] HOMO 에너지 준위는 cyclic voltammerty (CV)를 이용하여 측정하였다. HOMO 에너지 준위는 Working electrode (glassy carbon electrode)에 측정 물질을 코팅하여 전해질 (0.1 M tetrabutylammonium perchlorate 용액)에 침지하고, 산화 전위(oxidation potential)를 측정하여 얻어진 곡선의 onset으로부터 연산하였다 (reference electrode : Ag/AgCl, counter electrode : Pt wire).

[0439] 여기 상태 최저 삼중항 에너지 준위는 PL (photoluminescence) 장비(photo excitation gn 1 ms delay 후 측정)를 이용하여 측정하였다. 여기 상태 최저 삼중항 에너지 준위(T_1)는 톨루엔 용매에 10^{-5} M의 화합물이 용해된 용액의 상온 인광 (phosphorescence, Ph) 스펙트럼의 1st peak를 기준으로 온셋 파장 λ_{onset} 을 측정하고, $1240/\lambda_{onset}$ (Ph 스펙트럼의 onset 파장)으로 연산하였다. 혼합물인 들뜬복합체의 최대 발광 파장(λ_{max} , nm)을 또한 측정하였다.

[0440] 측정 결과를 하기 표 1과, 도 16 내지 도 19에 나타낸다.

[0441] 도 8 내지 도 15에 나타낸 바와 같이, 합성예에서 합성된 화합물은 높은 분해온도, 유리전이온도 및 녹는점을 갖는다. 따라서, 합성예에서 합성된 화합물은 내열 특성이 우수한 것을 확인하였다.

[0442] 도 16 내지 도 19에 나타낸 바와 같이, 합성예에서 합성된 화합물의 PL 파장 및 N형 화합물의 PL 파장과 비교해서, 혼합물에서 새로운 PL 파장이 형성되었다. 합성예에서 합성된 화합물과 N형 화합물의 혼합물에서 들뜬복합체가 형성된 것을 확인하였다. 합성예에서 합성한 유기 화합물의 여기 상태 최저 삼중항 에너지 준위는 3.0 eV 이상이고, 비교 화합물과 비교해서 낮은 HOMO 에너지 준위를 갖는다. 합성예에서 합성한 화합물의 HOMO 에너지 준위는 인접한 전하수송층 또는 전하차단층으로부터 정공을 주입받기에 적절하였다. 본 발명의 유기 화합물은 발광물질층의 호스트는 물론이고, 전하 수송 물질로 사용될 수 있다는 것을 알 수 있다.

표 1

[0443] 화합물의 분해온도, 에너지 준위 및 최대 발광 파장

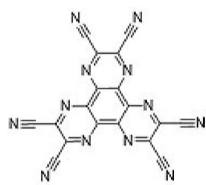
화합물	아다만틸기 포함	T_d (°C)	HOMO (eV)	T_1 (eV)	Exciplex λ_{max} (nm)
A	N	350	-5.39	2.99	457
B	N	-	-5.49	3	465
C	N	-	-5.48	3.01	463
1	Y	405	-5.63	3.06	455
2	Y	380	-5.52	3.07	454
31	Y	451	-5.62	3.06	463
52	Y	543	-5.51	3.07	469

[0444] 실시예 1: 유기발광다이오드 제조

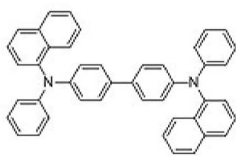
[0445] 합성예 1에서 합성한 화합물 1을 제 1 호스트로, 화학식 11의 화합물 NH1을 제 2 호스트로, 화학식 13의 화합물 PD1 (LUMO: -2.6 eV, HOMO: -5.48 eV)을 도펀트로 발광물질층에 적용한 유기발광다이오드를 제조하였다. ITO가 50 nm 두께로 박막 코팅된 유리 기판을 세척하고, 이소프로필알코올, 아세톤, 메탄올 등의 용제로 초음파 세정을 진행한 후 100°C Oven에 건조하였다. 준비된 ITO 투명 전극 상에 다른 층들을 증착하기 위하여 증착 챔버로 이송하였다. 약 $5 \sim 7 \times 10^{-7}$ Torr 진공 하에 가열 보트로부터 증발에 의해 다음과 같은 순서로 유기물층을 증착하였다. 이때, 유기물의 증착 속도는 1 Å/s로 설정하였다.

[0446] 정공주입층(HIL, HAT-CN, 두께 7 nm); 정공수송층(HTL, NPB, 두께 45 nm), 전자차단층(EBL, TAPC, 두께 10 nm); 발광물질층(EML, 화합물 1 (42 wt.%), 화합물 NH1 (42 wt.%), 화합물 PD1 (16 wt.%), 두께 30 nm); 정공차단층(HBL, B3PYMPM, 두께 10 nm); 전자수송층(ETL, TPBi, 두께 30 nm); 전자주입층(EIL, LiF, 두께 1 nm); 음극(Al, 두께 70 nm).

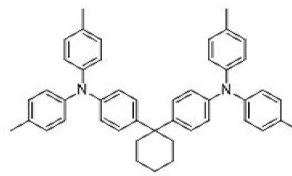
[0447] 위에서 제조된 유기발광다이오드를 유리로 인캡슐레이션하고, 피막을 형성하기 위하여 증착 챔버에서 건조 박스 내로 옮기고 후속적으로 UV 경화 에폭시 및 수분 게터(getter)를 사용하여 인캡슐레이션 하였다. 발광다이오드를 제조하기 위하여 사용된 화합물 중에서 정공 주입 재료, 정공 수송 재료, 전자 차단 재료, 정공 차단 재료 및 전자 수송 재료의 구조를 아래에 나타낸다.



HIL : HAT-CN

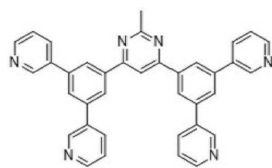


HTL : NPB

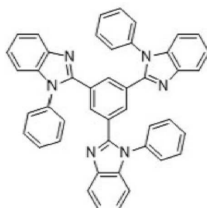


EBL : TAPC

[0448]



HBL : B3PYMPM



ETL : TPBi

[0449]

[0450] 실시예 2 내지 실시예 4: 유기발광다이오드 제조

[0451] 발광물질층의 제 1 호스트로서 화합물 1을 대신하여 화합물 2 (실시예 2), 화합물 31 (실시예 3) 및 화합물 52 (실시예 4)을 각각 사용한 것을 제외하고, 실시예 1의 물질 및 절차를 반복하여 유기발광다이오드를 제조하였다.

[0452] 실시예 5: 유기발광다이오드 제조

[0453] 발광물질층의 도펀트로서 화합물 PD1을 대신하여 화학식 13의 화합물 PD2 (LUMO: -2.6 eV, HOMO: -5.5 eV)를 사용한 것을 제외하고, 실시예 1의 물질 및 절차를 반복하여 유기발광다이오드를 제조하였다.

[0454] 실시예 6 내지 실시예 8: 유기발광다이오드 제조

[0455] 발광물질층의 제 1 호스트로서 화합물 1을 대신하여 화합물 2 (실시예 6), 화합물 31 (실시예 7) 및 화합물 52 (실시예 8)을 각각 사용한 것을 제외하고, 실시예 5의 물질 및 절차를 반복하여 유기발광다이오드를 제조하였다.

[0456] 비교예 1 내지 3: 유기발광다이오드 제조

[0457] 발광물질층의 제 1 호스트로서 화합물 1을 대신하여 비교 화합물 A (비교예 1), 비교 화합물 B (비교예 2) 및 비교 화합물 C (비교예 3)을 각각 사용한 것을 제외하고 실시예 1의 물질 및 절차를 반복하여 유기발광다이오드를 제조하였다.

[0458] 비교예 4 내지 6: 유기발광다이오드 제조

[0459] 발광물질층의 제 1 호스트로서 화합물 1을 대신하여 비교 화합물 A (비교예 1), 비교 화합물 B (비교예 2) 및 비교 화합물 C (비교예 3)을 각각 사용한 것을 제외하고 실시예 5의 물질 및 절차를 반복하여 유기발광다이오드를 제조하였다.

[0460] 실험예 2: 유기발광다이오드의 발광 특성 측정

[0461] 실시예 1 내지 실시예 8과, 비교예 1 내지 비교예 6에서 각각 제조한 유기발광다이오드의 광학적 특성을 측정하였다. 9 mm의 방출 영역을 갖는 각각의 유기발광다이오드를 외부전력 공급원에 연결하였으며, 전류 공급원(KEITHLEY) 및 광도계(PR 650)를 사용하여 실온에서 소자 특성을 평가하였다. 8.6 mA/cm²의 전류밀도에서 각각의 유기발광다이오드에 대한 구동 전압 (V), 외부양자효율(EQE), CIEy 및 최초 휘도에서 95% 휘도로 감소하기까지의 시간(LT₉₅, 시간)을 각각 측정하였다. 측정 결과를 하기 표 2에 나타낸다.

표 2

유기발광다이오드의 발광 특성

샘플	호스트	도펀트	V	EQE (%)	CIEy	LT ₉₅	
비교예1	A	PD1	3.91	21.0	0.146	66	100
비교예2	B		3.89	20.1	0.154	40	60.6
비교예3	C		3.96	19.1	0.152	21	31.8
비교예4	A	PD2	3.90	20.8	0.144	67	101.5
비교예5	B		3.86	19.8	0.152	42	63.6
비교예6	C		3.94	19.0	0.152	25	37.9
실시예1	1	PD1	3.45	23.1	0.145	106	160.6
실시예2	2		3.50	22.8	0.145	90	136.4
실시예3	31		3.42	22.4	0.151	110	166.7
실시예4	52		3.63	22.7	0.156	100	151.5
실시예5	1	PD2	3.44	23.4	0.143	120	181.8
실시예6	2		3.49	23.0	0.143	94	142.4
실시예7	31		3.42	22.6	0.150	115	174.2
실시예8	52		3.62	22.8	0.154	107	162.1

표 2에 나타난 바와 같이, 비교예 1-3에서 제조된 유기발광다이오드와 비교해서, 실시예 1-4에서 제조된 유기발광다이오드에서, 구동 전압은 최대 13.6% 낮아졌고, EQE는 최대 20.9%, 발광 수명은 최대 423.8% 향상되었다. 비교예 4-6에서 제조된 유기발광다이오드와 비교해서, 실시예 5-8에서 제조된 유기발광다이오드에서, 구동 전압은 최대 13.2% 낮아졌고, EQE는 최대 23.2%, 발광 수명은 최대 380% 향상되었다. 따라서, 본 발명에 따라 합성된 유기 화합물을 발광물질층에 도입하여, 구동 전압을 낮추고, 발광 효율 및 발광 수명이 크게 향상된 유기발광다이오드를 제조할 수 있다는 것을 확인하였다.

상기에서는 본 발명의 예시적인 실시형태 및 실시예에 기초하여 본 발명을 설명하였으나, 본 발명이 상기 실시형태 및 실시예에 기재된 기술사상으로 한정되는 것은 아니다. 오히려 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 전술한 실시형태 및 실시예를 토대로 다양한 변형과 변경을 용이하게 추고할 수 있다. 하지만, 이러한 변형과 변경은 모두 본 발명의 권리범위에 속한다는 점은, 첨부하는 청구범위에서 분명하다.

부호의 설명

100, 400: 유기발광표시장치

210, 510: 제 1 전극

220, 520: 제 2 전극

230, 530, 530A: 발광층

240, 640, 740, 740', 840: 발광물질층

342, 642, 842: 도펀트 (발광체)

344, 742, 844: 제 1 호스트

346, 746, 846: 제 2 호스트

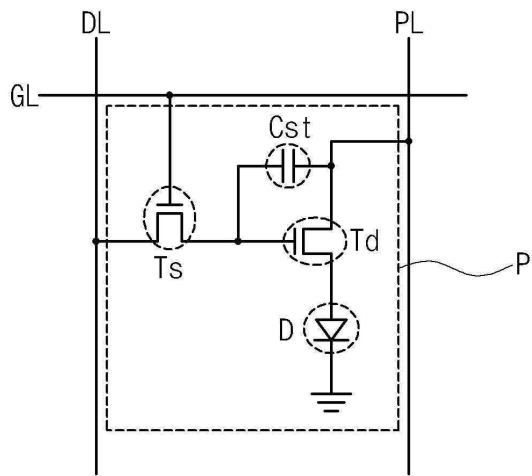
680, 780: 전하생성층

D, D1, D2, D3: 유기발광다이오드

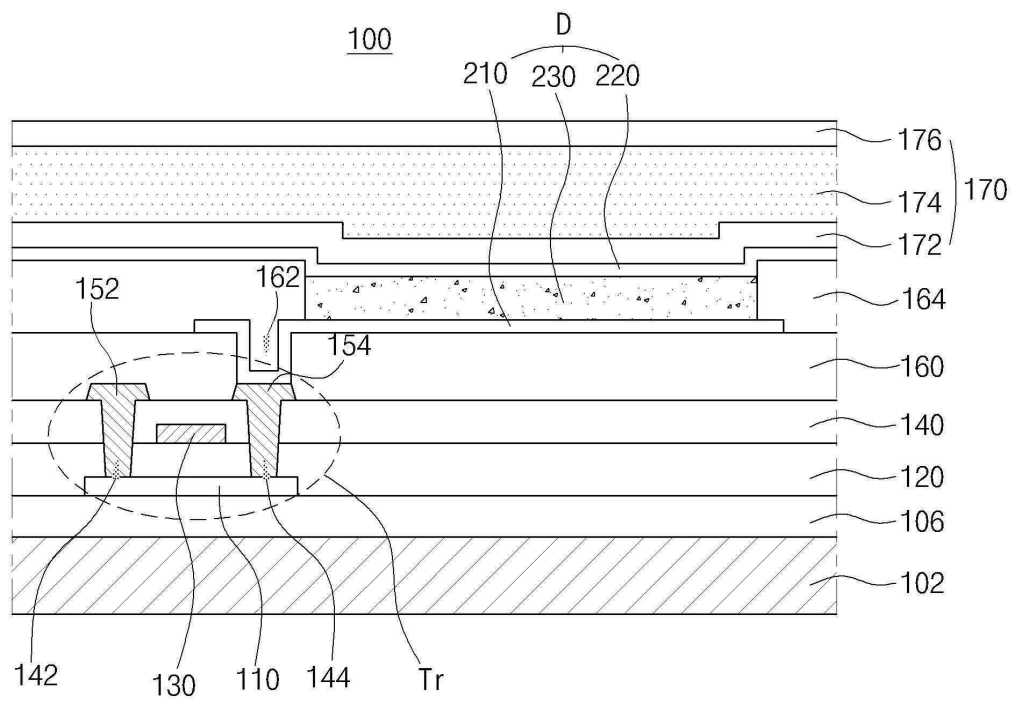
Tr: 박막트랜지스터

도면

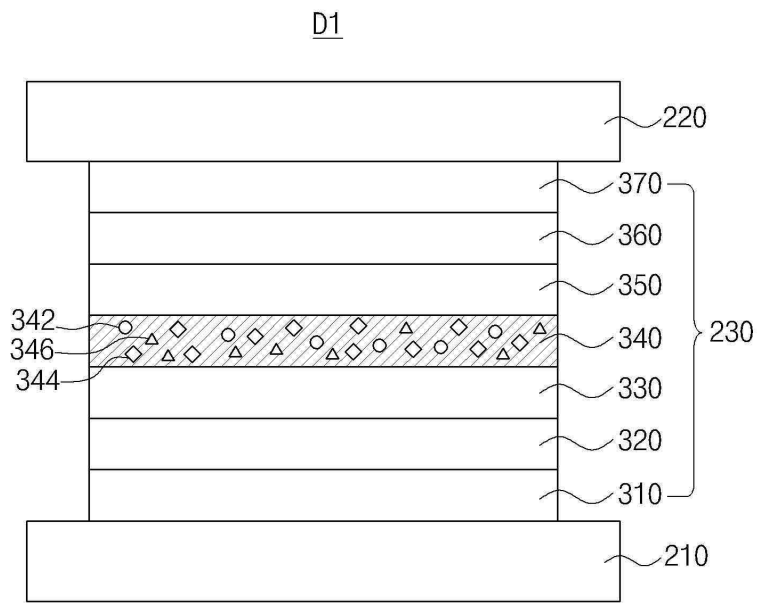
도면1



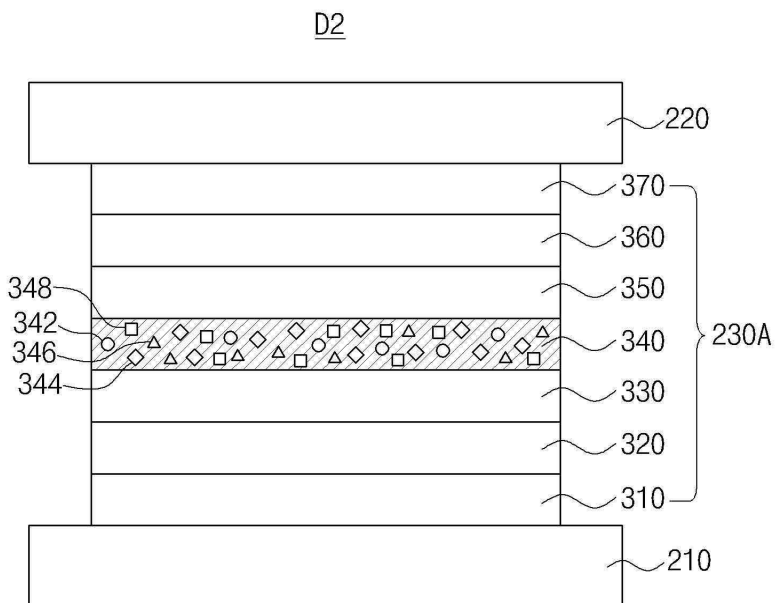
도면2



도면3

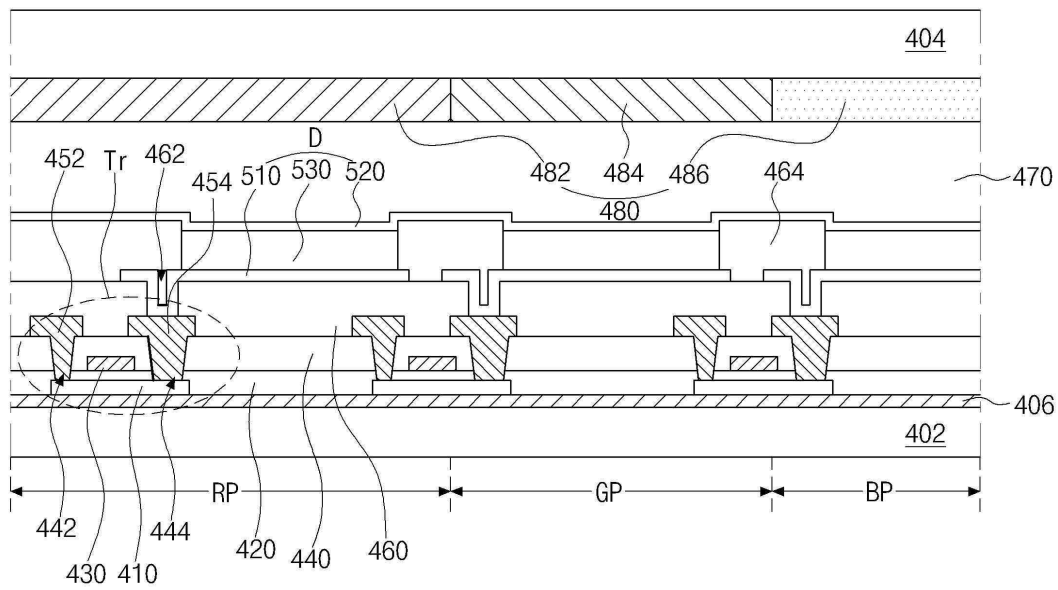


도면4

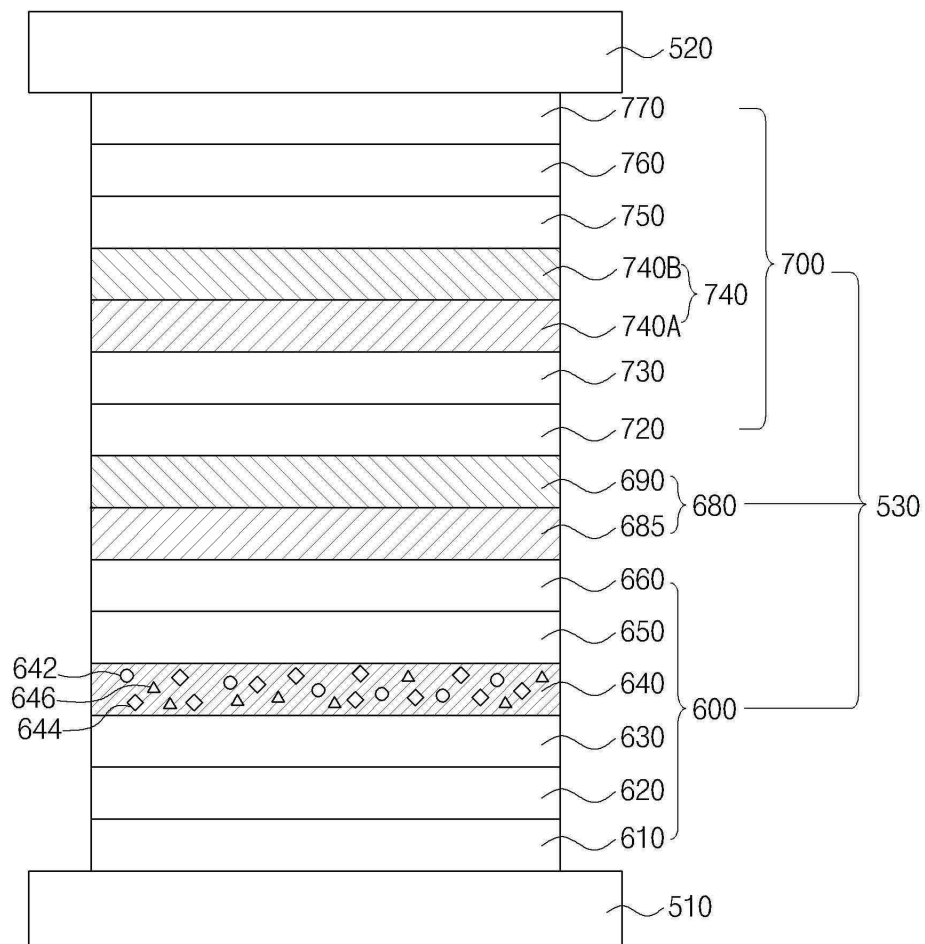


도면5

400

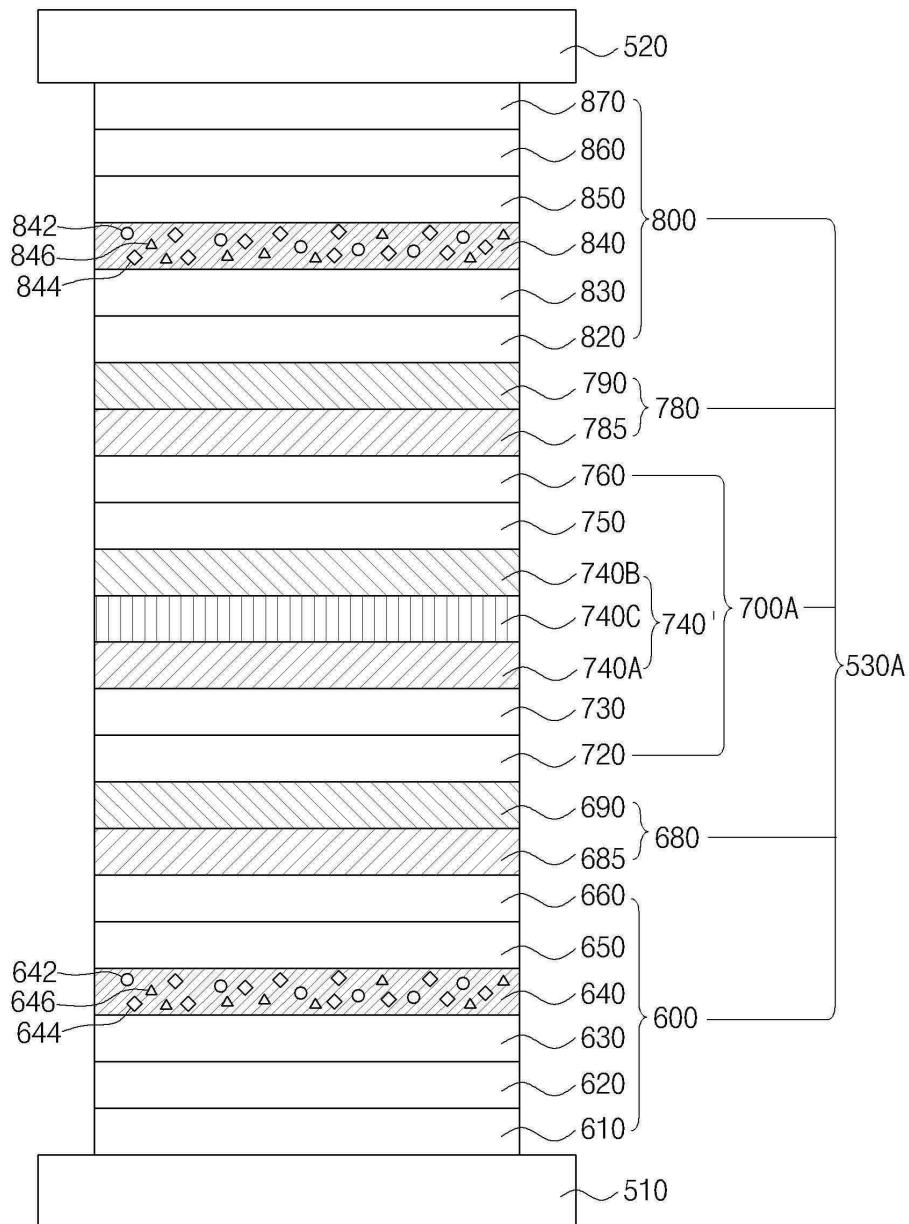


도면6

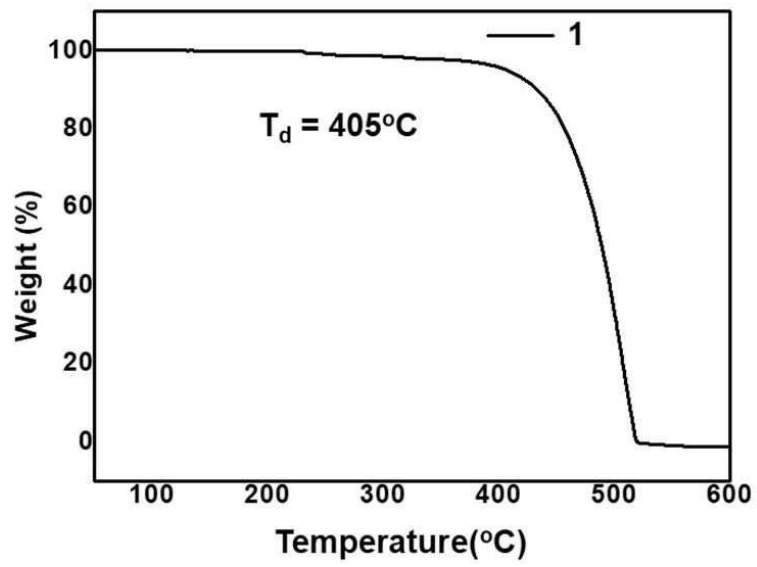
D3

도면7

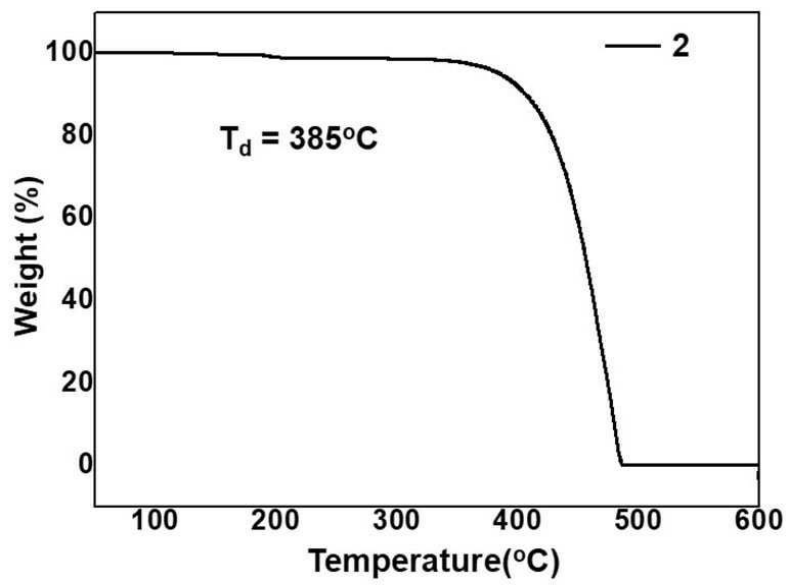
D4



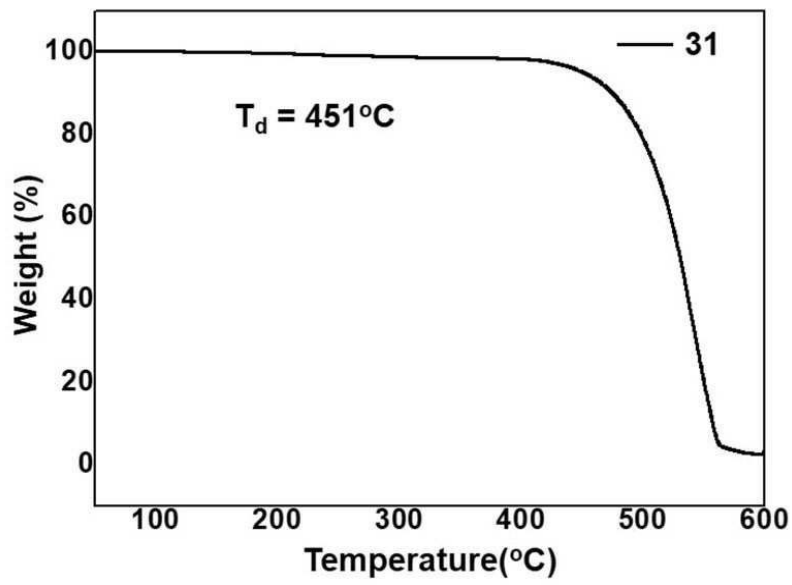
도면8



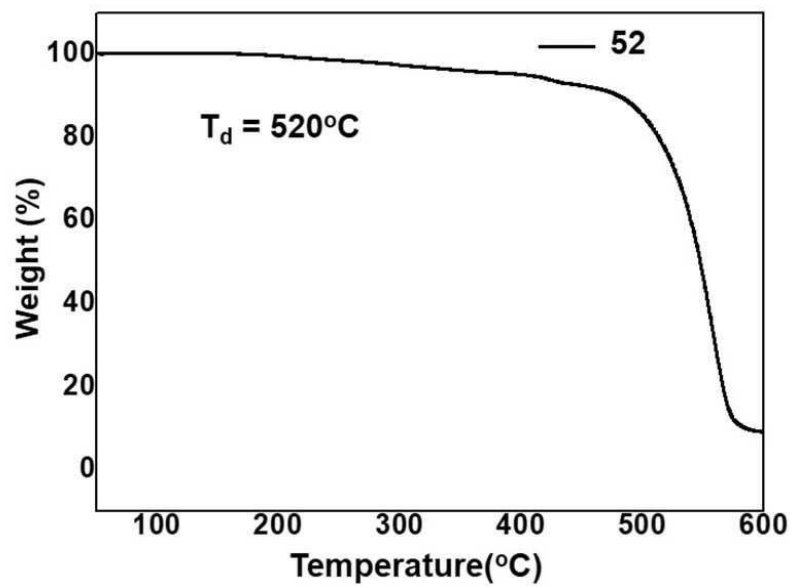
도면9



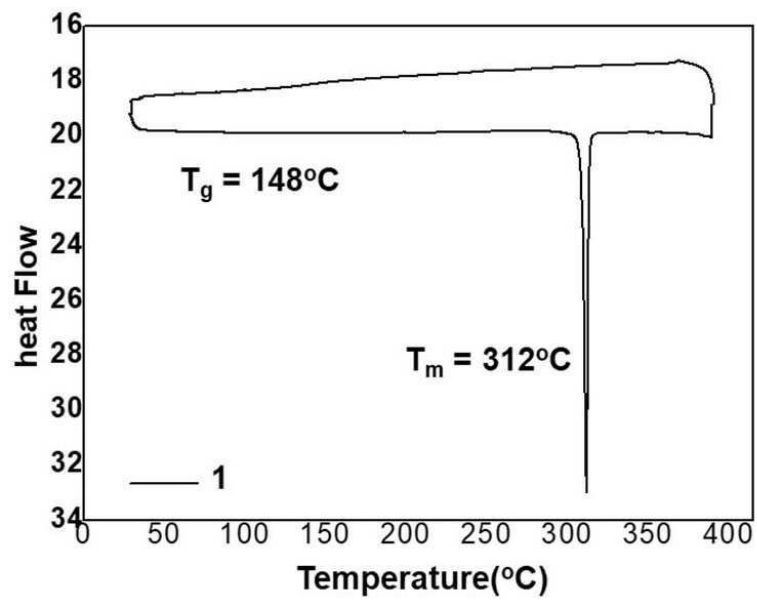
도면10



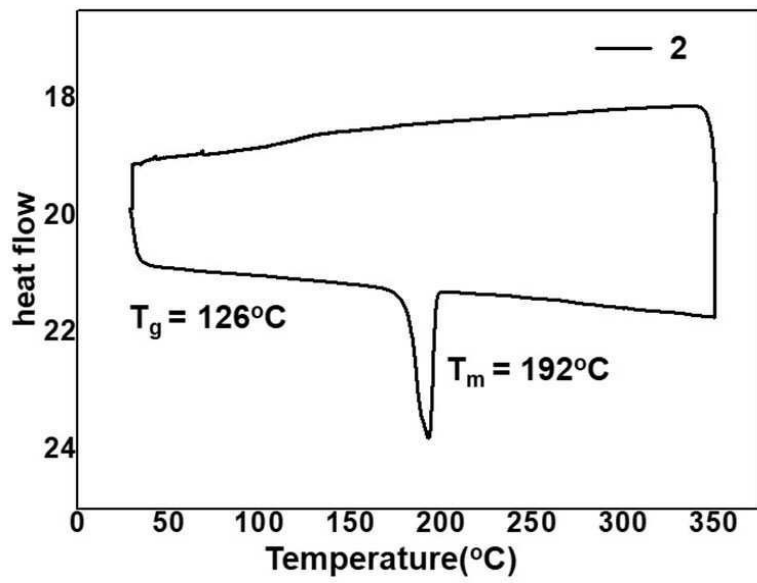
도면11



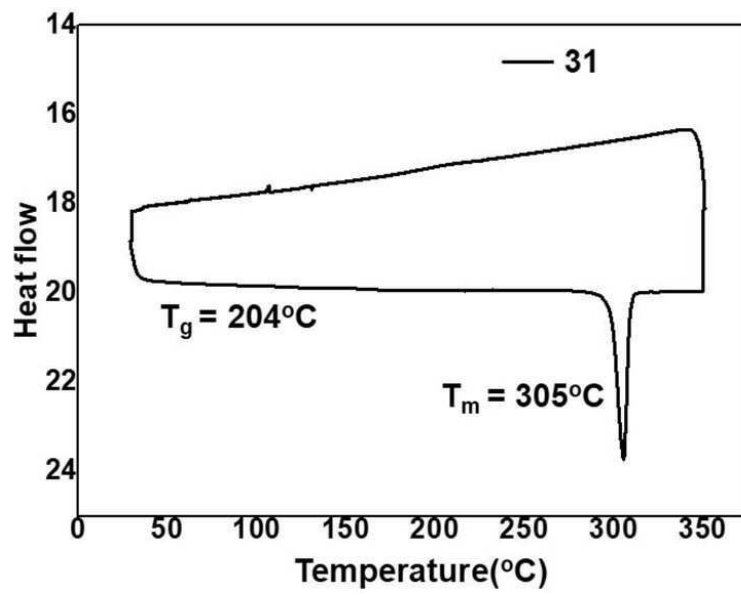
도면12



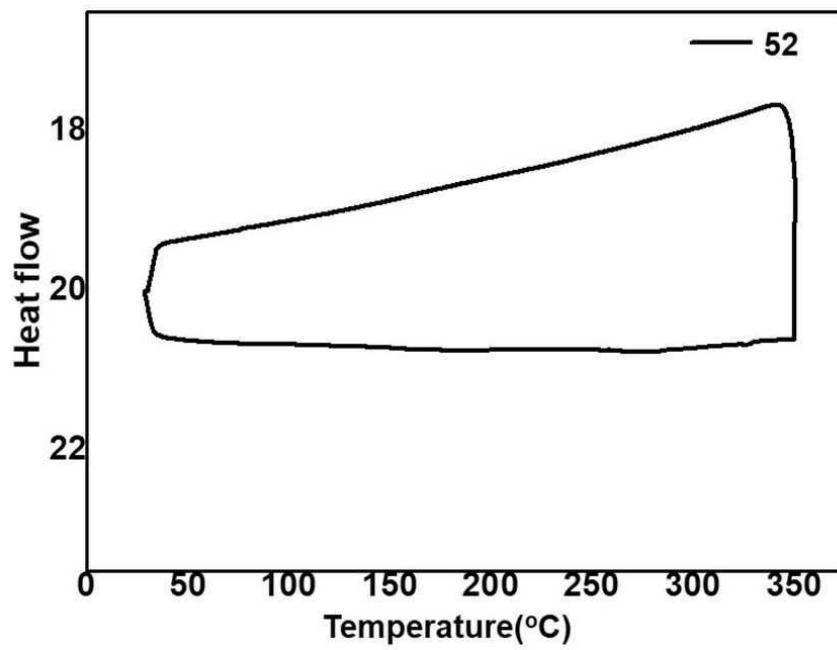
도면13



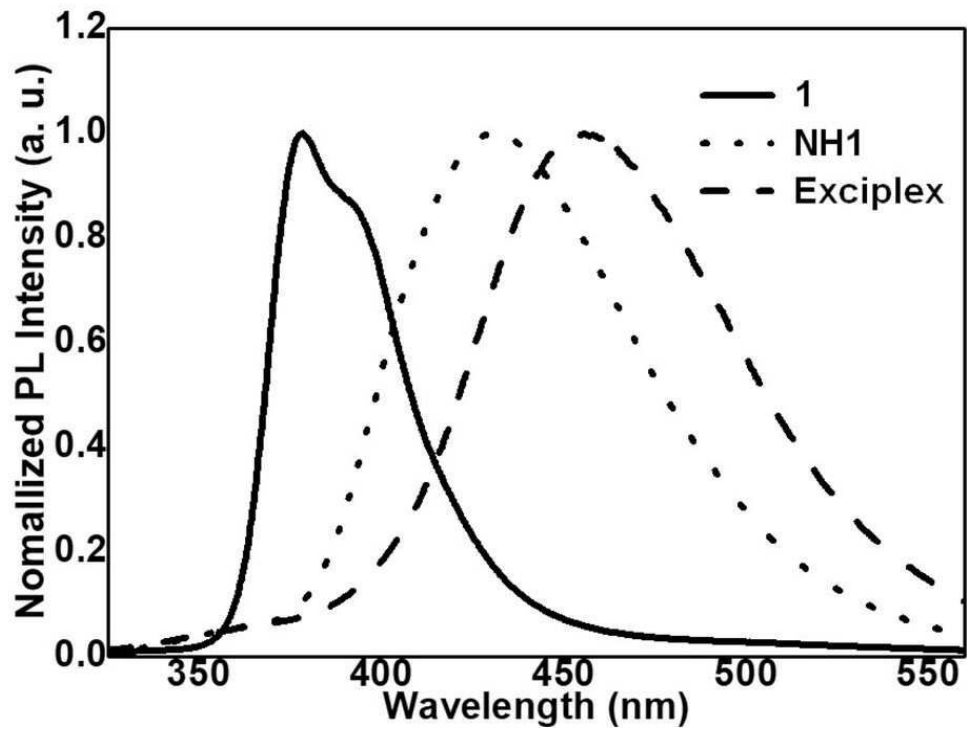
도면14



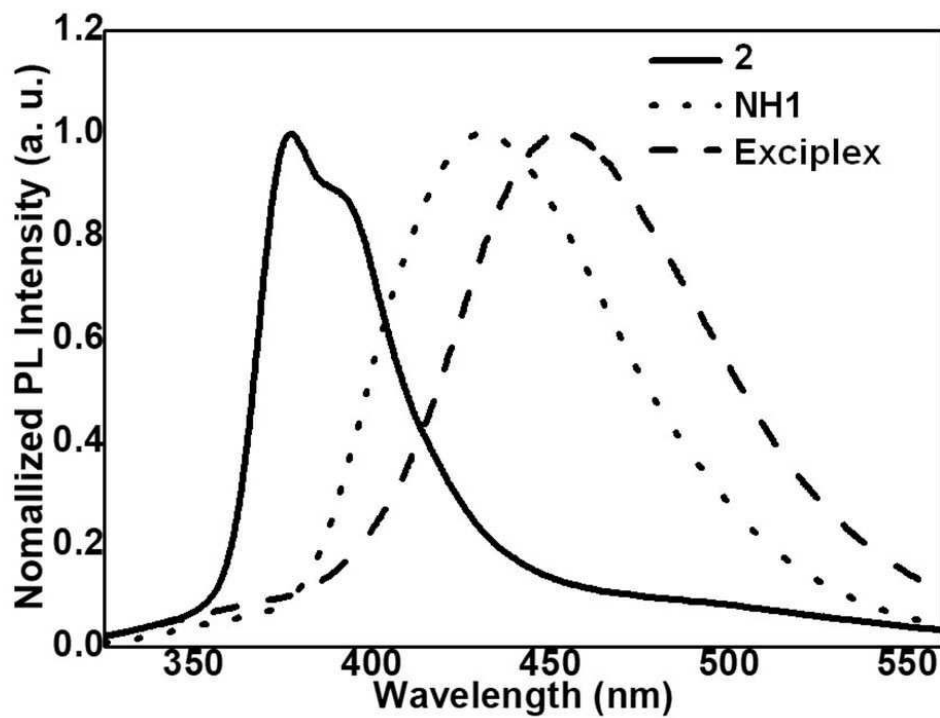
도면15



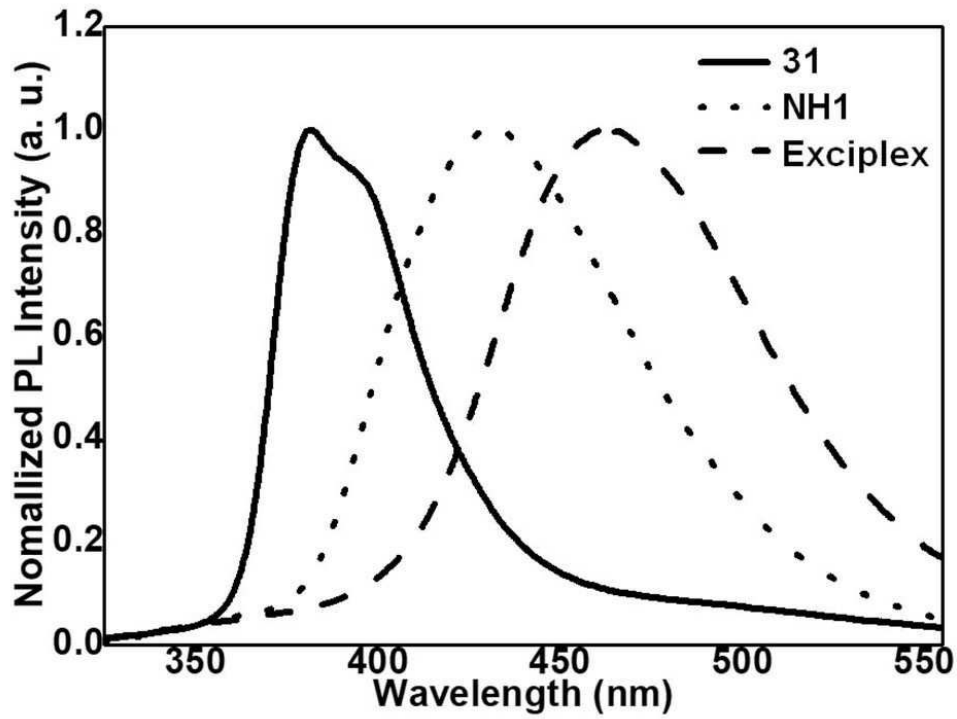
도면16



도면17



도면18



도면19

